



**НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО  
В РЕШЕНИИ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ  
(ЭКОЛОГИЯ–2021)**

**SCIENCE, EDUCATION, PRODUCTION  
IN SOLVING ENVIRONMENTAL PROBLEMS  
(ECOLOGY–2021)**

*XVII Международная научно-техническая конференция*

*XVII International scientific-and-technical conference*

**Том 2**

**Volume 2**

**Уфа 2021**

**UFA 2021**

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Уфимский государственный авиационный технический университет»  
Местное отделение Российского союза молодых ученых в г. Уфе  
Республики Башкортостан  
Общественный совет при Государственном комитете  
Республики Башкортостан по чрезвычайным ситуациям

# НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО В РЕШЕНИИ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ (ЭКОЛОГИЯ–2021)

*XVII Международная научно-техническая конференция*

Том 2

Научное электронное издание сетевого доступа

© УГАТУ  
**ISBN 978-5-4221-1518-1**  
**ISBN 978-5-4221-1520-4 (Т. 2)**

Уфа 2021

The Ministry of Science and High Education of Russian Federation  
Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education  
Ufa State Aviation Technical University  
Local branch of Russian Union of Young Scientists in Ufa  
Republic of Bashkortostan  
Public Council under the National Committee for Emergencies  
of the Republic of Bashkortostan

# SCIENCE, EDUCATION, PRODUCTION IN SOLVING ENVIRONMENTAL PROBLEMS (ECOLOGY–2021)

*XVII International scientific-and-technical conference*

Volume 2

Scientific electronic publication of network access

© УТАТУ  
**ISBN 978-5-4221-1518-1**  
**ISBN 978-5-4221-1520-4 (T. 2)**

UFA 2021

УДК 574

Наука, образование, производство в решении экологических проблем (Экология–2021) : материалы XVII Международной научно-технической конференции: в 2 томах [Электронный ресурс] / Уфимск. гос. авиац. техн. ун-т. – Уфа : УГАТУ, 2021.

Том 2. Уфимск. гос. авиац. техн. ун-т. – URL: [https://www.ugatu.su/media/uploads/MainSite/Ob%20universitete/Izdateli/El\\_izd/2021-146.pdf](https://www.ugatu.su/media/uploads/MainSite/Ob%20universitete/Izdateli/El_izd/2021-146.pdf)

Содержатся статьи, включенные в программу XVII Международной научно-технической конференции «Наука, образование, производство в решении экологических проблем (Экология–2021)».

### **Организационный комитет конференции:**

#### **Председатель оргкомитета:**

Новиков С. В. – ректор ФГБОУ ВО «Уфимский государственный авиационный технический университет» (УГАТУ), канд. экон. наук, доцент (г. Уфа, Россия).

#### **Зам. председателя оргкомитета:**

Елизарьев А. Н. – проректор по учебной работе УГАТУ, канд. геогр. наук, доцент, член Общественной палаты Республики Башкортостан, председатель Общественного совета при Госкомитете РБ по чрезвычайным ситуациям (г. Уфа, Россия).

#### **Члены оргкомитета:**

Еникеев Р. Д. – Первый проректор по науке УГАТУ д-р техн. наук, профессор (г. Уфа, Россия);

Николайкин Н. И. – д-р техн. наук, доцент, профессор кафедры «Безопасность полетов и жизнедеятельности» Московского государственного технического университета гражданской авиации (г. Москва, Россия);

Фащевская Т. Б. – канд. геогр. наук, доцент, старший научный сотрудник лаборатории региональной гидрологии Института водных проблем РАН (г. Москва, Россия);

Лонгобарди А. – Ph.D, профессор, Департамент строительной инженерии, Университет Салерно (г. Салерно, Италия);

Мазлова Е. А. – д-р техн. наук, профессор кафедры промышленной экологии РГУ им. Губкина, академик РАЕН, эксперт ЮНИДО по экологическим проблемам нефтегазового комплекса (г. Москва, Россия);

Каттани К. – Ph.D, профессор, Департамент экономики, инженерии, общества и бизнеса, Университет Тосканы (г. Витербо, Италия).

#### **Отв. секретарь оргкомитета:**

Афанасьев И. А. – старший преподаватель кафедры безопасности производства и промышленной экологии УГАТУ (г. Уфа, Россия).



При подготовке электронного издания использовались следующие программные средства:

- Adobe Acrobat – текстовый редактор;
- Microsoft Word – текстовый редактор.

*Материалы публикуются в авторской редакции*

Корректор *О. А. Соколова*

Программирование и компьютерный дизайн *О. М. Толкачёва*

Подписано к использованию: 29.09.2021

Объем

ФГБОУ ВО «Уфимский государственный авиационный технический университет»

450008, Уфа, ул. К. Маркса, 12.

Тел.: +7-908-35-05-007

e-mail: rik@ugatu.su

Все права на размножение, распространение в любой форме остаются за разработчиком.

Нелегальное копирование, использование данного продукта запрещено.

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>СЕКЦИЯ 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ОБРАЗОВАНИИ .....</b>	<b>11</b>
АБДРАХМАНОВА К. Н. Влияние точности моделирования при изучении методов оценки риска отказа оболочковых конструкций .....	11
АНТОНОВИЧ О. А., АНТОНОВИЧ Ю. О. Вариант методики ускоренной подготовки специалистов .....	18
БАЛАКИРЕВА С. В. Особенности изучения экологами вуза темы «Плата на негативное воздействие на окружающую среду при размещении отходов» .....	21
БОРКОВСКИЙ Н. Б., ИВАНЮКОВИЧ В. А., КАРПЕЙ А. Л., СМИРНОВА Т. В. Особенности преподавания дисциплин информационного цикла для студентов экологических специальностей .....	29
БУКЕЙХАНОВ Н. Р., ГВОЗДКОВА С. И., БУТРИМОВА Е. В. Факторы формирования информатики. Роль технических дисциплин .....	35
ВОЗЖЕННИКОВА А. Е. Вопросы безопасности дистанционного обучения будущих специалистов в период пандемии .....	39
ДРУЖАКИНА О. П. Развитие профессионального проектно-ориентированного экологического волонтерства .....	43
ЖУРАВКОВ В. В., ТОНКОНОГОВ Б. А. Современные электронные образовательные ресурсы для обучения иностранных граждан .....	47
ИВАНЮКОВИЧ В. А., КУКАНКОВ Г. П., НИКОЛАЕНКО Е. А. Учебная модель данных для создания трехмерных объектов в геоинформационных системах .....	55
КАРПОВА А. Е. Техническое творчество как средство экологического воспитания дошкольников в системе дополнительного образования .....	62
ДРОБОТ А. С., КАРПОВА А. Е. Учебно-методические основы экологического воспитания детей в дополнительном образовании технической направленности (мобильный технопарк «Кванториум», направление «Промышленный дизайн») .....	63
КРИВОБОКОВА В. А., НЕСТЕРОВА М. Ю. Оценка особенностей процессов восприятия и узнавания у студентов технического направления подготовки .....	67
КУЛИКОВА В. В. Интерактивные формы обучения в образовании .....	72
ЛУКАШЕВИЧ О. Д., ФИЛИЧЕВ С. А. Формирование эколого-ориентированного профессионального мышления студента .....	78
САИТОВА К. А., БАРАХНИНА В. Б., ГИЛЯЗОВ А. А. Новые Информационные технологии для подготовки специалистов в области промышленной безопасности .....	82
ТКАЧЕНКО С. В., СМИРНОВА Т. В. Применение компьютерного зрения в детекторе контроля физического дистанцирования .....	88

ХАНЖИНА О. А., СИДОРОВ А. И. Безопасность цифровых образовательных средств как элемент инновационных технологий в образовании.....	93
ШУВАЕВА В. Р., БАРАХНИНА В. Б., ГИЛЯЗОВ А. А., КОННОВ Я. А. Опыт использования виртуальной обучающей среды для визуализации аварийного разлива нефти и расчета экологического ущерба.....	97
МИХАЙЛОВ С. А., ШАПОШНИКОВ А. С., САДИКОВ А. Ф., АКСЕНОВ С. Г. Улучшение ориентирования при эвакуации на основе применения люминофора .....	103
ШАПОШНИКОВ А. С., МИХАЙЛОВ С. А., САДИКОВ А. Ф., ЕЛИЗАРЬЕВА Е. Н. Особенности использования тепловизоров при обнаружении пострадавших в завалах .....	106

## **СЕКЦИЯ 7. МОНИТОРИНГ КАЧЕСТВА ОБЪЕКТОВ**

### **ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ..... 110**

АЛЕХИНА Е. А., КИНАЛЕВСКАЯ Е. Г., МЕТЕЛЕВА Я. Ю., ШМЕЕР В. Р. Исследование экологической безопасности детских стиральных порошков .....	110
АРБОЛЕДА А. А. Фиторемедиация в качестве альтернативы для обработки почв, загрязненных углеводородами в Колумбии .....	116
АРБОЛЕДА А., ТОАПАНТА В. Влияние климатических тенденций на места захоронения твердых коммунальных отходов в Эквадоре .....	121
БАЛАКИРЕВА С. В., КУЗНЕЦОВА Г. М. Загрязнение автотранспортом атмосферы города.....	126
ВАЛИЕВА Э. Ф., ХАТМУЛЛИНА Р. М., САФАРОВА В. И. Проблема мониторинга атмосферного воздуха при загрязнении нефтяными компонентами .....	131
ВОЛЧЕК А. А., НОВОСЕЛЫЦЕВА А. Г. Оценка влияния на температуру воды водоема-охладителя отработанной воды с ГРЭС, на примере озера Белое в Березовском районе .....	135
ГАЛЬЧЕНКО С. В., ДОРОНИНА Т. С., ЧЕРДАКОВА А. С. Оценка экологического состояния атмосферного воздуха различных функциональных зон г. Рязани методом биоиндикации .....	136
ГЛУШКОВА Н. А., ДЕВИСИЛОВ В. А. Исследование распределения частиц пыли по размерам с помощью лазерной дифракции .....	142
ЕФИМОВА Н. Б. Порядок рекультивации нарушенных земель, занятых промышленным объектом.....	148
ЕФИМОВА Н. Б. Реализация комплексного подхода при формировании региональной системы экологического мониторинга .....	155

ЖУРАВКОВ В. В. Концептуальные подходы при разработке информационно-аналитического ресурса «Система онлайн-мониторинга состояния компонентов окружающей среды г. Орши и Оршанского района .....	161
ИВАНОВА Л. В., ЯВНО Д. А. Пути решения проблемы повышенной загрязнённости воздуха в Москве.....	165
ИВАНЮКОВИЧ В. А., КОТ Е. В., АКАНТИНОВА А. А. Мобильное приложение для учета безопасного хранения и использования химических веществ на предприятии .....	170
ИГНАТЕНКО Т. В., СТРОКИН Д. М. Мониторинг растениями-индикаторами загрязнений окружающей среды промышленными предприятиями.....	174
ИЛЬБУЛОВА Г. Р., СУЮНДУКОВА Я. Т., ХАСАНОВА Р. Ф., СЕМЕНОВА И. Н., СУЮНДУКОВА М. Б. Особенности накопления меди, цинка и железа в почвах и растениях в условиях города Белорецк.....	180
КАПИТАНЧУК Д. М., ЧЕРНИЧЕНКО Н.С. Оценка опасности выбросов загрязняющих веществ при пожаре на полигоне ООО «Эко–Пром».....	185
КАРПОВА Н. В. Особенности снега в качестве индикатора состояния окружающей среды .....	190
КАРПОВА Н. В. Состояние атмосферного воздуха в Ростовской области.....	195
КАРТЫШЕВ М. О., АРДАШЕВ И. О. Влияния траекторных характеристик воздушных судов на зашумление приаэродромной территории .....	199
КАРТЫШЕВ М. О. Верификация расчетных границ седьмой подзоны приаэродромной территории аэродромов .....	202
КРИВОНОСОВА И. А., КУСОВА И. В. Оценка деятельности теплоэлектроцентрали как источника загрязнения окружающей среды .....	205
ЛЕОНОВ В. Ю., НИКОЛАЙКИН Н. И. О необходимости проведения валидации результатов расчёта местного качества воздуха аэропортов от авиационных источников.....	209
СОКОЛЬСКАЯ Е. А., МЕТРОФАНОВА Н. А. Некоторые аспекты организации экологического мониторинга атмосферного воздуха на предприятиях по производству аммиака, аммиачной селитры и неорганических кислот на примере АО «КазАзот» .....	212
МИЛЮТКИН В. А., ТОЛПЕКИН С. А., БОРОДУЛИН И. В., АГАРКОВ Е. А. Биологический мониторинг регионального загрязнения водоемов сульфатами по концентрации сине-зеленых водорослей с их сбором .....	217
ШАЯХМЕТОВА А. Б., МУСИНА С. А. Анализ состояния атмосферного воздуха в г. Уфа.....	222

НИКОЛАЙКИНА Н. Е., КУДИНОВА В. А. Биомониторинг техногенной нагрузки на почву .....	226
СМИРНОВА Е. Э., ТОКАРЕВА Л. Д. Сравнительный анализ моделей расчета загрязнения воздуха .....	231
СМОРОДИНА О. В. Мониторинг выбросов загрязняющих веществ предприятия в атмосферный воздух.....	238
ТЕРПИГОРЕВА И. В., АБДРАХМАНОВА Э. Ф. К вопросу обеспечения безопасных условий труда работников в цехе электролитического производства алюминия.....	246
СТРЕЛЬЦОВА Н. Б., КАЗИНСКАЯ Ан. Н., БУСЫГИН П. О. Оценка интенсивности распространения выбросов транспортного потока методами фитоиндикации .....	254
ЧЕРНИЧЕНКО Н. С., КАПИТАНЧУК Д. М. Обеспечение экологической безопасности промышленными предприятиями г. Тирасполь .....	259

## **СЕКЦИЯ 8. ЧРЕЗВЫЧАЙНЫЕ СИТУАЦИИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ХАРАКТЕРА ..... 263**

АГАЕВА Е. А., КОБЫЗЕВ Н. С. Профилактические меры по уменьшению антропогенного воздействия и предупреждению чрезвычайных ситуаций экологического характера .....	263
ШЕРСТНЕВ В. В., БЕЛИК Д. С., БЕЗБОРОДОВА О. Е., БОДИН О. Н. Совершенствование мониторинга территориальной техносферы и проведения поисково-спасательных работ в чрезвычайных ситуациях .....	267
ГЕВОРГЯН В. М., НИКОЛАЙКИН Н. И. Влияние формирования инженерно-технического состава по техническому обслуживанию воздушных судов на экологическую безопасность.....	273
ЖИЛЯЕВА У. К., НИКОЛАЙКИН Н. И., МЕРЗЛИКИН И. Н. Ликвидация последствий пандемии через средства индивидуальной защиты при авиаперелётах .....	276
ЗАБАЙДУЛИНА А. В. Опасные метеорологические процессы как причина авиакатастроф.....	279
ИСАЕВ А. С., СОБОЛЕВ Н. Д., ЧУШКИН Н. А. Оценка аварийных режимов химического концерна .....	283
ИСАЕВ А. С., ЛЕОНОВ А. А. Оценка экологических рисков ОАО «Щекиноазот».....	288
КУНГУРЦЕВ П. И., СТОРОЖЕНКО Л. А. Разливы нефти и нефтепродуктов в России: причины и последствия.....	293
ЛИБЕРМАН Я. Л., ГОРБУНОВА Л. Н. О чрезвычайных ситуациях при эксплуатации ленточных конвейеров.....	296
НАУМОВ Ю. А. О воздействии техногенных чрезвычайных ситуаций на экологическое состояние портовых городов Дальнего Востока (на примере г. Находка Приморского края) .....	303

ТОАПАНТА В. Тенденции влияния изменчивости климата на дорожную инфраструктуру .....	308
ХАЛИУЛЛИНА Э. И., НАСЫРОВА Э. С. Проблема вздутия литиевых аккумуляторов.....	316
ЩЕТИНИН В. М., ЧЕСТНЫХ О. Н. Основные чрезвычайные ситуации экологического характера, которые могут возникнуть на территории Тамбовской области .....	319
<b>СЕКЦИЯ 9. СЕКЦИЯ ДЛЯ ШКОЛЬНИКОВ .....</b>	<b>324</b>
САБЛИНА О. М., ЧЕРНЫШОВ А. С. Разработка современных чат-бот менеджеров с целью формирования экологического мышления .....	324
ЯГДАРОВА В. П., ВОЛЖАНИНА Т. В., ЯГДАРОВА О. А. Оценка качества среды по показателю флуктуирующей асимметрии листьев березы в г. Йошкар-Оле .....	326

## **СЕКЦИЯ 6. «УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ОБРАЗОВАНИИ»**

*Абдрахманова К. Н*

Уфимский государственный нефтяной технический университет, г. Уфа,  
Российская Федерация

### **ВЛИЯНИЕ ТОЧНОСТИ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРИ ИЗУЧЕНИИ МЕТОДОВ ОЦЕНКИ РИСКА ОТКАЗА ОБОЛОЧКОВЫХ КОНСТРУКЦИЙ**

*Аннотация.* Аварии на опасных производственных объектах наносят непоправимый вред окружающей среде и экологии. В атмосферу, поверхностные и подземные воды, в почву попадают опасные вещества, которые вызывают гибель биологических объектов и заражение сред. Масштаб последствий зависит от каждого конкретного случая и их устранение нередко занимает длительное время.

Оболочковые конструкции являются одним из наиболее востребованных типов оборудования на объектах нефтегазовой промышленности. Как правило, эксплуатация такого типа оборудования характеризуется наличием опасных веществ, высокого давления и температур, что способствуют развитию дефектов. Развиваясь, дефекты могут привести к утечкам взрывопожароопасных веществ.

Современные технологии, обеспечивая наглядность влияния того или иного фактора значительно облегчает обучение. Оценка риска проводится на всех жизненных циклах оборудования, это позволяет предупредить возможное наступление отказа, тем самым способствуя предотвращению негативных ситуаций. При изучении индивидуальных объектов, статистические данные по отказам которых нет возможности использовать, оценка риска базируется на теории надежности и теории вероятности. На сегодняшний день для определения напряженно-деформированного состояния оборудования широко применяется компьютерное моделирование, которое лежит в основе перспективного подхода к управлению производством, как цифровой двойник. На этапе обучения, разработанная модель позволяет наглядно оценить результаты принятого решения, будь то смена технологических параметров, монтаж каких-либо приспособлений, изменения свойств металла. В данном случае оценивается напряженно-деформированное состояние объекта. Повысить точность расчетов, снизить вероятность наступления какого-либо негативного события позволит качественное максимально приближенное к реальному объекту моделирование. В данной статье представлена важность учета геометрических особенностей исследуемого объекта на этапе моделирования в целях повышения точности оценки рисков.

*Ключевые слова:* Экология, моделирование, оболочковые конструкции, оценка риска, напряженно-деформированное состояние, промышленная безопасность, образование

*Abdrakhmanova K. N.*

Ufa State Petroleum Technological University, Ufa, Russian Federation

## **INFLUENCE OF SIMULATION ACCURACY IN STUDYING METHODS FOR ASSESSING THE RISK OF SHELL STRUCTURES FAILURE**

*Abstract.* Accidents at hazardous production facilities cause irreparable harm to the environment and ecology. Hazardous substances enter the atmosphere, surface and ground waters, and the soil, which cause the death of biological objects and environment contamination. The scale of consequences depends on each specific case and their elimination often takes a long time.

Shell structures are one of the most demanded types of equipment in oil and gas industry. Operation of this type of equipment is characterized by presence of hazardous substances, high pressures and temperatures, which contribute to defects development. They can lead to leaks of explosive substances.

Modern technologies, providing visibility of one or another factor influence, greatly facilitates training. Risk assessment is carried out at all life cycles of equipment, this allows you to prevent the possible occurrence of a failure, thereby helping to prevent negative situations. When studying individual objects, the failure statistics of which cannot be used, the risk assessment is based on reliability theory and probability theory. Computer modeling is widely used to determine equipment stress-strain state, which underlies a promising approach to production management, like a digital twin. During studying, the model allows you visually evaluate decision made results. Whether it be a change in technological parameters, installation of any devices, or metal properties changes. In this case, is assessed the stress-strain state of the object. To increase accuracy of calculations, to reduce any negative event possibility will allow high quality modeling as close as possible to the real object. This article presents the importance of taking into account the geometric features of the object under study at the modeling stage in order to improve the accuracy of risk assessment.

*Key words:* Ecology, modeling, shell structures, risk assessment, stress-strain state, industrial safety, education.

На объектах нефтехимической переработки в больших количествах присутствуют нефть, дизельное топливо и керосин, автомобильный бензин, мазут, сжатые газы, сжиженные газы, утечка которых может привести к пожарам, взрывам. [1] Техногенные аварии наносят непоправимый вред окружающей среде и экологии. Попадая в почву, атмосферу, поверхностные и подземные воды, опасные вещества, заражая среду, приводят к гибели биологических объектов, к ухудшению состояния здоровья людей.



В зависимости от масштаба аварии и специфики воздействия веществ, требуются немалые силы и время и материальные затраты для устранения последствий.

Экологическая безопасность неразрывно связана с промышленной безопасностью, в целях сохранения благоприятной экологической обстановки крайне важно предотвратить негативные ситуации, анализировать риски и принимать правильные решения. Для наглядности принимаемых решений, еще на этапе обучения специалистов, предлагается применять цифровое моделирование.

Оболочковые конструкции являются одним из наиболее востребованных типов оборудования на объектах нефтегазовой промышленности. Конструкции оболочкового типа собираются из листовых заготовок и свариваются герметичными швами. В зависимости от габаритных размеров, конструктивного оформления и характерных особенностей изготовления и эксплуатации оболочковые конструкции подразделяются на негабаритные емкости и сооружения, сосуды, работающие под давлением, и трубопроводы. Как правило, эксплуатация такого типа оборудования характеризуется наличием опасных веществ, высокого давления и температур, что способствуют развитию дефектов. Дефекты, являясь концентраторами напряжения, не редко становятся причинами аварий. [2]

Под анализом риска понимается процесс выявления и оценки возможных негативных последствий от аварии и инцидентов на каком-либо опасном производстве. Анализ риска состоит из трех последовательных этапов:

- идентификация опасностей;
- анализ частоты возникновения опасности;
- анализ последствий проявления опасности.

В процессе идентификации выделяются опасности, являющиеся причиной риска, а также пути, по которым эти опасности могут реализовываться. На этапе анализа частот возникновения опасности, как правило, используются статистические данные. В случае недоступности или не соответствия данных требованиям, необходимо получить частоты событий посредством анализа системы и ее аварийных состояний. Возможно использование метода опроса экспертов, а также имитационного моделирования отказов оборудования и разрушений конструкций вследствие старения и других деградационных последствий. [2; 3]

На всех этапах жизненного цикла оборудования используются различные программные комплексы, значительно облегчающие и ускоряющие работу инженера. Одним из перспективных современных направлений управления производством является цифровой двойник. Под цифровым двойником понимается виртуальная модель объекта наблюдения, учитывающая фактические особенности и состояние реального объекта. В случае наличия каких-либо дефектов, что является концентратором напряжений, они также должны быть отражены в виртуальной модели. Взаимодействуя с реальным объектом, получая данные с датчиков, цифровой двойник позволяет определить

прогнозируемые зоны разрушения. Он «развивается» на протяжении всего жизненного цикла объекта, позволяя оценить фактическую ситуацию, облегчая принятие решений. [4-7] Применение цифрового двойника в процессе обучения позволит наглядно определить, например, возникающие напряжения в стенке оболочки при смене технологического процесса, установке дополнительных устройств, смене свойств материала. Данные результаты применимы при оценке рисков, при оценке остаточного ресурса и при изучении ряда других вопросов.

В данной работе в качестве объекта исследования рассматривается оболочковая конструкция, выполненная из стали 09Г2С. На рис. 1 представлена фотография исследуемой оболочки. Высота цилиндрической части аппарата составляет 800 мм, диаметр оболочки 108 мм, проектная толщина 6 мм.

Исследуемая оболочка не в полной мере соответствует эксплуатируемым на производстве ректификационным колоннам или теплообменным аппаратам, аппарат имеет индивидуальные особенности, в связи с чем, при изучении вопроса оценки риска отказа, невозможно применять известные статистические данные. [8, 9]



*Рис. 1. Фотография исследуемой оболочки*

Один из способов снижения эксплуатационных рисков – это повышение точности расчетов и прогнозирования. Для определения прогнозируемого места

разрушения оболочки давления при применении моделирования точность зависит от качества разработки модели. При изготовлении оболочки следует учитывать технологические отклонения. Как правило, они попадают в пределы допуска по ГОСТ, но имеют некоторое влияние на напряжения возникающие в стенке оболочки при нагружении. В процессе эксплуатации механические характеристики также претерпевают изменения, которые влияют на результаты расчетов, изучением этого фактора занимаются многие ученые.

С целью увеличения точности результатов моделирования нагружения исследуемой оболочки и определения прогнозируемого места разрушения были проведены замеры геометрических характеристик, а также проведены некоторые методы неразрушающего контроля для обнаружения имеющихся дефектов.

Результаты толщинометрии и замеров овальности были отражены при построении модели в программном комплексе КОМПАС 3Д [10]. Наименьшая обнаруженная толщина составляет 5,8 мм, максимальная 6,3 мм. Максимальная овальность составила 0,25 мм. Других дефектов обнаружено не было. Полученные отклонения допустимы по ГОСТ. Сравнение показателей напряжения при нагружении внутренним давлением в 10 МПа участка обечайки при равномерном уменьшении толщины стенки оболочки до 5,8 мм, при проектной толщине равной 6,0 мм, и толщине стенки равной 6,3 мм, а также совокупного влияния уменьшения толщины и наличия овальности, представлены в табл. 1. Условия нагружения одинаковы. Результаты нагружения участка оболочки при совокупном влиянии овальности и утонения стенки до 5,8 мм представлены на рис. 2.

*Таблица 1*

Сравнения показателей напряжения при толщинах стенок 5,8 мм, 6,0 мм, 6,3 мм, при толщине 5,8 мм и овальности 0,25 мм при равных условиях нагружения

Напряжения возникающие по толщине стенки	Толщина 6,0 мм	Толщина 5,8 мм	Толщина 6,3мм	Овальность 0,25 мм	Овальность 0,25мм + толщина 5,8 мм
Max, МПа	81,44	84,20	77,63	89,07	92,38
Min, МПа	68,73	71,49	64,92	61,45	63,67

Несмотря на небольшие отклонения, попадающие в допустимые пределы по ГОСТ 32678-2014 «Трубы стальные бесшовные и сварные холоднодеформированные общего назначения. Технические условия», представленные выше данные свидетельствует об актуальности учета неравномерности распределения толщины по обечайке и наличия овальности, попадающие в пределы допустимые ГОСТ, при построении модели для обучения. В данном случае рассматривался аппарат небольших размеров, с

увеличением размеров до промышленных, несоответствия также будут увеличиваться, и оказывать свое влияние.

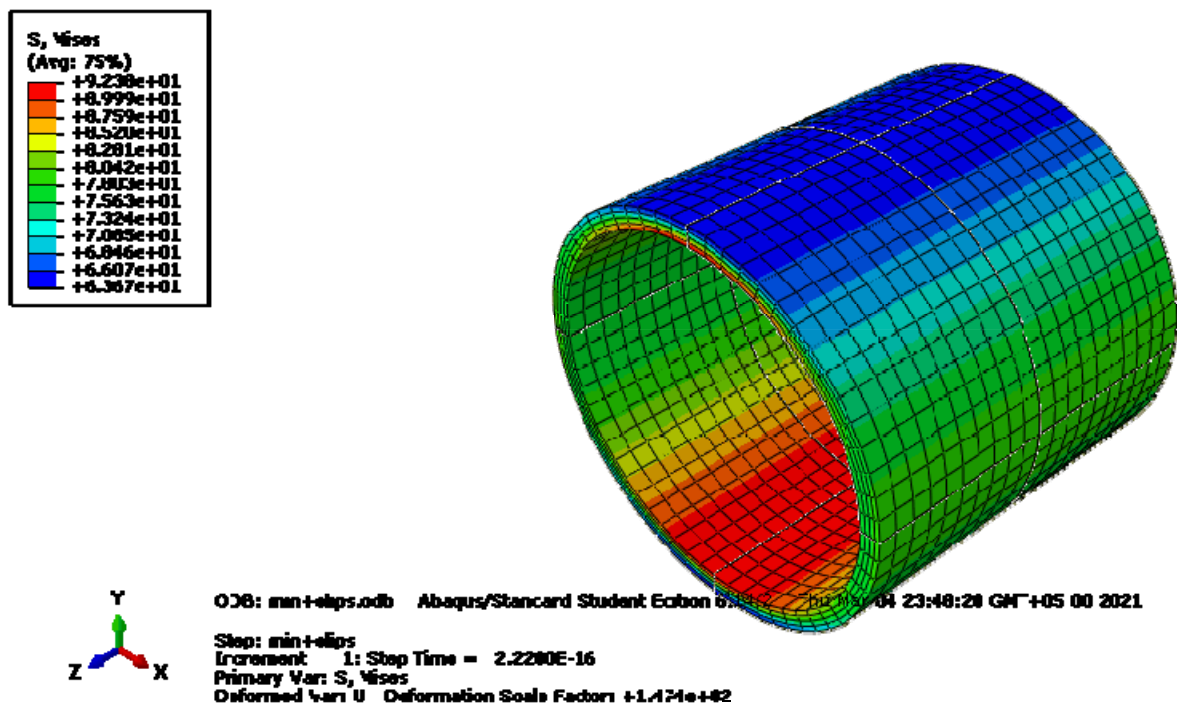


Рис. 2. Результаты нагружения участка оболочки при совокупном влиянии овальности и утонения стенки 5,8 мм

Ввиду отсутствия статистических данных отказов исследуемого объекта, оценка риска сводится к теории надёжности. В качестве предельного состояния оболочковых конструкция принимается условие образования трещины. Определение точного напряженно-деформированного состояния позволяет определить запас прочности объекта исследования. Далее определяется вероятность отказа.

Таким образом, подобный подход, при построении модели позволит более точно определить локализацию отказа в зависимости от условий эксплуатации и напряжения. Применение подобной инновационной технологии в образовании, позволит наглядно оценить риски и принимаемые решения. В данном случае модель планируется использовать при прогнозирование критического состояния, это позволит предотвратить утечки, последствия которых наносят непоправимый вред, как человеку, так и окружающей среде.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 20-38-90115.

Acknowledgments: The reported study was funded by RFBR, project number 20-38-90115.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абросимов А.А. Экология переработки углеводородных систем / Под ред. д-ра хим. наук, проф. М.Ю. Доломатова, д-ра техн. наук, проф. Э.Г. Теляшева. – М.Химия, 2002. – 608 с.
2. Халимов А.Г. Техническая диагностика и оценка ресурса аппаратов: учеб. Пособие для вузов / А.Г. Халимов, Р.С. Зайнуллин, А.А. Халимов. - Уфа: Изд-во УГНТУ, 2001. – 408с.
3. Хуснияров М.Х. Техногенный риск и управление промышленной безопасностью нефтеперерабатывающих предприятий / М.Х. Хуснияров, А.П. Веревкин, И.Р. Кузеев, Р.Р. Тляшева и др.: учеб. пособие; под ред. М.Х. Хусниярова. Уфа: Нефтегазовое дело, 2012. 312 с.
4. Козлитин А. М. Развитие теории и методов оценки рисков для обеспечения промышленной безопасности объектов нефтегазового комплекса [Текст] : дис... д-ра техн. наук : 05.26.03 / Козлитин Анатолий Мефодьевич. – Саратов: СГТУ, 2006. – 395 с.
5. Abdrakhmanova K. Possibilities of an object digital twin application in order to extend and predict safe operation resource. / K. Abdrakhmanova. Science. Education. Practice: materials of the international University Science Forum (Canada, Toronto), April 22, 2020 pp.182-186.
6. M.Grieves, Digital twin: manufacturing excellence through virtual factory replication, Whitepaper, 2014. p.30.
7. Abdrakhmanova K.N. Review of modern software complexes and digital twin concept for forecasting emergency situation in oil and gas industry / K.N. Abdrakhmanova, A.V. Fedosov, K. R. Idrisova, N. Kh. Abdrakhmanov and R.R. Valeeva. IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 862 (2020) 032078 pp.1-7.
8. Абдрахманова К.Н. Моделирование влияния на напряженное состояние утонения толщины стенки оболочки при коррозионном разрушении / К.Н. Абдрахманова, Е.В. Ярмонов, П.А. Кулаков, Р.Р. Тляшева. Сетевое издание «Нефтегазовое дело», 2020. №6, С. 15-31.
9. Digital twin: a digital representation of physical asset's configuration and condition, both current and historical, Available from: URL:<https://www.ptc.com/en/digital-transformation/service/digital-twin-service>.
10. Прохоров А. Цифровой двойник. Анализ, тренды, мировой опыт. Издание первое, исправленное и дополненное / А. Прохоров, М. Лысачев. – М.: ООО «АльянсПринт», 2020. – 401 С.

*Антонович О. А.<sup>1</sup>, Антонович Ю. О.<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Международный государственный институт им. А. Д. Сахарова БГУ, г. Минск, Беларусь

<sup>2</sup>Белорусский государственный технологический университет, г. Минск, Беларусь

## **ВАРИАНТ МЕТОДИКИ УСКОРЕННОЙ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ**

*Аннотация.* В работе представлен вариант методики подготовки специалистов с использованием элементов теории планомерно-поэтапного формирования умственных действий и понятий профессора П. Я. Гальперина.

*Ключевые слова.* Подготовка специалистов, психолого-педагогическая теория обучения, схема ориентировочной основы действий.

*Antonovich O. A.<sup>1</sup>, Antonovich Y. O.<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> International sakharov environmental institute BSU, Minsk, Belarus

<sup>2</sup> Belarusian state technological university, Minsk, Belarus

## **ACCELERATED OPTION OF THE METHOD OF SPECIALISTS TRAINING**

*Abstract.* The paper presents a variant of the methodology for training specialists using elements of the theory of systematic-stage-by-stage formation of mental actions and concepts of Professor P. Ya. Galperin.

*Key words.* Training of specialists, psychological and pedagogical theory of teaching, scheme of the indicative basis of actions.

С повышением уровня компьютеризации в автоматизации деятельности предприятий, вопросы повышения качества обучения сотрудников на рабочих местах остаются актуальными. При этом, специфика обучения состоит в использовании конкретного программного средства, в рамках которого предприятие организует и ведет свою работу.

Количество предприятий, на которых работа сотрудником осуществляется через взаимодействие с интерфейсом программного средства, стремительно растёт. Это означает, что менеджеры среднего звена сталкиваются с повторяющейся задачей обучения сотрудника работе с программным средством. Главные ожидания от сотрудников включают в себя выполнения действий обучающимися согласно инструкции с наименьшим количеством ошибок. В идеале, ошибки допускаться не должны.

Для уменьшения финансовых затрат на обучение целесообразно снижать личное участие обучающего, вплоть до исключения его из этого процесса, и стремиться к использованию самими обучающимися только готовых программных средств. В этом случае деятельность обучающего сводится к

разработке методических материалов и обучению пользоваться ими требуемому количеством обучающихся. Здесь также важно обеспечить функции контроля и высокую эффективность обучения.

В целом система обучения должна иметь под собой научное обоснование, а финальный продукт должен стать программной реализацией педагогически обоснованного процесса обучения. В связи с этим обратим внимание на возможное использование психолого-педагогической теории профессора МГУ Гальперина П.Я. (планово-поэтапного формирования умственных действий и понятий), разработанная им, его учениками и последователями [1,2]. Уместно упомянуть, что традиционная структура процесса обучения включает изложение учебного материала, самостоятельную работу обучаемого и контроль знаний.

Согласно упомянутой теории профессора Гальперина, структура процесса обучения содержит три элемента: схему ориентировочной основы действий (ООД), отработку действия по схеме ООД и собственно формирования действия.

Для качественного формирования действия требуется прохождение обучающимся шести этапов, из которых два являются предварительными и четыре основными. К предварительным этапам относятся мотивационный и ориентировочный. На этих этапах основная роль отводится обучающему, который должен сформулировать мотивационные установки и, собственно, подготовить материалы, используя которые обучаемый сможет достичь ожидаемого результата. Третий этап материальный, или материализованный. На этом этапе обучаемый усваивает содержание действия, а преподаватель осуществляет объективный контроль за правильностью выполнения каждой операции, входящей в состав действия. На четвертом этапе происходит формирование действия, как внешнеречевого, т.е. имея исчерпывающую инструкцию в виде схемы ООД, обучаемый выполняет на практике указанные действия, проговаривая вслух всю последовательность выполняемых операций без сокращений. Важно, что обучающий имеет возможность на слух контролировать действия обучаемого. На четвертом этапе выполнение действий происходит беззвучно, но с проговариванием выполняемых действий про себя. На этом этапе действие принимает умственную форму и очень быстро начинает автоматизироваться и обучаемый переходит к выполнению действий по краткой схеме ООД. На пятом этапе действие начинает выполняться автоматически, становится недоступным самонаблюдению, а обучаемый готов выполнять его в соответствии с должностными обязанностями.

В связи с этим, актуальным является вопрос автоматизации процесса обучения по изложенному алгоритму. Современные возможности программного обеспечения в сфере разработки веб-приложений позволяют реализовывать сложные алгоритмы и строить онлайн-эмулятор системы. Для реализации системы обучения персонала по теории профессора Гальперина необходимо иметь универсальный программный продукт, позволяющий разрабатывать конкретные схемы ООД и использовать их при обучении тех или иных

специалистов последовательно в режиме эмуляции и на реальном программном обеспечении.

В рамках дипломного проекта разработан универсальный программный продукт со следующим набором функционала:

- обучающий имеет возможность сделать захваты экрана на каждый шаг своей работы с программным средством и преобразовать его для использования в схеме ООД;
- администратор системы имеет возможность составить индивидуальные план обучения и предложить его обучающемуся;
- обучающийся имеет возможность пройти обучение согласно своему индивидуальному плану, включая работу на онлайн-эмуляторах;
- программа может распознавать корректные и некорректные действия на эмуляторе и информировать о некорректных;
- для повышения мотивации обучающихся, система выдает сертификаты об успешном прохождении учебных модулей.

Таким образом, мы имеем перспективный универсальный программный продукт, который может быть использован для создания материалов для обучения и самообучения с использованием теории профессора Гальперина. Из предоставленных составителем материалов формируется схема ООД и онлайн-эмулятор для тренировок и обучения. Система будет оптимизировать загруженность специалиста, ответственного за обучение сотрудников, снижая тем самым финансовые затраты на обучения в рамках компании и снижая негативный эффект от ухода отдельных сотрудников.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Подольский А.И. Психологическая система П.Я.Гальперина // Вопросы психологии. 09–10.2002.
2. Гальперин П.Я., Талызина Н.Ф. Современная теория планомерно-поэтапного формирования умственных действий. – М.: Педагогика, 1979.
3. Подольский А.И. Научное наследие П.Я. Гальперина и вызовы 21-го века // Национальный психологический журнал, 2017, №3. С. 9–20.



*Балакирева С. В.*

Уфимский государственный нефтяной технический университет, г. Уфа,  
Российская Федерация

## **ОСОБЕННОСТИ ИЗУЧЕНИЯ ЭКОЛОГАМИ ВУЗА ТЕМЫ «ПЛАТА НА НЕГАТИВНОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ ПРИ РАЗМЕЩЕНИИ ОТХОДОВ»**

*Аннотация.* В статье рассматриваются особенности и трудности теоретического материала и практической части - расчета платы за негативное воздействие на окружающую среду от размещения отходов - при изучении темы экологами технического вуза. Приводятся разного уровня сложности задания. Для оптимизации процесса обучения предложено разделение правовых документов на области поиска по рубрикам и передачу текста в краткой форме, дан алгоритм выполнения расчета на основе действующей законодательной базы.

*Ключевые слова:* преподавание, уровни сложности задания, отходы, расчет платы, алгоритм.

*Balakireva S. V.*

Ufa State Petroleum Technical University, Ufa, Russian Federation

## **PECULIARITIES OF STUDYING BY ECOLOGISTS OF THE UNIVERSITY OF THE TOPIC «PAYMENT FOR THE NEGATIVE IMPACT ON THE ENVIRONMENT WHEN DISPOSING OF WASTE»**

*Abstract.* The article discusses the features and difficulties of the theoretical material and the practical part-the calculation of the fee for the negative impact on the environment from the disposal of waste - when studying the topic by environmental students of a technical university. Tasks of different difficulty levels are given. To optimize the learning process, the division of legal documents into search areas by categories and the transmission of the text in a short form is proposed, an algorithm for performing the calculation based on the current legal framework is given.

*Keywords:* teaching, task difficulty levels, waste, calculation fee, calculation algorithm.

Компетенции по предмету «Экономика и прогнозирование промышленного природопользования» в УГНТУ также связаны с получением практических навыков студентами-экологами для работы на производстве. Успешное решение проблемы требует знания современной нормативно-законодательной базы в области охраны окружающей среды (ООС), которая очень обширная, в нее часто вводятся поправки и вносятся изменения; практики выполнения расчетов (ресурсов, образования отходов, выбросов в атмосферу, по ущербу, экосбору, утилизационному сбору, плате, экономической эффективности); нахождения ответов по ситуационным задачам; правильного

заполнения различных форм по первичной отчетности, расчетам, плате за негативное воздействие на окружающую среду (НВОС), статотчетности; освоения электронных программ в кабинете природопользователя Минприроды, фирмы Интеграл и др.

Преподаватель передает знания студентам и оценивает их. Слушатели предмета имеют неравную начальную школьную подготовку и по-разному относятся к получению и усвоению материалов темы. Для заинтересованности в обучении сильным студентам подготавливаются более сложные задания.

Рассмотрим трудности и особенности в изучении темы «Плата на НВОС при размещении отходов».

Основные правовые документы для усвоения темы предлагаются с разделением на области поиска по рубрикам: отходы, категория НВОС, плата, форма таблицы в декларации, особые территории, приведены в табл. 1. Документов много, они сложные, периодически меняются, рассматриваются на теоретической части [1 - 3]. Структурирование документов по тематическим областям и передача в краткой форме (выжимка, суть) текста из документа в малом объеме позволяет студенту быстро понять и освоить материал. На практической части из законодательных документов выбираются нужные сведения.

*Таблица 1*

#### Нормативно-законодательные документы

№	Наименование	Основные документы
1	Отходы производства и потребления.	Федеральный закон (ФЗ) № 89 «Об отходах производства и потребления»; Приказ МПР России от 07.12.2020 № 1021 «Об утверждении методических указаний по разработке ПНООЛР»; ФККО-2018; Распоряжение Правительства РФ от 25.07.2017 № 1589-р «Об утверждении перечня видов отходов производства и потребления, в состав которых входят полезные компоненты, захоронение которых запрещается»; Постановление Правительства (ПП) РФ от 12.11.2016 № 1156 (ред. 15.12.2018) «Об обращении с ТКО и внесении изменения в ПП РФ от 25.08.2008 г. № 641» (вместе с правилами обращения с ТКО); Нормативы накопления ТКО.
2	Категории производства НВОС.	ПП РФ от 31.12.2020 № 2398 «Об утверждении критериев отнесения объектов, оказывающих НВОС к объектам I, II, III, IV категорий».
3	Плата за НВОС.	ФЗ от 10.01.2002 г. № 7 «Об ООС» (ст.16); ПП РФ от 03.03.2017 № 255 (ред. 17.08.2020) «Об исчислении и взимании платы за НВОС»; ПП РФ от 13.09.2016 № 913 (ред. 24.01.2020) «О ставках платы за НВОС и дополнительных коэффициентах»; ПП РФ от 29.06.2018 № 758 (ред. 16.02.2019) «О ставках платы за НВОС при размещении ТКО IV класса опасности (малоопасные) и внесении изменений в некоторые акты Правительства РФ».
4	Форма платы в Декларации.	Приказ МПР РФ от 10.12.2020 № 1043 «Об утверждении порядка представления декларации о плате за НВОС и ее формы и о признании утратившими силу Приказ МПР РФ от 09.01.2017 г. n 3, от 30.12.2019 г. n 899».

5	Территории и объекты, находящиеся под особой охраной.	Письмо Росприроднадзора от 16.12.2016 N ОД-06-01-31/25520. «О дополнительном коэффициенте 2»; ФЗ от 14.03.1995 № 33 «Об особо охраняемых природных территориях»; ФЗ от 23.02.1995 № 26 «О природных лечебных ресурсах, лечебно-оздоровительных местностях и курортах»; ФЗ от 25.06.2002 № 73 «Об объектах культурного наследия (памятниках истории и культуры) народов РФ»; ФЗ от 01.05.1999 № 94 «Об охране озера Байкал»; ФЗ от 07.05.2001 № 49 «О территориях традиционного природопользования коренных малочисленных народов Севера, Сибири и Дальнего Востока РФ».
6	Ответственность	Кодекс РФ об административных правонарушениях от 30.12.2001 № 195-ФЗ (ред. 24.02.2021), гл. 8; УК РФ от 13.06.1996 № 63-ФЗ (ред. 24.02.2021), гл. 26.

Ранжирование промышленных объектов на четыре категории по НВОС предполагает дифференцированный подход к плате за НВОС.

Плату за НВОС за размещение отходов (РО) вносят (кроме объектов IV категории НВОС и объектов, которые не попадают в I - IV категорию по правовым требованиям [4]):

1. Юристы и индивидуальные предприниматели при РО (кроме ТКО).
2. При размещении ТКО (только региональные операторы).

Действует исключение. По объектам IV категории НВОС (не устанавливают лимиты) рассчитывают плату, если в организации дополнительно (одновременно) есть один или все объекты I, II или III категорий (п. 1 ст. 16 ФЗ № 7, [5]). Плату за НВОС по объекту IV категории вычисляют по общей формуле (таблица 2), не применяют повышающий коэффициент 25, платежная база определяется [6] количеством размещенных за год отчета всех отходов по данным учета.

При расчетах платы за РО учитываются четыре фактора [7]: вредность (класс опасности) отхода; платежная база по отходу - масса или объем - по отношению к официально разрешенной (лимит) и по абсолютной величине; наличие особой территории в данном районе; изменение уровня цен на год расчета - корректируется коэффициентом инфляции. Особенно ощутим рост платы при превышении лимитов и нарушении законодательства: отсутствие документов (ПНООЛР, комплексное экологическое разрешение (КЭР), декларация о воздействии на ОС (ДВОС), отчетность об образовании, утилизации, обезвреживании, о РО (ОУОРО)), несанкционированное размещение: сваливание отходов вне полигона или он не имеет лицензии, не зарегистрирован в Госреестре объектов размещения отходов (ГРОРО).

Отчетный период (ОП) составляет календарный год – расчет платы представляют до 1-го марта года, следующего за ОП. Авансовый платеж за 1 - 3 кварталы (кроме 4 квартала) выполняется по итогам ОП - до 20 числа месяца, следующего за ОП. Декларация о плате за НВОС - до 10-го марта года,

следующего за ОП. Документы представляют в Росприроднадзор по месту нахождения объекта. Расчеты оформляют в таблицах на бумагоносителе или в программном обеспечении.

Плата за НВОС за РО исчисляется самостоятельно по формуле:

$\Pi = \Pi(\text{лимит}) + \Pi(\text{сверхлимит}) - 3$  (затраты по снижению НВОС).

В методики [8] формулы для расчета платы за НВОС при РО выбирают в зависимости от принадлежности к категории НВОС, приведены в табл. 2, 3.

Таблица 2

Плата за НВОС за РО (кроме ТКО)

№	Вариант расчета	Формула, разъяснения
1	Плата за размещение отходов в пределах установленных лимитов (кроме ТКО), в соответствии с КЭР, ДВОС, ОУОРО.	$\Pi_{\text{лр}}^m = \sum_{j=1}^m (M_{\text{лж}} \times H_{\text{плж}} \times K_{\text{от}} \times K_{\text{л}} \times K_{\text{ст}}),$ <p>при <math>M_j_{\text{отх}} \leq M_{\text{лж}}_{\text{отх}}</math>,  <math>M_{\text{лж}}</math> - платежная база (объем или масса) за размещение отходов j-го класса опасности (КО), кроме ТКО, т (м<sup>3</sup>);  <math>H_{\text{плж}}</math> - ставка платы за j-го КО, руб./т (руб./ м<sup>3</sup>);  <math>K_{\text{от}}</math> - коэффициент особой территории в соответствии с ФЗ (<math>K_{\text{от}} = 1</math>; <math>K_{\text{от}} = 2</math>);  <math>K_{\text{л}}</math> - коэффициент к <math>H_{\text{плж}}</math> (в пределах лимита) (<math>K_{\text{л}} = 1</math>);  <math>K_{\text{ст}}</math> - коэффициент, принимаемый по п. 6 ст. 16.3 ФЗ № 7 (<math>K = 0</math>; <math>K = 0,3</math>; <math>K = 0,5</math>; <math>K = 0,67</math>; <math>K = 0,49</math>; <math>K = 0,33</math>);  <math>m</math> - количество классов опасности отходов.</p>
2	Плата за размещение отходов сверх установленных лимитов (кроме ТКО), с превышением значений в КЭР, ДВОС, ОУОРО.	$\Pi_{\text{сл}}^m = \sum_{j=1}^m (M_{\text{слж}} \times H_{\text{плж}} \times K_{\text{от}} \times K_{\text{ст}} \times K_{\text{сл}}),$ <p>при <math>M_j_{\text{отх}} &gt; M_{\text{лж}}_{\text{отх}}</math>,  <math>K_{\text{сл}}</math> - коэффициент к <math>H_{\text{плж}}</math> при сверхлимитном размещении, <math>K_{\text{сл}} = 25</math> (с 01.01.2020 г.).</p>
3	Плата при накоплении отходов (кроме ТКО).	$\Pi = 0,$ <p><math>K_{\text{лр}}</math> - коэффициентов за объем или массу отходов, подлежащих накоплению (до 11 месяцев) и после использованных, <math>K_{\text{лр}} = 0</math>.</p>
4	При размещении отходов на объектах РО, исключаящих НВОС в соответствии с законодательной базой РФ.	$\Pi = 0$

Таблица 3

## Плата за размещение ТКО (исчисляется региональным оператором)

№	Вариант расчета	Формула, разъяснения
1	Плата за размещение ТКО.	$\Pi_{\text{ТКО}} = \sum_{j=1}^m (M_{\text{ТКОчрj}} \times H_{\text{ткочлj}} \times K_{\text{от}} \times K_{\text{л}} \times K_{\text{ст}}) +$ $\sum_{j=1}^m (M_{\text{ТКОлрj}} \times H_{\text{ткочлj}} \times K_{\text{от}} \times K_{\text{л}} \times K_{\text{ст}}) +$ $\sum_{j=1}^m M_{\text{ТКОслj}} \times H_{\text{ткочлj}} \times K_{\text{от}} \times K_{\text{сл}} \times K_{\text{ст}}),$ <p>где: <math>M_{\text{ТКОчрj}}</math> - платежная база за размещение ТКО j-го КО за отчетный период, принятых для размещения, кроме тех ТКО, которые были утилизированы в течение отчетного периода, т (м<sup>3</sup>);  <math>M_{\text{ТКОлрj}}</math> - платежная база за размещение ТКО j-го КО, образовавшихся у региональных операторов в собственном производстве в пределах установленных лимитов на их размещение.  <math>M_{\text{ТКОслj}}</math> - платежная база за сверхлимитное размещение ТКО региональными операторами.</p>
2	Плата за размещение ТКО (отсутствие/непредставление документа).	$\Pi_{\text{ТКО}} = \sum_{j=1}^m (M_{\text{ТКОчрj}} \times H_{\text{ткочлj}} \times K_{\text{от}} \times K_{\text{л}} \times K_{\text{ст}}) +$ $\sum_{j=1}^m (M_{\text{ТКОслj}} \times H_{\text{ткочлj}} \times K_{\text{от}} \times K_{\text{сл}} \times K_{\text{ст}}),$ <p>Отсутствие или непредставление: КЭР (I категория НВОС), ДВОС (II категория НВОС), ОУОРО (III категория НВОС).</p>

Авансовые платежи за расчетный год вносят тремя разными способами: вычисляют по сумме платы за прошлый год (1/4 часть); определяют по лимитам на РО производства и потребления (1/4 часть), находят по фактическому загрязнению используя платежную базу прошедшего квартала отчетного года (по замерам).

Итоговый платеж за год вычисляют по формуле:

$$\Pi (\text{год}) = \Pi (\text{лимит}) + \Pi (\text{сверхлимит}) - 3 (\text{затраты по снижению НВОС}) - \Pi (\text{авансы за 1- 3 кварталы})$$

После изучения теоретической части, студенты приступают к выполнению расчетов.

Рассмотрим примеры заданий разного уровня сложности и алгоритм решений.

Задача № 1. Определить плату за НВОС за РО на объекте II категории НВОС за 2021 г. Данные (часть отходов производства) приведены в табл. 4.

Таблица 4

## Отходы (часть) предприятия

№, п/п	Наименование отхода (ФККО-2018)	Норматив образования за год, т/год	Образовалось, т/год	Примечание
1	Аккумуляторы свинцовые отработанные неповрежденные, с электролитом	1,600	1,550	-
2	Шлам очистки емкостей и трубопроводов от нефти и нефтепродуктов	8200,000	8000,000	Размещение на своем хранилище
3	Шины пневматические автомобильные отработанные	0,600	0,600	-
4	Смет с территории предприятия малоопасный	50,000	51,000	-
5	Растительные отходы при уходе за газонами, цветниками	0,400	0,400	-

Задача № 1 относится к среднему уровню сложности. Для правильного решения, выполняются последовательно действия (алгоритм):

1) определяется по ФККО-18 код отхода, класс опасности (КО) и его принадлежность к «ТКО» или «подобный ТКО», особенности по захоронению - наличие полезных утильных компонентов (таблица 5, колонки № 1-4).

Таблица 5

## Решение задачи № 1

№, п/п	Наименование отхода	Код отхода (ФККО)	КО	Принадлежность к ТКО	Примечание
А	Б	1	2	3	4
1	Аккумуляторы	9 20 110 01 53 2	2	не ТКО	-
2	Шлам	9 11 200 02 39 3	3	не ТКО	-
3	Шины	9 21 110 01 50 4	4	не ТКО	Запрет на захоронение с 2019 г. РП РФ от 25.07.2017 г. № 1589-р
4	Смет с территории	7 33 390 01 71	4	не ТКО	-
5	Растительные отходы	7 31 300 01 20 5	5	ТКО	-

2) рассматривается движение отхода (передача на утилизацию (У), обезвреживание (О), размещение на своем (РС) или полигоне другого предприятия (РД)), региональному оператору (РО)); выяснение по каким отходам следует рассчитывать плату за НВОС; выбор формулы платы; определение нормативов платы и нахождение коэффициентов. Выбирают формулу расчета авансовых платежей (АП) (табл. 6, колонки № 5-11).

## Решение задачи № 1 (продолжение)

№, п/п	Наименование отхода	Движение отхода	Расчет платы	Формулы платы по табл. 2		Норматив платы, руб./т	Коэффициенты	АП
				лимит	сверх-лимит			
А	Б	5	6	7	8	9	10	11
1	Аккумуляторы	О	-	-	-	1990,2	-	-
2	Шлам	РС	+	№ 1	-	1327	1,08; 1; 0,3; 1	2
3	Шины	У	-	-	-	663,2	-	-
4	Смет с территории	РД	+	№ 1	№ 2	663,2	1,08; 1; 1; 1; 25 <sup>**</sup> )	2
5	Растительные отходы <sup>*)</sup>	РО	-	-	-	17,3	-	-
Примечание. <sup>*)</sup> плату по отходу выполняет РО; <sup>**</sup> ) повышающий коэффициент при сверхлимитном размещении.								

В задаче № 1 расчет платы за год выполняют по двум отходам (таблица 6).  
 Авансовые платежи будут одинаковыми за 1-3 кварталы:

Шлам:  $Пш_{(АП\ 1-3\ кв.)} = Мш_{(ПНООЛР)} : 4,$

Смет с территории:  $Пст_{(АП\ 1-3\ кв.)} = Мст_{(ПНООЛР)} : 4.$

Корректирующий платеж (4 квартал):

Шлам:  $Пш\ (год) = П(лимит) - П\ (авансы\ за\ 1-3\ кварталы),$

Смет с территории:  $Пст(год) = П(лимит) + П(сверхлимит) - П\ (авансы\ за\ 1-3\ кварталы).$

Суммарная плата за год:

$П\ сумм = Пш(год) + Пст(год).$

Можно повысить уровень сложности задачи № 1 за счет изменения условий временного хранения, связанных с формированием транспортной партии в течение 3 лет по некоторым отходам (аккумуляторы и шины), тогда эти отходы не накапливаются на предприятии (при хранении до 11 месяцев плата НВОС не вычисляется, она равна 0 руб.), а временно размещаются на территории своего предприятия. В этом случае по отходам (аккумуляторы и шины) выполняют плату за НВОС.

Пример условия. Задача № 2. Относится к высокому уровню сложности. Рассчитать плату за НВОС по нефтешламу за 2020 г. Годовой лимит на размещение отхода - 11000 т. Предприятие Поволжья ОАО «ААА» (II категория НВОС). Сорк действия ПНООЛР с 31.05.2015 г. по 30.05.2020 г. Новый ПНООЛР оформили с опозданием, начал действовать с 01.07.2020 г. Отход «Шлам очистки емкостей и трубопроводов от нефти и нефтепродуктов» передавался на размещение в спецорганизацию на «Шламохранилище ОАО «Химик» до 31.01.2020 г. (включительно). С 01.02.2020 г. нефтешлам

размещается на собственном шламохранилище «Шламохранилище ОАО «ААА». Все полигоны по размещению отходов имеют лицензии, зарегистрированы в ГРОРО.

Современные студенты с клиповым, ленточным (компьютерным) мышлением трудно воспринимают большую по объему тему «Плата за НВОС от размещения отходов», которая имеет целый ряд входных параметров (категория объекта НВОС, нормативы и лимиты, код отхода, класс опасности отхода, (не) принадлежность отхода к ТКО, ставки платы, много разных коэффициентов, авансовые платежи), они управляют правильным выбором формулы расчета. Представление теоретического материала, разложенного по полочкам, а также алгоритма расчета платы существенно упрощает материал, способствует понять и усвоить материал даже студентам, которые учатся на удовлетворительно. Задачи сложного уровня предлагаются для решения сильным студентам, позволяя им набрать дополнительные баллы по предмету. После усвоения материала студенты легко осваивают заполнение формы (таблица) расчета по плате в декларации.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Балакирева С.В., Векторы развития законодательной базы России по твердым коммунальным отходам [Текст]/ С.В. Балакирева // Обращение с отходами: современное состояние и перспективы: сб. статей Всерос. науч.-практ. конф., 13 декабря 2018 г. / под ред. И.О. Туктаровой. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2018. – С. 25-29.
2. Балакирева, С.В. Регулирование охраны окружающей среды на производстве на основе рыночных инструментов [Текст] / С.В. Балакирева //Инновационные технологии в промышленности: образование, наука и производство: Сб. матер. Всероссийской науч.-практ. конф. с международ. участием (16 декабря 2016 г.) / УГНТУ, – Уфа: Изд-во «Нефтегазовое дело», 2016. – С.209-210.
3. Балакирева С.В., Новые механизмы экологического регулирования при обращении с отходами производства [Текст]/ С.В. Балакирева, М.И. Маллябаева // Нефтегазопереработка-2016. Сборник материалов междунар. научно-практ. конф. (Уфа, 20 мая 2016 г.). - Уфа: Изд-во ГУП ИНХП РБ, 2016, - с. 43-74.
4. Постановление Правительства РФ от 31.12.2020 № 2398 «Об утверждении критериев отнесения объектов, оказывающих НВОС к объектам 1, 2, 3, 4 категорий». [Электронный ресурс]. URL: <http://www.consultant.ru> / (дата обращения: 22.03.2021).
5. Письмо Росприроднадзора от 11.01.2019 N AA-06-02-31/370. «О плате за НВОС». [Электронный ресурс]. URL: <http://www.consultant.ru> / (дата обращения: 02.04.2021).



6. Письмо Минприроды РФ от 03.02.2020 № 19-47/2482 «Об определении платежной базы». [Электронный ресурс]. URL: <http://www.consultant.ru/> (дата обращения: 22.04.2021).
7. Балакирева, С.В. Обращение с нефтесодержащими отходами на газоперерабатывающем предприятии [Текст] / С.В. Балакирева, Д.А. Митрофанов // Проблемы обеспечения безопасности (Безопасность–2020): материалы II Междунар. науч.-практич. конф. / УГАТУ, ГУ МЧС России по РБ. – Уфа: РИК УГАТУ, 2020. – с. 182-188.
8. Постановление Правительства РФ от 03.03.2017 № 255 (ред. от 17.08.2020) «Об исчислении и взимании платы за негативное воздействие на ОС». [Электронный ресурс]. URL: <http://www.consultant.ru/> (дата обращения: 02.04.2021).

*Борковский Н. Б., Иванюкович В. А., Карпей А. Л., Смирнова Т. В.*

Международный государственный экологический институт им. А. Д. Сахарова  
Белорусского государственного университета, г. Минск, Республика Беларусь

### **ОСОБЕННОСТИ ПРЕПОДАВАНИЯ ДИСЦИПЛИН ИНФОРМАЦИОННОГО ЦИКЛА ДЛЯ СТУДЕНТОВ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ**

*Аннотация.* В работе описан методологический подход к преподаванию дисциплин информационного и программного профиля студентам экологических специальностей, направленный на развитие навыков информационной поддержки персональной профессиональной деятельности и формирование компетенций бакалавров по специальности.

*Ключевые слова:* специальности экологического профиля, информатика, программирование, моделирование, обработка данных, поиск данных, учебные программы

*Borkovsky N.B., Ivaniukovich V.A., Karpej A.L., Smirnova T.V.*

International A. Sakharov Environmental Institute at the Belarusian State University,  
Minsk, Republic of Belarus

### **FEATURES OF TEACHING OF THE INFORMATION DISCIPLINES FOR STUDENTS OF ENVIRONMENTAL SPECIALTIES**

*Abstract.* The paper describes a methodological approach to teaching information and programming disciplines to students of environmental specialties, aimed at developing the skills of information support for personal professional activities.

*Keywords:* specialties of ecological profile, informatics, programming, modeling, data processing, data retrieval, curricula

Особенностью учебных дисциплин информационно-технического и программного направлений является постоянное обновление их содержания, вызванное стремительным развитием информационных технологий. В связи с этим необходимо ежегодно вносить дополнения к учебным программам дисциплин или существенно изменять их содержание. В дополнение к этому, новые образовательные стандарты, на которые переходят учреждения высшего образования Беларуси, предполагают на всех специальностях, кроме связанных с информационными технологиями и программированием, уменьшение количества учебных часов, отведенных на изучение таких дисциплин. Это будет сказываться на качестве усвоения материала и навыках практической работы.

В связи с этим возникла потребность разработки нового подхода к обучению студентов специальностей, не связанных с информатикой и программированием, использовать информационные технологии для решения профессиональных задач в своей предметной области.

В соответствии с прежними учебными планами специальностей экологического профиля обучение информатике проводилось в двух семестрах и включало две дисциплины. Одна из них посвящалась изучению современных подходов к реализации информационных технологий (принципы работы основных технических и программных устройств персонального компьютера), основных правил работы в операционной системе (Windows), в широко используемом интегрированном программном пакете Microsoft Office, а также изучались более мощные системы обработки данных, например, математический пакет для численного анализа данных и научной графики Origin. Вторая дисциплина посвящалась освоению основ программирования, необходимых для решения специалистами своих профессиональных задач. В ней изучались основные элементы программирования, применяемые во всех процедурных языках, а также в пакетах компьютерной математики – организация вычислений, работа с разными типами данных, циклы, ветвления и т.п. Такое обучение проводилось на базе языков программирования Pascal (Delphi) или C. Специализированные профессиональные пакеты, такие как унифицированная программа расчета загрязнения атмосферы «Эколог», изучались в рамках спецкурсов.

Требования новых образовательных стандартов учтены в учебной программе модуля «Информационные технологии и программирование» для экологических специальностей.

Цель изучаемой дисциплины – сформировать систематизированные современные знания по основам информатики, программирования и работы с данными, достаточные для организации информационной поддержки профессиональной деятельности.

Основы информационных технологий.

В связи с вышеизложенным, а также учитывая в целом небольшое количество аудиторных часов, отведенных на преподавание дисциплины, основы информационных технологий даются в сокращенном и ориентированном на нужды специальности виде.

В курс включены понятие об информации, о подходах к измерению ее количества, о непозиционных и позиционных системах счисления, об использовании двоичной системы счисления в компьютерной технике. Рассматриваются базовые понятия информационных технологий: сигналы и данные, алгоритмы и их свойства, логические операторы.

Ключевой вопрос данного раздела – способы хранения и представления в компьютерных системах чисел, изображений и текстов. Важно сформировать у студентов четкое представление об ограничениях, накладываемых компьютерами определенной архитектуры, на точность представления чисел и, соответственно, проинформировать об опасности накопления погрешности в случае длинных цепочек вычислений. В курсе дается представление о типах данных и их особенностях.

Важно также иметь ясное представление о принципах записи и хранения изображений, поскольку выпускники экологических специальностей должны уметь работать с данными космических и аэрофотоснимков, с двумерной и трехмерной визуализацией данных в геоинформационных системах и других профессионально ориентированных пакетах.

В курсе даются минимально необходимые сведения о технических средствах компьютера. При изучении программного обеспечения основной упор делается на работу с операционной системой, пакеты обработки числовых и графических данных.

В практической части основное внимание уделяется решению разнообразных задач (в основном математического характера) в табличном процессоре MS Excel. Функции и инструменты входящие в процессор Пакета анализа и Поиска решения позволяют решать широкий круг задач в любой области профессиональной деятельности

Основы работы в СКМ Matlab и программирование.

Для эффективного использования возможностей современных информационных технологий при обучении студентов экологических специальностей необходимы базовые знания основ программирования, практические навыки отладки программы, представление о возможностях визуализации результатов. Для решения специализированных задач, включая возможности формализации и компьютерного моделирования систем, наиболее предпочтительной является система компьютерной математики Matlab. Одним из существенных преимуществ системы Matlab является ее интеграция практически во все сферы современной науки и техники.

Компания MathWorks разработала коллективную университетскую лицензию, дополненную 15-ю специализированными пакетами (toolboxes) по основным разделам математики, физики, химии, медицины, статистики, обработки сигналов и изображений и пр. Инфраструктура Matlab в обучении студентов большинства вузов стала фактически стандартом при формировании у них навыков вычислительного мышления.

Преподавание базового курса Matlab для студентов-экологов направлено на развитие навыков постановки и решения математических задач и включает следующие разделы:

- основы программирования в среде;
- численное решение алгебраических задач;
- аналитические вычисления;
- научная графика;
- разработка приложений с графическим интерфейсом пользователя (GUI);
- изучение возможностей Optimization Toolbox для решения профессиональных задач.

Система Matlab построена с применением m-файлов, которые являются базовыми элементами и могут использоваться многократно. Организуя m-файлы по типу задач, удобно формировать их в пакеты прикладных программ и расширить возможности стандартных тулбоксов. При этом в процессе программирования приобретаются навыки в использовании основных элементов программирования – циклов, ветвлений и т.п. Программная среда позволяет преобразовывать любой m-файл в «быстрый» код на языках программирования C, C++, Fortran т.е., разработанный алгоритм и отлаженная программа легко компилируется в коды языков более низкого уровня.

Кроме того, Matlab является идеальной средой для моделирования физических явлений и инженерных систем. Для этого используется сопутствующая интерактивная программа Simulink, позволяющая моделировать динамические системы с помощью входящих в библиотеку функциональных блоков (блок-диаграммы), а затем изучить ее поведение в динамике.

Одной из предлагаемых студентам тем является решение нелинейных уравнений и систем уравнений традиционным способом с использованием встроенных функций roots, fsolve, fzero, моделирование этого процесса с помощью блока математических операций пакета Simulink и сравнение полученных результатов. Примеры элементов процесса решения нелинейных уравнений вида  $f_1(x) = 0.3x^3 + 2x^2 - 6x - 10$  и  $f_2(x) = -6x^2 - |x| + 25$  традиционным способом и при помощи созданной в Simulink модели устройства, выполняющего решение этих же уравнений, показана на рис.1 и 2.

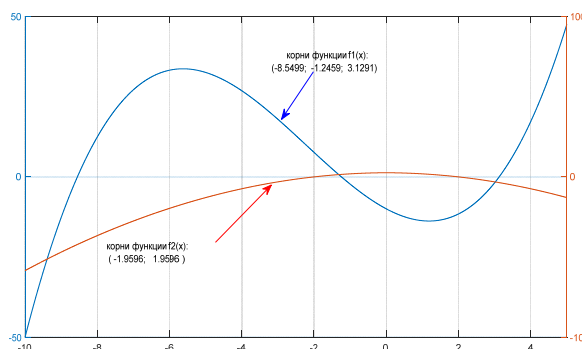


Рис. 1. Графическое решение уравнений  $f_1(x)=0$ ,  $f_2(x)=0$

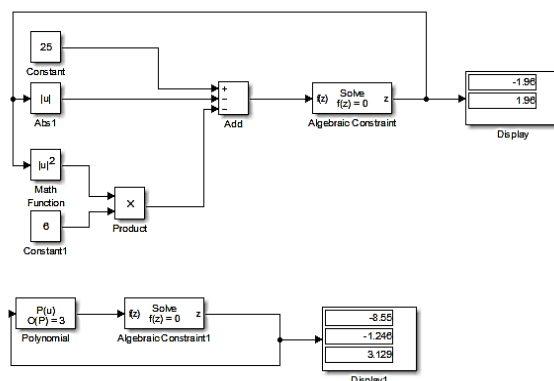


Рис. 2. Модель устройства для решения уравнений, созданная в Simulink

Результаты моделирования, совпадающие с результатами аналитических и численных расчетов, могут служить платформой для усвоения студентами возможностей Simulink при изучении динамических процессов в окружающей среде.

Несомненным преимуществом СКМ Matlab является реализованная в пакете возможность организации параллельных вычислений. Parallel Computing Toolbox обеспечивает два вида параллелизма: распараллеливание по данным (distributed computing), и собственно параллельные вычисления (parallel computing). Параллельное программирование в Matlab основано на парадигме модели передачи сообщений MPI. В качестве штатных средств для решения типовых задач распараллеливания алгоритмов предусмотрены:

- 1) параллельная реализация циклов (директива parfor);
- 2) частный случай SIMD, Single Program Multiple Data (директива spmd).

Операторы внутри блока spmd выполняются одновременно во всех рабочих процессах и используются, например, при моделировании методом Монте-Карло. Кроме того, поддерживаются параллельные вычисления на графических процессорах NVIDIA.

Таким образом, средства СКМ Matlab могут быть эффективно использованы студентами в таких направлениях, как программное обеспечение аналитических вычислений, алгоритмов, проведение численных экспериментов, компьютерное и имитационное моделирование процессов как в информационных системах, так и в объектах окружающей среды.

Технологии работы с базами данных.

Раздел, посвященный освоению основных технологий работы с массивами данных, построен на знакомстве с реляционными моделями данных, изучении языка программирования баз данных SQL, основам проектирования реляционных баз данных и поиску и обработке данных. Реляционная модель данных основана на теории отношений, знание которой позволяет понимать реляционную алгебру и более осмысленно подходить к процессу обработки и поиска данных. Изучение языка программирования SQL ограничено

получением навыков создания инструкций select и реализующими их операторами и модификаторами, а также распространенными методами организации запросов – с группировкой данных, вложенных запросов, перекрестных запросов, использованием ограничений оператором having, организацией вычислений.

Поскольку одной из целей курса является информационное обеспечение специалистом своей профессиональной деятельности, в учебную программу включены основные правила проектирования реляционных баз данных. Кроме разработки инфологической модели базы данных, студенты учатся создавать таблицы, соответствующие требованиям нормальных форм, основанных на анализе функциональных зависимостей.

Практические занятия проводятся с использованием систем управления базами данных MySQL или MS SQL Server Express, которые свободно распространяются разработчиками, не требуют приобретения лицензий и обладают достаточным функционалом для обеспечения персональной работы.

Помимо получения навыков работы с реляционными базами данных, отведено время на знакомство с методами поиска и отбора материалов в библиографических информационных системах, которые собирают и распространяют информацию об открытых научных и технических публикациях специалистов разных стран мира. Как правило, библиографические информационные системы специализированы. Студенты-экологи используют для обучения базу данных Международной ядерной информационной системы (INIS) Международного агентства по атомной энергии. База данных этой системы содержит данные о 4,5 млн. публикаций разного типа по всем проблемам, связанным с ядерными наукой и технологиями, в том числе и воздействию на окружающую среду ядерных и других энергогенерирующих технологий. ИНИС предоставляет также свободный доступ к более чем 600 тысячам полнотекстовых документов. Поиск данных в сети интернет имеет свою специфику, связанную с использованием web-технологий. В ИНИС используется поисковая система Google. На практических занятиях изучаются пользовательские интерфейсы для проведения обычных и расширенных поисков, предназначенные для генерации команд для отбора публикаций по всевозможным критериям, показаны методы работы с полнотекстовыми документами, сохранения историй поисков и отобранных материалов. Студентам предлагаются темы поисков, соответствующие их профессиональным интересам, демонстрируется полезность владения технологиями библиографических баз данных для поиска современных учебных пособий, подготовки литературных обзоров для курсовых и дипломных работ, а также подготовки магистерских диссертаций.

В целом, имеющийся опыт преподавания основ информационных технологий по предлагаемой методике показывает, что в условиях возрастающей конкуренции на рынке труда студенты мотивированы получать знания, приближенные к реальной профессиональной деятельности. Часть студентов, нацеленная на научно-исследовательскую деятельность, проявляет

интерес к решению нестандартных задач, и это необходимо учесть в методическом инструментарии. В частности, целесообразно ввести интерактивные формы исследования моделей, связанных с практическими задачами в предметной области.

Следует отметить, что в настоящее время обсуждается предложение об изучении основ программирования на языке R, который предлагает большой набор пакетов для вычислений, моделирования, статистической обработки данных, подготовки графических материалов и является более дружелюбным по сравнению с пакетом Matlab, но менее развит с инструментальной точки зрения.

*Букейханов Н. Р., Гвоздкова С. И., Бутримова Е. В.*

Московский государственный технологический университет «СТАНКИН»,  
г. Москва, Российская Федерация

### **ФАКТОРЫ ФОРМИРОВАНИЯ ИНФОРМАТИКИ. РОЛЬ ТЕХНИЧЕСКИХ ДИСЦИПЛИН**

*Аннотация.* В работе проведен анализ факторов создания, использования и развития информатики как основы цифровой техники и технологий. Рассмотрены примеры роли технических наук для создания и функционирования информационных технологий.

*Ключевые слова:* Технические дисциплины, технологии, информатика.

*Bukeikhanov N.R., Gvozdkova S.I., Butrimova E.V.*

Moscow State University of Technology "STANKIN", Moscow, Russian Federation

### **FACTORS OF FORMATION OF INFORMATICS. ROLE OF TECHNICAL DISCIPLINES**

*Abstract.* The paper analyzes the factors of creation, use and development of informatics as the basis of digital technology. Examples of the role of technical sciences for the creation and functioning of information technologies are considered.

*Key words:* Technical disciplines, technologies, informatics.

На данное время одно из главных достижений цивилизации – создание цифровой экономики, основой которой является все более расширяющееся применение информационных технологий (ИТ).

Представим вариант междисциплинарных связей широко круга фундаментальных и прикладных дисциплин, которые являются как истоками, так и потребителями ИТ. В первую очередь особо отметим, что выдающийся математик, философ Норберт Винер, изучив труды по физиологии о законах работы центральной нервной системы лауреата Нобелевской премии Ивана

Павлова, Ивана Сеченова, Петра Анохина и других, использовал учение о прямой и обратной связи при создании новой науки «кибернетика» – науки об управлении. При этом процесс управления обеспечен передачей информации также по механизму прямой и обратной связи (рис.1).



Рис. 1. Модели Н.Винера систем управления и передачи информации

За относительно короткое время на основе междисциплинарных связей кибернетики, достижений других академической и прикладной наук (рис.2) были созданы современные ИТ, развитие которых привело к созданию системы искусственного интеллекта (ИИ). При этом каждый компонент системы включает работу множества ученых, оценка роли каждого из них требует специального исследования. Один из вариантов истории создания ИТ приведен на рис. 1. Несмотря на множество представленных на нем дисциплин, по нашему мнению, он не включает ряд технических дисциплин существенных для реальной ситуации создания и функционирования ИТ [1, 2]. Для компактного изложения эти материалы совокупно с информацией рис. 2 обобщены в табл. 1.





Рис. 2. Структура современной информатики [3]

Графа 4 табл.1 «ТЕХНИКА\*\*ТЕХНОЛОГИИ» нами представлена также как графа1 «ИНФОРМАТИКА» общей вертикальной колонкой с целью показать, что все дисциплины: сама информатика, дисциплины графы 2 используют компьютерную технику как воплощение конкретных конструкций, материалов, источников энергии, обеспечения безопасности и методы рециклинга (переработки использованных изделий и т.п.) [4].

Для нас очевидно, что студенты технических вузов должны осознавать, что интеграция наук, их междисциплинарность должны представляться так, чтобы роль, методы Примеры роли технических наук (генерация и развитие инноваций, подбор для реализации идей соответствующих конструкций, материалов, источников энергии и т.п.), что представляет собой «hard wear» без которых нереально представлять работу программ –«soft wear».

Таблица 1

Факторы создания, использования и развития информатики как основы цифровой техники и технологий

1	2		3	4			
И Н Ф О Р М А Т И К А	2.1.ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ИНФОРМАТИКА	2.1.1.Математическая логика	Технические науки создающие Компьютерную технику. содержание которых включает: Материалы Энергию Конструирова- ние изделий, Производство Модернизацию, Ремонт, Безопасность (персонала, населения, информации) Рециклинг	Т Е Х Н И К А * * Т Е Х Н О Л О Г И Я			
		2.1.2.Вычислительная математика					
		2.1.3.Теория информации					
		2.1.4.Системный анализ					
		2.1.5.Теория принятия решений					
	2.2.ИСКУССТ ВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ	2.2.1.Психолингвистика					
		2.2.2.Когнитивная психология					
		2.2.3.Робототехника					
		2.2.4.Операционные системы					
		2.2.5.Экспертные системы					
	2.3.ПРОГРАМ МИРОВАНИЕ	2.3.1.Системное					
		2.3.2.Прикладное					
		2.3.3.Трансляторы					
		2.3.4.Языки программирования					
	2.4.ПРИКЛАД НАЯ ИНФОРМАТИ КА	2.4.1.АСНИ					
		2.4.2.САПР					
		2.4.3.АСУ					
		2.4.4.АИС					
		2.4.5АОС					
		2.5.ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА					
	2.6.КИБЕРНЕ- ТИКА	2.6.1.Автоматическое управление					
		2.6.2.Бионика					
		2.6.3.Распознавание образов					
		2.6.4.Гомеостатика					
2.6.5.Математическая лингвистика							

Пример роли материаловедения в качественном скачке в развитии hard wear – разработка сверхчистого кремния как основы прогресса электроники, путем замены ламповой электроники на полупроводниковую.

Пример современного использования знаний медиков об устройстве работы мозга – создание и развитие перцептрона – налога нейросетей ЦНС, необходимых для разработки сверхмощных компьютеров.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Букейханов Н.Р., Ерофеева В.И., Гвоздкова С.И. Преимущества аддитивных технологий/ Техносферная безопасность, надежность, качество, энергосбережение: ТЗ8. Материалы 22 Международной научно-практической конференции. Выпуск XXII: В 2 т. – Том 1. Ростов-н/Д: Донской государственный технический университет, 2020 – с.416-421.
2. Букейханов Н.Р., Чмырь И.М., Гвоздкова С.И. и др. Основы экотехносферной безопасности: учеб. пособие /Москва-Вологда: Инфра-Инженерия, 2021-132 с.
3. Структура современной информатки//[http://900igr.net/prezentaci-ja/bez\\_uroka/informatika.-osnovnye-ponjatija-informatiki-140488/struktura-sovremennoj-informatiki-5.html](http://900igr.net/prezentaci-ja/bez_uroka/informatika.-osnovnye-ponjatija-informatiki-140488/struktura-sovremennoj-informatiki-5.html) (дата обращения 28.04.2021).
4. Команда редакторов Promdevelop.Техника и технические науки, принципы классификации техники // <https://promdevelop.ru/science/tehnika-tehnicheskie-nauki-printsipy-klassifikatsii/>(дата обращения 27.04.2021).

*Возженникова А. Е.*

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень, Российская Федерация

### **ВОПРОСЫ БЕЗОПАСНОСТИ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ БУДУЩИХ СПЕЦИАЛИСТОВ В ПЕРИОД ПАНДЕМИИ**

*Аннотация.* Период пандемии стал переломным событием на пути формирования нового направления образовательной деятельности, а именно дистанционного обучения. Инфекция COVID-19 позволила раскрыться данному направлению, выявить достоинства и существенные недостатки такой формы образования, а также оценить ее безопасность.

*Ключевые слова:* Дистанционное обучение, образование, безопасность, COVID-19, инновационные технологии, система обучения.

*Vozzhennikova A.E.*

Industrial University of Tyumen, Tyumen, Russian Federation

### **SAFETY ISSUES OF DISTANCE LEARNING FOR FUTURE SPECIALISTS IN THE PANDEMIC PERIOD**

*Abstract.* The period of the pandemic became a turning point in the formation of a new direction of educational activity, namely distance learning. The COVID-19 infection made it possible to reveal this area, to identify the advantages and significant disadvantages of this form of education, and also to assess its safety.

*Key words:* Distance learning, education, safety, COVID-19, innovative technologies, training system.

Цифровые инновационные технологии были в этом году спасением для многих преподавателей, но они также были источником разочарования, недоумения и усталости. Платформы видеоконференцсвязи позволяли педагогам и ученикам оставаться на связи, даже если они не могли находиться одной аудитории, но они также создавали множество проблем с конфиденциальностью, безопасностью, логистикой и обучением.

Системы управления учебным процессом и онлайн-хранилища материалов курсов, снабжали учителей инструментами для сбора работ учащихся и распространения заданий, но они также оказались пугающими для некоторых преподавателей, которые ранее не сталкивались с подобными технологиями. В свою очередь, сетевые точки доступа Wi-Fi и портативные компьютеры обеспечили связь между студентами и преподавателями из дома, однако цифровой разрыв стал, как никогда заметным, поскольку, неравенство в доступе к современным технологиям угрожало расширить существующую пропасть в возможностях для студентов-инвалидов и учащихся из других уязвимых и маргинальных групп населения.

Это был головокружительный, драматический и разрушительный год, который вывел образовательные технологии на передний план в небывалом масштабе и изменил образовательную среду таким образом, что очевидной и обыденной такая форма обучения может стать только с годами.

Чтобы разобраться в хаосе и лучше понять, как последние девять месяцев повлияют на использование технологий в высшем образовании на долгие годы, а также оценить безопасность дистанционного обучения для будущих специалистов, проанализируем сложившуюся ситуацию.

В марте 2020 г министр науки и высшего образования РФ Валерий Фальков подписал приказ, о том, что в целях защиты здоровья обучающихся и работников образовательных организаций вузам рекомендуется перейти на дистанционное обучение. Такие меры были введены в связи с неблагоприятной ситуацией по новой коронавирусной инфекции (COVID-19) [1]. В связи с этим приказом, миллионы учеников с марта 2020 г учатся дома или посещают здания частично, в течение значительной части текущего учебного года. Учителям приходится использовать платформы для видеоконференций, такие как Zoom и Microsoft Teams, а также менее технологичные альтернативы, такие как телефонные звонки и электронные письма, чтобы поддерживать связь со своими учениками. Многие педагоги уделяли первоочередное внимание эмоциональной гармонии студентов, делали все возможное, чтобы обеспечить доступ к обучению, даже если они заболели и не могли пойти на лекции лично.

Закрытие ВУЗов по всей стране весной, а также и осенью этого года, введение смешенного и дистанционного режима обучения во многих регионах усложнили задачу поддержания связи со всеми учениками. Прошлой весной преподавателям было трудно охватить значительную часть ученического контингента. Однако эта практика улучшилась, и последние данные показывают, что педагоги научились обращаться с интернет-ресурсами, а число преподавателей, которые ежедневно общаются со всеми своими учениками,

почти удвоилось за последние недели по сравнению с низкими показателями весны [2].

До пандемии лишь некоторые высшие учебные заведения имели большой опыт виртуального обучения большинства или всех своих учеников. Онлайн-обучение может принимать множество различных форм, некоторые из которых больше напоминают типичное личное обучение, чем другие. Многие эксперты по онлайн-обучению призвали школы найти способы в рамках своих ограниченных ресурсов минимизировать время обучения своих учеников в режиме реального времени и вместо этого поощрять самостоятельное и обучение, основанное на проектах.

Но эти масштабные сдвиги в учебном процессе нелегко осуществить в кризисной ситуации. Мнения об удаленном обучении различались в зависимости от социально-экономического статуса и географического положения человека. В этом году дистанционное обучение вызвало широкий спектр откликов, и наметились некоторые заметные тенденции. Например, жителей пригородов и городов с большей вероятностью поддерживали дистанционное обучение, чем жители сельской местности, ограниченные в возможностях, как выхода в интернет, так и оснащения современной техникой.

Также поскольку вирус затронул некоторые районы страны сильнее, чем другие, в разные моменты в течение года, учебные организации взвесили важность защиты учащихся и сотрудников от воздействия COVID-19 с рисками, что длительное закрытие зданий приведет к социальной изоляции и потере знаний. для студентов, особенно из уязвимых групп, таких как изучающие английский язык и студенты с ограниченными возможностями.

Смещенная форма обучения стала более приемлемой альтернативой: небольшие группы учеников возвращаются в здания Вузов для выполнения лабораторных и практических занятий, а лекции слушают из дома, при этом уязвимые ученики получают приоритет для очного обучения, а дистанционное обучение продолжается как вариант очного обучения для тех, кто нуждается в подобном.

В то время как ученики и педагоги находились по разные стороны мониторов, вопрос о том, что представляет собой участие в работе на паре из дома, поднимался неоднократно. Некоторые студенты не хотели включать камеры во время сеансов видеоконференции, потому что им неудобно демонстрировать свое окружение. Некоторые учебные заведения не хотят требовать включения камер по этим причинам, в то время как другие заявляют, что учащимся необходимо включить камеры, чтобы они могли активно участвовать в сеансах видеоконференций.

В современном мире сотни высших учебных организаций годами работают над тем, чтобы каждому ученику удалось получить хотя бы по одному ноутбуку или планшету. Во многих регионах эти усилия быстро ускорились в этом году, так как срочность обеспечения равного доступа к технологиям для всех учащихся значительно возросла. При этом школы и общественность больше не могли игнорировать или преуменьшать давнюю проблему, которой

не хватает простого решения: миллионы русских студентов не имеют адекватной связи в своих домах, чтобы участвовать в дистанционном обучении без головной боли и нервов. Сохранение данной проблемы, несмотря на значительный прогресс в ее решении, останется значительной трудностью в новом году и в последующий период.

С более широким использованием технологий, особенно за пределами аудиторий, также появилось больше уязвимостей для кибератак и возможности нарушения правил и норм конфиденциальности. А это еще одна угроза безопасности для будущих специалистов. Студенты были одними из наиболее частых целей хакеров, хулиганство в сети начало расти. Только за последние несколько месяцев по вине онлайн-образования, учащиеся и преподаватели столкнулись с серьезными угрозами кибербезопасности.

Термин «зум-бомбинг» вошел в лексикон, обозначая инциденты, в которых хакеры вмешивались в виртуальные пары и собрания учебного совета с ненормативной лексикой, оскорблениями и в непристойных образах [3]. Действия, необходимые для обеспечения безопасности студентов, в этом году заметно отличались, а угрозы исходили из самых разных источников. Эксперты прогнозируют, что растущее использование технологий в образовании во время COVID-19, способствовало кибератакам больше, чем когда-либо, но, вероятно, эта проблема останется глобальной для будущих специалистов даже после пандемии.

Таким образом, можно сделать вывод, что некоторым студентам и учителям дистанционное образование дается легче, чем другим. Технические проблемы, которые создают препятствия для последовательного обучения, кибератаки, угрожающие безопасности, конфиденциальности и нормальному восприятию обучения, а также увеличенная нагрузка преподавателей, все это, безусловно, сказывается на качестве обучения будущих профессионалов. Вопреки всему, у онлайн-обучения существуют и положительные стороны, развивая которые можно помочь получить высшее образование людям с ограниченными возможностями. Из опыта этого года стало ясно, что системе образования России предстоит проделать большую работу, прежде чем удаленное обучение станет жизнеспособным вариантом для большинства студентов.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Российская газета [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://rg.ru/2020/03/15/minobrnauki-rekomendovalo-vuzam-organizovat-distancionnoe-obuchenie.html> (Дата обращения: 01.02.2021)
2. Учитель 2.0: как пандемия трансформировала профессию преподавателя [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.hse.ru/news/life/413940870.html> (Дата обращения: 05.02.2021)

3. Zoom-бомбинг: как не допустить и как сделать из него инфоповод [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://mediabitch.ru/zoom-bombing/> (Дата обращения: 07.02.2021)

*Дружакина О. П.*

Удмуртский государственный университет, г. Ижевск, Российская Федерация

## **РАЗВИТИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ПРОЕКТНО-ОРИЕНТИРОВАННОГО ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ВОЛОНТЕРСТВА**

*Аннотация.* В работе показан опыт развития профессионального экологического волонтерства в ФГБУО ВО «УдГУ» на основе проектно-ориентированной деятельности в области раздельного сбора отходов и ответственного потребления как метода формирования надпрофессиональных компетенций. Применение проектной деятельности мотивирует академическую и профессиональную активность студентов, их грантовую, публикационную и конкурсную деятельность, способствует формированию гражданской ответственности и реализации творческого потенциала. Проектно-ориентированное волонтерство не является событийным. Поэтому в полной мере позволяет овладеть участникам проекта личностно-ориентированными и профессиональными компетенциями как в учебной, так и волонтерской деятельности.

*Ключевые слова:* Волонтерство, надпрофессиональные компетенции, метод проектов, экологическое лидерство

*Druzhakina O. P.*

Udmurt State University, Izhevsk, Russia

## **DEVELOPMENT OF PROFESSIONAL PROJECT-ORIENTED ENVIRONMENTAL VOLUNTEERISM**

*Abstract.* The paper shows the experience of developing professional environmental volunteerism in the Udmurt State University on the basis of project-oriented activities in the field of separate waste collection and responsible consumption as a method of forming supra-professional competencies. The use of project activities motivates the academic and professional activity of students, their grant, publication and competitive activities. This method of working with volunteers contributes to the formation of civic responsibility and the realization of creative potential. Project-based volunteering is not event-driven. Therefore, it allows the project participants to fully master personal-oriented and professional competencies in both educational and volunteer activities.

*Key words:* Volunteerism, supra-professional competencies, project methodology, environmental leadership

Актуализация экологического волонтерства особенно стала возрастать с началом реализации «мусорной» реформы в России, начавшейся 1 января 2019 года, поскольку создание инфраструктуры по безопасному обращению с отходами, в частности, твердыми коммунальными (ТКО), невозможна без соответствующего уровня экологической культуры населения. Именно поэтому одной из приоритетных задач национальных проектов «Экология» и «Чистая страна» является информационно-просветительской работы с населением по формированию экокультуры [5]. Для решения этой социально-значимой задачи необходимы лидеры в области эколого-просветительской работы, что требует владение не только профессиональными, но и надпрофессиональными компетенциями.

В декабре 2019 года по специально разработанной Институтом гражданской защиты Удмуртского государственного университета программе обучено 20 волонтеров в области организации раздельного сбора отходов и ответственного потребления. Большая часть обучившихся – это студенты направления «Природообустройство и водопользование», т.е. область безопасного обращения с отходами для них знакома не понаслышке, т.к. является для них профессиональным полем деятельности. Приоритет в подготовки был отдан студентам профильного направления подготовки именно с позиции развития профессионального волонтерства в ВУЗе. Именно специально обученные студенты стали основой Волонтерской лига «Раздельному сбору отходов ДА!». Само название показывает направленность работы Лиги.

Цели проекта:

1. Формирование и развитие профессионального экологического волонтерства через проектную деятельность;
2. Формирование надпрофессиональных компетенций и экологической культуры в области обращения с отходами у молодого поколения.

Миссия проекта: улучшение качества окружающей среды в Удмуртской Республике, развитие активного гражданского общества, формирование экологической ответственности молодежи в области обращения с отходами, удовлетворение социальной потребности в области профессионального экологического лидерства.

Анализ экологического волонтерства в России показывает, что большинство из них направлено на решение экологических задач в целом, что снижает качество профессиональной составляющей в работе с волонтерами. Основой подготовки и реализации воспитательной работы с волонтерами в Волонтерской лига «Раздельному сбору отходов ДА!» является проектный метод, при котором каждый волонтер может реализовать себя и как экологически ответственный гражданин, и как специалист в области безопасного обращения с ТКО, формируя навыки работы в команде, лидерские качества, реализуя творческий и профессиональный потенциал.

Развитие профессионального проектно-ориентированного волонтерства представляет собой уникальную образовательную методику, которая



способствует развитию у учащегося интереса к поиску своей личностной уникальности, построению индивидуальной траектории профессионального роста через проекты, что отличает такой формат от событийного волонтерства. Это одно из направлений по формированию высококлассного компетентного специалиста, решающего в будущем любые экологические задачи, связанные с его профессиональной деятельностью [3].

Под добровольческой деятельностью (волонтерством) понимают свободный выбор активного участия в социально значимой деятельности посредством личного труда. Молодые люди стремятся на добровольной основе распространять социально значимые навыки и умения для тех, кто в этом нуждается [4].

Опыт работы со студентами показывает важность получения конкретного результата в ходе их деятельности, в том числе и волонтерской работы. Результативность работы в большей мере определяет степень их мотивации и удовлетворенность от участия в волонтерстве.

В исследовании Бородаевой Г. Г. и Рудневой И. А. отмечены следующие причины участия студентов в волонтерских проектах: установление деловых связей и личных контактов (35 % опрошенных); приобретение опыта взаимодействия с разными людьми (20 % опрошенных); развитие специальных навыков и знаний (18 % опрошенных); знакомство и изучение особенностей различных жизненных ситуаций (12 % опрошенных) и другие [1]. Другими словами, большинство студентов включаются в разработку и реализацию волонтерских проектов для приобретения нового учебно-профессионального опыта и установления деловых и профессиональных связей. С целью обеспечения запроса участников волонтерского движения нами разрабатываются различные по формату и наполнению проекты, представленных на рис. 1.

У каждого проекта есть автор или группа авторов из числа волонтеров Лиги, есть команда. Волонтерами за 2020 год подано 7 заявок на конкурсы различного уровня: городской конкурс «Атмосфера», Всероссийские конкурсы «Росмолодежь» и «Моя страна – моя Россия», региональная программа «ЭКОпром». Проекты Экоквеста и Экофестиваля стали участниками III Всероссийского конкурса экопроектов Неправительственного экологического фонда имени В.И. Вернадского, а лидеры волонтерского движения - участники конкурса «Ответственное производство и потребление: сохраним природные ресурсы для будущих поколений» (организатор АНО «Научно-просветительская организация «Энергия и Экология»).



Экоуроки и экологические квесты для школьников и студентов:  
Проведено более 30 экоуроков, участие в которых приняли свыше 650 человек, 17 квестов, где участие приняли более 800 человек



Информационно-просветительский Проект «100 вопросов к специалисту»

Проведено 3 встречи со специалистами в области обращения с отходами и ответственного потребления:

10 февраля 2021г. «Экологичный гардероб»

31 марта 2021г. ООО «Зеленый паровоз»

01 апреля 2021 г. Информационный центр Атомной Энергии,

10 апреля 2021 г. Круглый стол с представителями МПР УР и ООО «САХ»



Экофестиваль «УдГУ зарделяет».

3 октября 2020 г. в работе первого экофестиваля приняли участие более 250 человек

17 апреля 2021 г. – в работе фестиваля приняло участие более 200 человек

*Рис. 1. Примеры проектов в работе Волонтерской лига «Раздельному сбору отходов ДА!»*

С января 2020 г. волонтерами лиги «Раздельному сбору отходов ДА!» проведено более 30 экоуроков, 7 мероприятий по вопросам формирования экологической культуры, экологической ответственности и грамотности в области раздельного сбора отходов. Участниками мероприятий за 2020 год стали более 2500 жителей города Ижевска. Волонтерская лига «Раздельному сбору отходов ДА!» является победителем конкурса «Лучший эковолонтерский отряд» за 2020 год (номинация «Эко-молодость»), проводимого Неправительственным экологическим фондом имени В.И. Вернадского.

Применение метода проектов [3] при работе с волонтерами позволили подготовить по их результатам ряд практико-ориентированных выпускных квалификационных работ по направлению подготовки «Природообустройство и водопользование».

Ключевая идея профессионального практико-ориентированного волонтерства как образовательной технологии — это повышение учебной мотивации студентов, поскольку обеспечивает погружение в реальную социально-экологическую практику, в которой участие принимается добровольно и создает условия реализации личностного и профессионального потенциала каждого. А реализация проекта в ареале волонтерства создает благоприятные условия

формирования надпрофессиональных компетенций, полное овладение которыми в рамках образовательного процесса затруднено. Проект продолжает развиваться как за счет новых идей, так и новых членов волонтерской Лиги. Следующим этапом мы видим создание школы подготовки эковолонтеров, лидеров экологического просвещения в Республике.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бородаева Г.Г., Руднева И.А. Волонтерская деятельность как фактор формирования личности студента // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 4. [Электронный документ]. – Режим доступа: <http://science-education.ru/ru/article/view?id=14037>
2. Дерябина Л.В. Современные педагогические технологии. Метод проектов // Вестник ТГПУ (TSPU Bulletin). – 2012. - №2. [Электронный документ]. – Режим доступа: <https://nsportal.ru/blog/obshcheobrazovatel'naya-tematika/all/2012/04/23/sovremennye-pedagogicheskie-tehnologii-metod>
3. Дружакина О.П. Формирование экологических надпрофессиональных компетенций в области экологически осознанного потребления // Экологическая безопасность в техносферном пространстве: сб. материалов Третьей Междунар. науч.-практ. конф. преподавателей, молод. ученых и студентов (9 июня 2020 г.) - Екатеринбург: Изд-во РГППУ, 2020. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://elibrary.udsu.ru/xmlui/handle/123456789/19586>.
4. Обучение служением: Методическое пособие / Под редакцией О.В. Решетникова, С.В. Тетерского. — М.: АВИЦ, 2020. — 216 с.
5. Паспорт национального проекта «Экология» от 01.10.2018 [Электронный документ]. – Режим доступа: [https://www.mnr.gov.ru/activity/directions/natsionalnyy\\_proekt\\_ekologiya/](https://www.mnr.gov.ru/activity/directions/natsionalnyy_proekt_ekologiya/)

*Журавков В. В., Тонконогов Б. А.*

Международный государственный экологический институт имени А. Д. Сахарова  
Белорусского государственного университета, г. Минск, Республика Беларусь

## СОВРЕМЕННЫЕ ЭЛЕКТРОННЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ ИНОСТРАННЫХ ГРАЖДАН

*Аннотация.* Представлены особенности освоения и внедрения технологий электронного обучения и элементов цифровой инфраструктуры в образовательный процесс на примере электронных образовательных ресурсов для обучения иностранных граждан по новым специальностям с соответствующими профилизациями II ступени высшего образования на английском языке. Особенностью организации обучения является разработка и использование в качестве учебно-методических средств современных

электронных образовательных ресурсов, включающих средства дистанционного взаимодействия и автоматизации учебной деятельности и реализованных в среде электронного образовательного портала (системы управления обучением) МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ.

*Ключевые слова:* электронные образовательные ресурсы, обучение иностранных граждан, технологии электронного обучения, элементы цифровой инфраструктуры, система управления обучением.

*Zhuravkov V. V., Tonkonogov B. A.*  
ISEI BSU, Minsk, Republic of Belarus

## **MODERN ELECTRONIC EDUCATIONAL RESOURCES FOR TRAINING FOREIGN CITIZENS**

*Abstract.* The features of the development and implementation of e-learning technologies and elements of digital infrastructure in the educational process are presented on the example of electronic educational resources for training of foreign citizens in new specialties with the corresponding profilings of the II stage of higher education in English. A feature of the organization of training is the development and use of modern electronic educational resources as educational and methodological tools, which include means of remote interaction and automation of educational activities and implemented in the environment of the electronic educational portal (learning management system) of ISEI BSU.

*Keywords:* electronic educational resources, training of foreign citizens, e-learning technologies, elements of digital infrastructure, learning management system.

Работниками МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ проанализирован и использован опыт учреждений высшего образования в освоении и внедрении технологий электронного обучения и элементов цифровой инфраструктуры (компьютерное, серверное и телекоммуникационное оборудование, компьютерные сети и информационные системы передачи и обработки данных, универсальное и специализированное программное обеспечение и так далее) в образовательный процесс, а также повышении квалификации работников по вопросам цифровой трансформации в образовании. В частности, основными вопросами, связанными с указанными проблемами, являются: продвижение информационно-коммуникационных технологий в образовательном процессе и совершенствование образования в этом направлении; внедрение практики обучения с использованием информационно-коммуникационных технологий; внедрение информационно-коммуникационных технологий (системы управления обучением, облачные технологии, большие данные и так далее) в учебный процесс для управления образованием; совершенствование системы образования, повышение конкурентоспособности и интеграция белорусского образования в мировой инновационный процесс; использование

информационно-коммуникационных технологий для расширения экспорта образовательных услуг и формирования модели «Университет 3.0»; социальная адаптация работников сферы образования к новым инновационным технологиям; анализ эффективности процессов цифровизации в секторе образования; гармоничное сочетание инновационных и традиционных технологий для подготовки всесторонне развитых специалистов; решение проблем разрыва знаний вследствие того, что индустрии и технологии изменяются значительно быстрее, чем результаты образования и другие.

Основной целью создания и использования современных и удобных средств информационно-коммуникационного взаимодействия в рамках открытия новых специальностей и соответствующих профилизаций явилось стремление к реализации элементов цифровой трансформации учебного процесса, заключающихся в значительной качественной и количественной реорганизации методик оказания образовательных услуг. Цифровая трансформация в области образования преследует не только техническую информатизацию учреждений высшего образования и использование различных информационных технологий, но и изменение образовательных форм и методов, а также системы управления учебным процессом.

В среде электронного образовательного портала МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ разработаны следующие курсы дистанционного обучения для соответствующих профилизаций:

- 1-33 80 01 «Экология (урбозэкология)»:
  - Введение в специальность;
  - Городская биота и методы ее изучения;
  - Компьютерная визуализация экологической информации;
  - Медико-демографические особенности городских экосистем;
  - Методы обработки экологических данных;
  - Оптимизация городского развития;
  - Организация и рынок экологических услуг;
  - Правовое регулирование урбанизации и техносферы;
  - Теория и методология экологических исследований;
  - Управление инновационными проектами в экологии;
  - Фитотехнология восстановления и благоустройства городов;
  - Экологические проблемы мегаполисов;
- 1-33 80 05 «Медико-биологическое дело (медицинская биохимия)»:
  - Клиническая лабораторная диагностика;
  - Методы клинической биохимии;
  - Патобиохимия;
  - Фармакологический модуль. Клиническая фармакология;
- 1-33 80 05 «Медико-биологическое дело (прикладная иммунология)»:
  - Прикладная микробиология;
- 1-33 80 05 «Медико-биологическое дело (цитогенетика)»:
  - Введение в специальность;
  - Клеточная биотехнология;

- Компьютерное моделирование биоактивных химикатов;
- Методы молекулярной диагностики хромосомных aberrаций;
- Микробиологическая диагностика;
- Молекулярная цитология и генетика;
- Онкогенетика;
- Организация и рынок услуг в медицинской и биологической индустрии;
- Прикладная микробиология;
- Теория и методология биомедицинских исследований;
- Цитогенетические методы диагностики системной патологии.

Указанные курсы обеспечивают определенные и специфические для каждой дисциплины графический пользовательский интерфейс и функциональность как для обучающихся, так и профессорско-преподавательского состава и обслуживающего персонала (рис. 1 - 4).

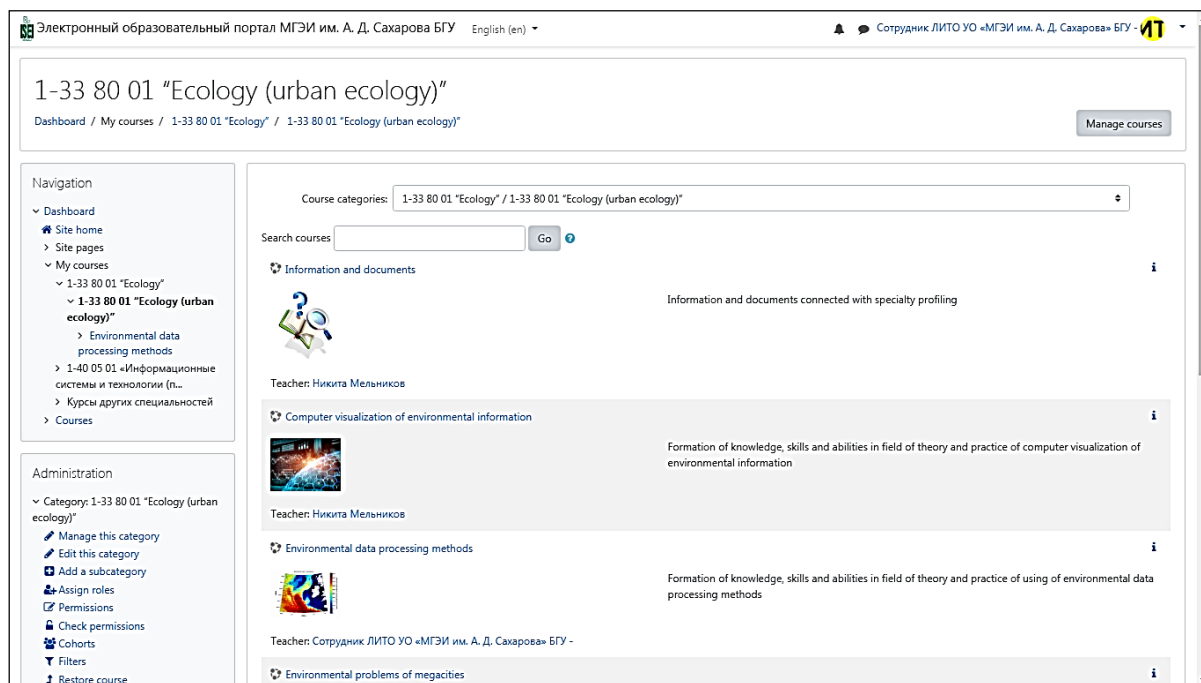


Рис. 1. Пример списка доступных пользователям курсов с аннотациями

Forum
 Chat
 Videoconference

---

## Syllabus

Syllabus

---

### Section 1. Environmental information and features of its processing

---

#### Topic 1

Environmental information and features of its processing
 

Introduction. Environmental information. Types of environmental information. Information systems for processing and displaying environmental data

Task 1
 Test 1

---

### Section 2. Methods of statistical analysis of environmental data

---

#### Topic 2

Methods of statistical analysis of environmental data
 

Data quality. Stages of data processing. Computational aspects of data processing. Types of research. Measurement scales

Task 2
 Test 2

Рис. 2. Пример содержания и размещения элементов курса

## Participants

No filters applied

Enrol users

Search keyword or select filter

Number of participants: 65

Reset table preferences

First name: All A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z

Surname: All A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z

1 2 3 4 »

<input type="checkbox"/>	First name / Surname	Email address	Roles	Groups	Last access to course	Status
<input type="checkbox"/>	Сотрудник ЛИТО УО «МГЭИ им. А. Д. Сахарова» БГУ -	lito@iseu.by	Teacher, Manager	No groups	10 secs	Active
<input type="checkbox"/>	Yuting Chu	2049575@-.-	Student	8013KO3	32 mins 31 secs	Active
<input type="checkbox"/>	Ping He	2049576@-.-	Student	8013KO3	1 hour 33 mins	Active
<input type="checkbox"/>	Man Yang	2049559@-.-	Student	8013KO3	1 hour 44 mins	Active
<input type="checkbox"/>	Yuhui Jing	2049547@-.-	Student	8013KO3	1 hour 51 mins	Active
<input type="checkbox"/>	Pei Chen	2049541@-.-	Student	8013KO3	4 hours 16 mins	Active
<input type="checkbox"/>	Xin Huang	2049579@-.-	Student	8013KO3	17 hours 7 mins	Active
<input type="checkbox"/>	Fangyan Luo	2049578@-.-	Student	8013KO3	17 hours 17 mins	Active
<input type="checkbox"/>	Jinyu Zhang	2049582@-.-	Student	8013KO3	18 hours 37 mins	Active
<input type="checkbox"/>	Zhenxun Shi	2049548@-.-	Student	8013KO3	18 hours 43 mins	Active
<input type="checkbox"/>	Shuai Gao	2049515@-.-	Student	8013KO3	19 hours	Active

Рис. 3. Пример списка записанных на курс обучающихся и преподавателей



Grader report

Grader report

Visible groups

All participants

All participants: 63/63

First name

All

A

B

C

D

E

F

G

H

I

J

K

L

M

N

O

P

Q

R

S

T

U

V

W

X

Y

Z

Surname

All

A

B

C

D

E

F

G

H

I

J

K

L

M

N

O

P

Q

R

S

T

U

V

W

X

Y

Z

		Environmental data proce...							
First name / Surname	Email address	Task 1	Test 1	Task 2	Test 2	Task 3	Test 3	Task 4	
Pei Chen	2049541@-.-	9.0	9.5	-	10.0	-	-		
Yinghao Chen	2049589@-.-	-	9.5	-	9.0	-	-		
Ziyang Chen	2049552@-.-	-	-	-	-	-	-		
Xue Cheng	379595944@qq.com	7.0	8.5	-	7.0	-	-		
Yuting Chu	2049575@-.-	7.0	9.5	-	9.0	-	-		
Wenwen Dong	2049507@-.-	-	8.5	-	7.5	-	-		
Jun Fang	2049520@-.-	-	9.5	-	-	-	-		
Xiangzi Fang	2049569@-.-	9.0	8.5	-	10.0	-	-		
Ziming Feng	2049526@-.-	-	-	-	-	-	-		
Shuai Gao	2049515@-.-	8.0	9.0	-	9.5	-	-		
Yannan Gao	2049545@-.-	7.0	8.5	-	8.5	-	-		
Ping He	2049576@-.-	-	10.0	-	10.0	-	-		
Overall average		7.4	8.4	9.0	8.4	-	9.0		

Рис. 4. Пример отчета об успеваемости обучающихся в табличной форме

Разработанные электронные ресурсы содержат в своем составе следующие компоненты, позволяющие реализовать удаленное взаимодействие для определенных обучающихся (учебных групп) и преподавателей (кафедр):

- информационно-коммуникационные средства (размещение новостей и объявлений с возможностью создания тем и прикрепления файлов посредством элементов «Форум», общение в виде переписки посредством элементов «Меню сообщений» и «Чат» и коммуникация при помощи видеотрансляции посредством элементов «Видеоконференция»);

- средства автоматизации текущей и промежуточной аттестаций (добавление коммуникативных заданий, сбор и оценка работ обучающихся, предоставление отзывов со стороны преподавателей посредством учебных элементов «Задание», отправка любого цифрового контента (файлов), такого как текстовые документы, электронные таблицы, изображения, аудио- и видеофайлы и так далее со стороны обучающихся);

- средства удаленного комплексного мониторинга и контроля деятельности (активности) обучающихся и профессорско-преподавательского состава и успеваемости (оценки качества знаний) обучающихся (использование элементов «Журнал событий», «Отчет о деятельности» и «Статистика»);

- другие средства удаленного взаимодействия и проведения консультаций профессорско-преподавательским составом с обучающимися (использование элементов «Сообщения» и «Блоги курса»).



Альтернативно или дополнительно при оценивании результатов выполнения заданий преподаватели могут потребовать от обучающихся вводить свои ответы непосредственно во встроенном текстовом редакторе. Также они могут оставлять отзывы в виде комментариев, загружать файлы с исправленными ответами обучающихся или аудио-отзывы. Ответы могут быть оценены баллами, пользовательской шкалой оценивания или «продвинутыми» методами, такими как рубрики. «Задание» может быть использовано и для результатов проведения зачетов и экзаменов, а также выполнения (опроцентовки) магистерских диссертаций. Итоговые оценки заносятся в специальные электронные журналы оценок.

Перед началом учебного процесса обучающимся можно предложить ознакомиться с индивидуальными учебными планами профилизаций специальностей и программами курсов. Если у них есть вопросы, они могут задать их по-разному, используя элементы «Меню сообщений», «Форум», «Чат» или «Видеоконференция». Различная информация, инструкции и указания к учебному материалу (лекции, задания, тесты и так далее) могут быть размещены в элементах «Форум». Например, обучающиеся могут попросить сформировать для преподавателей различные отчеты или пройти разные тесты. Также могут быть вопросы для заданий по самостоятельной работе.

После освоения последних тем дисциплин и перед проведением зачетов и экзаменов обучающиеся могут сдать итоговые тесты, которые содержат определенное количество вопросов и могут быть ограничены по времени определенным количеством минут. Перед проведением зачетов или экзаменов обучающиеся могут ознакомиться со списками соответствующих аттестационных вопросов в элементах «Вопросы для зачета» и «Вопросы для экзамена». Для проведения экзамена они могут получить виртуальные экзаменационные билеты в элементах «Вопросы экзаменационных билетов». В этом случае формирование ответов не требуется, но необходимо подтвердить (согласиться) с полученными вопросами, написав сообщение «Подтверждено». Затем они могут создать виртуальные экзаменационные листы в элементе «Ответы на вопросы экзаменационных билетов». В этом случае можно (рекомендуется) прикреплять файлы различных форматов, в том числе графические, содержащие ответы на вопросы экзаменационных билетов. Даты и время зачетов и экзаменов идут в соответствии с расписанием. Предыдущие результаты успеваемости обучающихся также засчитываются в их итоговые оценки.

Таким образом, опыт разработки электронных образовательных ресурсов для обучения иностранных граждан показал, что в процессе цифровой трансформации образование становится все более глобальным, и одним из приоритетных направлений цифровой трансформации становятся развитие и совершенствование технологий дистанционного обучения, использование которых может привести к активному преобразованию форм и методов традиционного обучения. При этом может быть реализована модель сетевой подготовки обучающихся с возможностью обучаться в любом месте и в любое

время. Использование дистанционных образовательных технологий в учебном процессе существенно повышает его гибкость и привлекательность для обучающихся из других стран, создает предпосылки для реализации индивидуальных образовательных траекторий и условия для экспорта образовательных услуг [1 - 3].

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Тонконогов Б. А., Журавков В. В. Внедрение технологий электронного обучения в образовательный процесс высшей школы // Сахаровские чтения 2020 года: экологические проблемы XXI века = Sakharov readings 2020: environmental problems of the XXI century: материалы 20-й международной научной конференции, 21 - 22 мая 2020 г., г. Минск, Республика Беларусь: в 2 ч. / Междунар. гос. экол. ин-т им. А. Д. Сахарова Бел. гос. ун-та; редкол.: А. Н. Батян [и др.]; под ред. д-ра ф.-м. н., проф. С. А. Маскевича, к. т. н., доцента М. Г. Герменчук. – Минск: ИВЦ Минфина, 2020. – Ч. 2. – 468 с. – С. 326 - 330.
2. Журавков В. В., Тонконогов Б. А., Лепская Н. Д. Информационные технологии в организации инновационной образовательной деятельности высшей школы // Актуальные вопросы научно-методической и учебно-организационной работы: сочетание классических подходов и инновационных организационно-образовательных моделей и технологий [Электронный ресурс]: материалы республиканской научно-методической конференции (Гомель, 12 - 13 марта 2020 года) / М-во образования Республики Беларусь, Гомельский гос. ун-т им. Ф. Скорины; редкол.: И. В. Семченко (гл. ред.) [и др.]. – Электронные текстовые данные (10,5 Мб). – Гомель: ГГУ им. Ф. Скорины, 2020. – Системные требования: IE от 11 версии и выше или любой актуальный браузер, скорость доступа от 56 кбит. – Режим доступа: <http://conference.gsu.by>. – Заглавие с экрана. – 909 с. – С. 451 - 454.
3. Журавков В. В., Тонконогов Б. А., Лепская Н. Д. Применение инновационных информационных и коммуникационных технологий для решения комплексных задач в образовательном процессе высшей школы // Инновационные технологии обучения физико-математическим и профессионально-техническим дисциплинам = Innovative teaching techniques in physics, mathematics, vocational and mechanical training: материалы XII Междунар. науч.-практ. конф., Мозырь, 5 - 6 марта 2020 г. В 2 ч. Ч. 2 / УО МГПУ им. И. П. Шамякина; редкол.: И. Н. Ковальчук (отв. ред.) [и др.]. – Мозырь: МГПУ им. И. П. Шамякина, 2020. – 158 с. – С. 25 - 27.

*Иванюкович В. А., Куканков Г. П., Николаенко Е. А.*

Международный государственный экологический институт им. А.Д. Сахарова  
Белорусского государственного университета, г. Минск, Республика Беларусь

## **УЧЕБНАЯ МОДЕЛЬ ДАННЫХ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ТРЕХМЕРНЫХ ОБЪЕКТОВ В ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ**

*Аннотация.* Предлагается методика обучения студентов-экологов методам трехмерной визуализации данных экологического мониторинга с использованием некоммерческих программных продуктов.

*Ключевые слова:* экологический мониторинг, технологии ГИС, 3D модели, координаты, QGIS, Octave, цифровая модель, форматы данных, образование.

*Ivaniukovich V.A., Kukankov G.P., Nikolaenko E.A.*

International A. Sakharov Environmental Institute at the Belarussian State University,  
Minsk, Republik of Belarus

## **DATA MODEL FOR CREATION OF 3D OBJECTS IN GEOINFORMATION SYSTEMS**

*Abstract.* A methodology for teaching of students in methods of 3D visualization of environmental monitoring data using non-commercial software products is proposed.

*Key words:* environmental monitoring, GIS technologies, 3D models, coordinates, QGIS, Octave, digital model, data formats, education.

Для эффективного решения задач экологического мониторинга необходимо создание систем, основанных на широком использовании современных информационных технологий. При разработке алгоритмов экологического мониторинга в первую очередь возникает задача представления пространственно распространенных данных больших объемов. Одной из технологий, применяющихся при обработке таких данных, является технология геоинформационных систем (ГИС), в том числе и трехмерных моделей. Обучение студентов-экологов основным элементам таких технологий представляется весьма актуальным. Выбор программных средств и объектов изучения имеет большое значение для получения положительных результатов.

Трехмерные объекты данных экологического мониторинга требуют особых форм представления, т.к. их местоположение описывается не только двумерными, но и высотными координатами. К наиболее распространенному типу трехмерных объектов относится топографический рельеф земной поверхности. При помощи трехмерных объектов могут быть также смоделированы карты загрязнений, атмосферного давления, влажности и т. п.

Представление таких объектов в виде цифровой модели осуществляется различными способами [1,2], в частности:

- представление на регулярной сетке прямоугольников (квадратов);
- представление на регулярной сетке треугольников;

- представление на нерегулярной сетке треугольников;
- представление с использованием объектов (точек, изолиний).

Первые два способа являются представлением с помощью разновидностей растровой модели. Два последних являются представлением с использованием векторной модели.

В докладе предполагается решение следующих задач:

- рассмотреть и сравнить различные цифровые способы трехмерного представления данных для задач экологического мониторинга;
- рассмотреть представление на нерегулярной сетке треугольников;
- рассмотреть алгоритмы выбора узлов и разбиения пространства на нерегулярной сетке треугольников;
- рассмотреть технологии и программные средства для реализации учебной модели;
- с использованием набора данных о радиоактивном загрязнении на территории Полесского радиационно-экологического заповедника спроектировать учебную модель трехмерного представления экологических данных;
- рассмотреть вопросы импорта и экспорта данных из известных форматов представления.

Технологии и программные средства реализации.

Для обработки пространственно распределенных данных используются технологии геоинформационных систем (ГИС). Широко применяются как специализированные ГИС системы (коммерческая ArcGIS, некоммерческие ГИС с открытым кодом QGIS или PostgreSQL), так и инструменты и модули в вычислительных программах общего назначения, например, Matlab или Octave. В пакете Matlab существует модуль Mapping Toolbox [3], в пакете Octave – модуль Octave Mapping Package [4], которые предоставляют алгоритмы, функции и приложения для анализа географических данных и создания карт.

В нашем учебном процессе в основном применяются пакеты QGIS и Octave как предпочтительные программные продукты с открытым кодом и их инструменты. В частности, плагин QGIS Qgis2threejs – это плагин, который визуализирует данные DEM и векторные данные в 3D в веб-представлении. Он позволяет создавать различные виды 3D-объектов и с помощью простой процедуры создавать файлы для веб-публикации. Кроме того, имеется возможность сохранить 3D-модель в формате glTF для 3DCG или 3D-печати.

Модель TIN (Triangulated Irregular Network).

Модель для представления поверхностей – векторная TIN (триангуляционная нерегулярная сетка) [1,2] является векторной структурой данных, которая разделяет географическое пространство на смежные, неперекрывающиеся треугольники.

Вершины каждого треугольника – выборочные точки данных с  $x$ ,  $y$  координатами и  $z$  значениями. Эти точки связаны линиями, которые формируют треугольники Делоне [5]. TIN – это полный планар граф, который поддерживает

топологические отношения между составляющими его элементами: узлами, ребрами и треугольниками. Точки, линии и многоугольники могут быть включены в TIN. Вершины используются как узлы, которые связывают ребра, которые образуют треугольники. Границы соединяют ближайшие друг к другу узлы.

Разбиение непрерывного пространства на треугольные грани облегчает моделирование поверхности, потому что может быть сделано очень близкое приближение поверхности путем подгонки треугольников к плоским или почти плоским элементам поверхности. Структуры данных в TIN-моделях компактны и экономичны: TIN-модели из сотен точек может соответствовать растровая модель из десятков тысяч точек. Входные векторные данные включены непосредственно в модель и любой запрос или анализ будут применен к ним корректно.

Поскольку триангуляция основана на близости, интерполяция окрестности всегда использует ближайшие входные данные. Соединение на основе близости полезно также и для других задач. TIN модель широко используется для создания растровых карт и изображений, и их дальнейшего анализа. TIN модели также хорошо работают с графическими программными приложениями, поскольку современные видеокарты оптимизированы для работы с наборами треугольников.

Подготовка данных для учебной модели.

Для учебной модели подготовлены данные по поверхностной активности цезия-137 и мощности экспозиционной дозы на радиационно загрязненных территорий Беларуси. Измерения проводились в 1986 году на территории, которая в настоящее время принадлежит Полесскому радиационно-экологическому заповеднику. Всего измерения, включающие отбор проб для определения поверхностной активности цезия-137 и замер мощности экспозиционной дозы гамма-излучения, были произведены в 2892 точках местности.

Исходно подобные данные собираются и хранятся в табличном виде. Для импорта данных в пакеты ArcGIS, QGIS, Matlab, Octave используется исходное представление в виде электронных таблиц (Excel) и текстовых файлов (формат .csv).

На рис. 1 представлено положение точек отбора проб в пакете Octave. На рис. 2 и 3 представлено положение точек отбора проб в пакете QGIS.

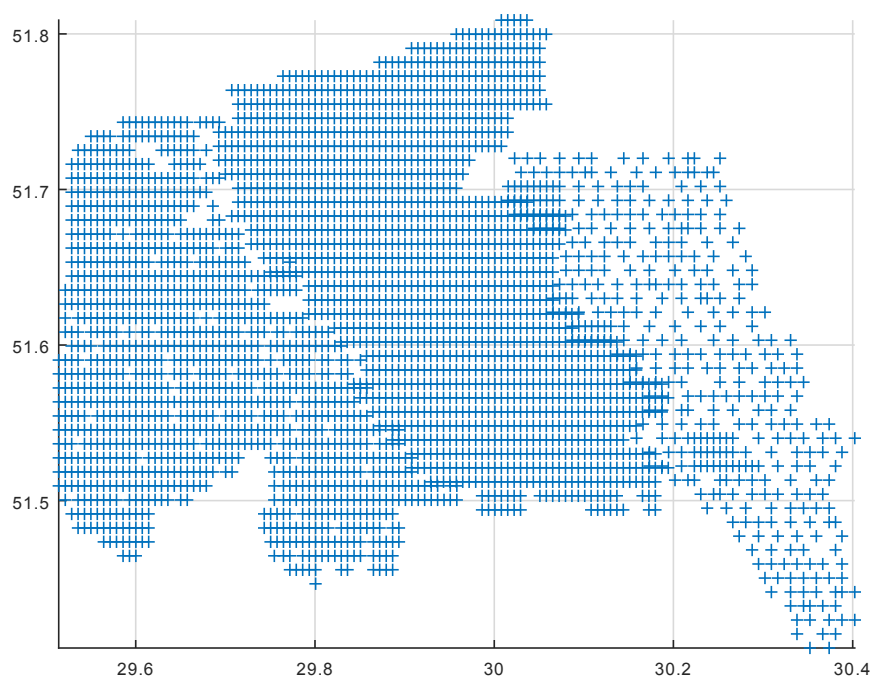


Рис. 1. Положение точек отбора проб в пакете Octave

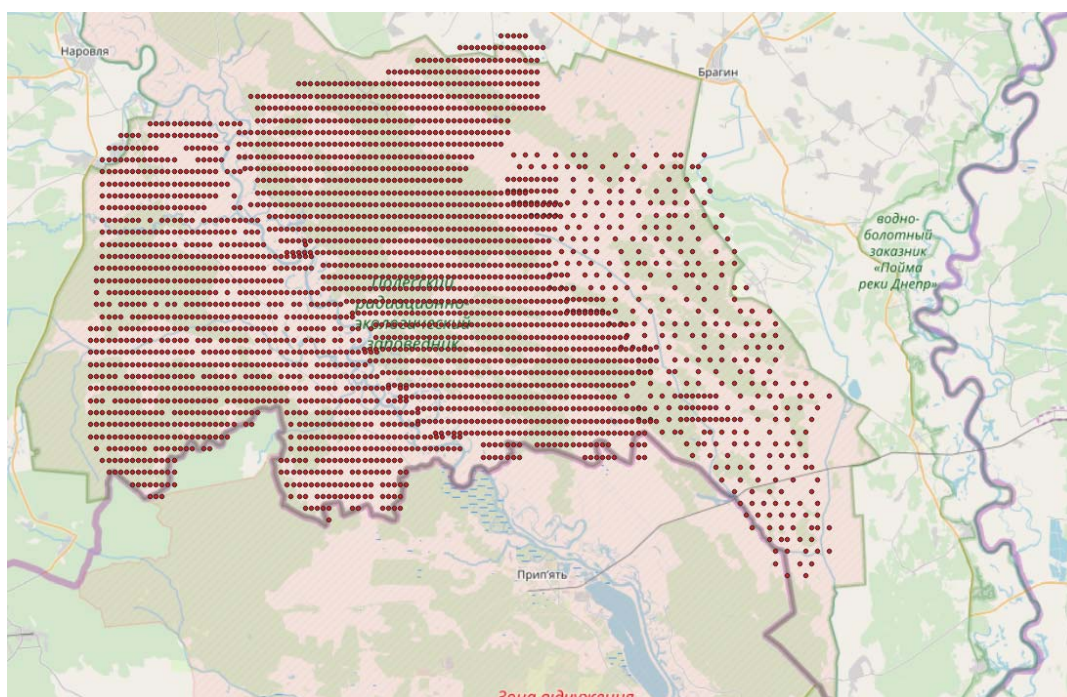
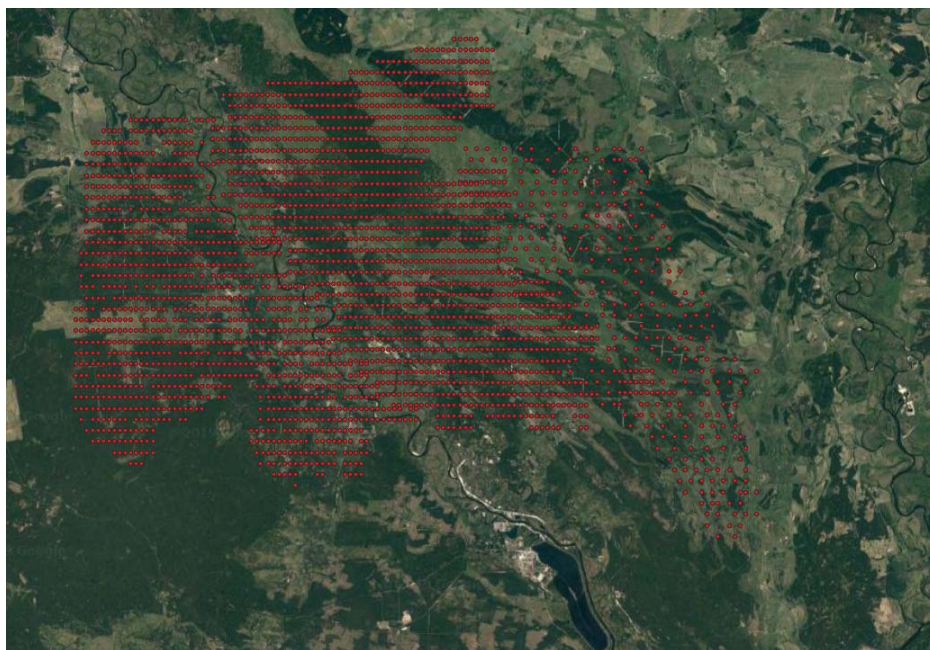


Рис. 2. Положение точек отбора проб в пакете QGIS.  
Подложка – карты OSM





*Рис. 3. Положение точек отбора проб в пакете QGIS.  
Подложка – спутниковые изображения Google map*

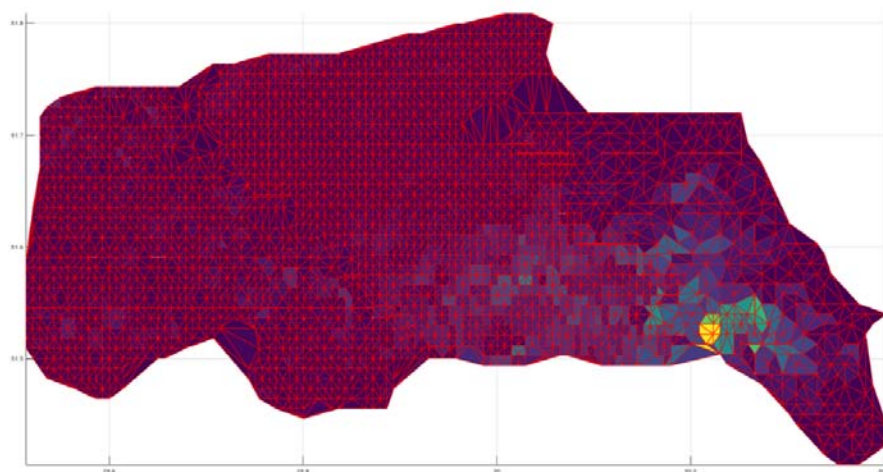
### Построение цифровой модели

Импортированные данные представляются в выбранной модели с использованием инструментов и средств, которые предоставляют рассматриваемые пакеты.

Возможно использование для этих целей инструментов, предоставляемых современными ГИС [6]. Использование средств Matlab, Octave представляется предпочтительным для первичной обработки и визуализации данных, так как эти пакеты предоставляют удобные программные средства для манипуляции данными, а также содержат функции для построения рассматриваемых моделей. Представление территориальных данных предусматривает также решение задач координатного преобразования с использованием картографических проекций. Рассмотрены решения с использованием пакетов QGIS и Octave.

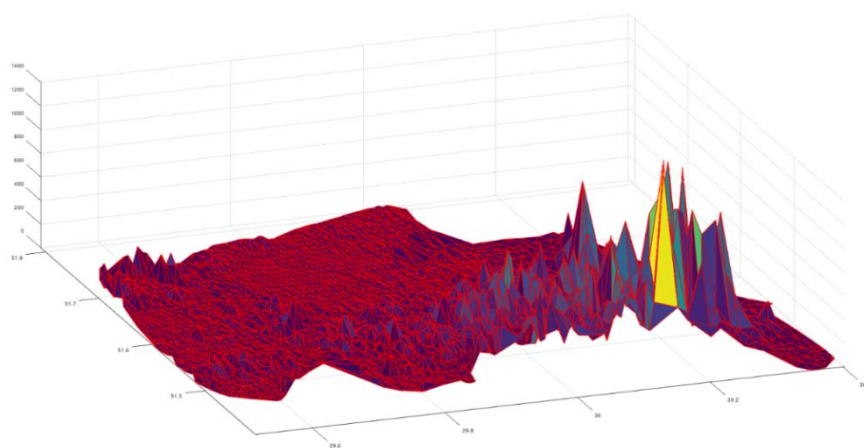
Для построения триангуляции Делоне на наборе точек отбора проб написаны скрипты для первичной подготовки данных и фильтрации полученной модели по заданным критериям.

На рис. 4 представлена разработанная учебная модель TIN с использованием триангуляции Делоне на наборе точек отбора проб.



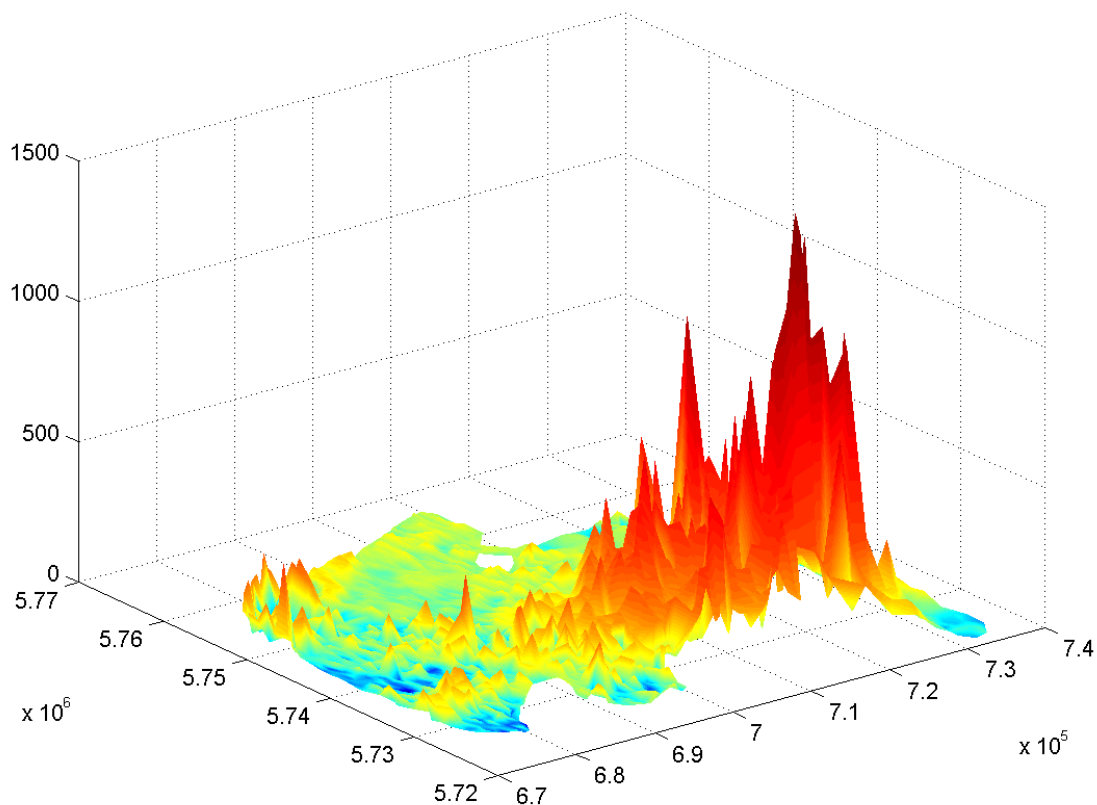
*Рис. 4.* Триангуляция Делоне на наборе точек отбора проб

На рис. 5 и 6 представлены 3D представления разработанной модели.



*Рис. 5.* Триангуляция Делоне на наборе точек отбора проб.  
3D представление с данными активности Cs 137





*Рис. 6.* 3D-представление с данными активности Cs 137 с применением градиентной заливки элементов-треугольников учебной триангуляционной модели

Таким образом, в процессе подготовки учебно-методических материалов разработана учебная TIN модель по данным радиоэкологического мониторинга загрязненных радионуклидами территорий. Рассмотрены способы подготовки данных с использованием пакетов Matlab и Octave. Разработаны программы и скрипты для создания TIN модели на основе набора измерений на территории. Рассмотрены способы интеграции полученных моделей данных в пакете QGIS.

Созданный программный продукт позволит автоматизировать расчеты по представлению пространственных данных, быстро обрабатывать наборы данных в табличном формате, хранить результаты расчетов и предоставлять отчеты в удобном для пользователя виде.

В дальнейшей работе предполагается рассмотреть алгоритмы для построения TIN модели на основе исходного растрового представления: выбор узлов на основе анализа данных, разбиение пространства на треугольники с добавлением особых точек, линий и полигонов с вычислением топологии. Предполагается рассмотрение аппроксимирующих алгоритмов подгонки поверхности для повышения точности представления на меньшем наборе узлов.

Предложенная методика обучения студентов-экологов построению 3D моделей ГИС адаптируется на кафедре информационных технологий в экологии и медицине.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алгоритмы и структуры данных геоинформационных систем: Методические указания для студентов специальности 071903 – «Геоинформационные системы» // Сост. И.В. Варфоломеев, И.Г. Ермакова, А.С. Савельев. Красноярск: КГТУ, 2003, 34 с.
2. Shashi Shekar, Hui Xiong (Eds.) / Encyclopedia of GIS // SpringerScience+Business Media, LLC, 2008
3. Веб-сайт MathWorks – Analyze and visualize geographic information [Электронный ресурс] URL: <https://www.mathworks.com/products/mapping.html>
4. Веб-сайт Octave Mapping Package [Электронный ресурс] URL: <https://octave-mapping-package.readthedocs.io/en/latest/index.html>
5. Скворцов А.В. / Триангуляция Делоне и её применение. // Томск: Изд-во Томского университета, 2002.- 128 с.
6. Б. А. Тонконогов, И. А. Гишкелюк, С. П. Кундас / Визуализация экологической информации // учеб.-методич. пособие; под общ. ред. д.т.н., профессора С. П. Кундаса. – Минск : МГЭУ им. А. Д. Сахарова, 2010. – 222 с.

*Карпова А. Е.*

Государственное бюджетное учреждение дополнительного образования. «Белгородский областной Центр детского (юношеского) технического творчества», г. Белгород, Российская Федерация

## **ТЕХНИЧЕСКОЕ ТВОРЧЕСТВО КАК СРЕДСТВО ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ВОСПИТАНИЯ ДОШКОЛЬНИКОВ В СИСТЕМЕ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ**

*Аннотация.* В работе раскрывается сущность понятия «экологическое воспитание дошкольников», статья содержит описание занятия, направленного на формирование бережного отношения детей к окружающей среде средствами технического творчества.

*Ключевые слова:* экологическое воспитание, дошкольный возраст, сказка, техническое творчество.

*Karpova A. E.*

The state budget institution of additional education. «Belgorod Regional Center for Children's (Youth) Technical Creativity», Belgorod, Russian Federation

## **TECHNICAL CREATIVITY AS A MEANS OF ECOLOGICAL EDUCATION OF PRESCHOOL CHILDREN IN THE SYSTEM OF ADDITIONAL EDUCATION**

*Abstract.* The paper reveals the essence of the concept of "ecological education of preschoolers", the article contains a description of classes aimed at forming a careful attitude of children to the environment by means of technical creativity.

*Key words:* environmental education, preschool age, fairy tale, technical creativity.

Глобальные проблемы экологии, распространенные в современном мире, заставляют человека задумываться о сохранении окружающей среды уже с ранних этапов своего развития. Значительное ухудшение экологической обстановки планеты за последние годы жизни человечества ставит вопросы экологического воспитания на значимые позиции в системе образования.

Исследователи подчеркивают особую важность экологического воспитания уже в дошкольном возрасте, когда у ребенка формируются представления о первичных этических инстанциях (активизируется процесс усвоения этических норм, моральных чувств, следование идеалам во взаимоотношениях с другими людьми и природой). Понятие «экологическое воспитание дошкольников» как часть экологического образования детей дошкольного возраста считается достаточно новым и к настоящему времени не имеет единой трактовки.

Так, Н.Ю. Варламова под экологическим воспитанием дошкольников понимает процесс становления в сознании ребенка осмысленного восприятия окружающей среды (как флоры, так и фауны, а также элементов неживой природы) [1]. Ученый считает, что основа такого экологического воспитания – это устойчивое осознание необходимости помогать природе, бережно к ней относиться.

В свою очередь, Н.А. Рыжова считает, что данный термин должен трактоваться не иначе, как формирование потребности в бережном отношении к природе, в разумном использовании природных материалов [3].

Г.Н. Казарчик расшифровывает понятие как систематическую педагогическую деятельность, цель которой – развитие экологической культуры дошкольника [2].

Отталкиваясь от вышеперечисленных трактовок, можно определить термин «экологическое воспитание дошкольников» как целенаправленную и систематическую педагогическую деятельность, в результате которой у детей дошкольного возраста формируется система представлений о бережном отношении к окружающей среде и ее обитателям, усваиваются соответствующие ценности и нормы поведения.

Дополнительное образование дошкольников представляет широкие возможности для реализации на занятиях экологического воспитания. Так, техническое творчество становится эффективным средством достижения качественных результатов экологического образования. Детям можно не только предлагать создавать поделки из бросовых материалов, рассуждать на темы о том, как можно с пользой применить тот или иной «мусор» при изготовлении определенного изделия (поделки, игрушки, аппликации и т.д.). Эффективным будет и внедрение экологической сказки в процесс занятия.

Приведем пример. На занятии дети отрабатывают вырезание кругов, учатся преобразовывать круги в окружности. Прежде, чем приступить к практическим упражнениям по вырезанию и преобразованию, а также к непосредственному созданию поделки, педагог рассказывает детям сказку, в которой главной героиней была красивая и пушистая овечка. И жила она счастлива на лугу, рядом с лесом и речкой. Но тут появились люди, которые стали загрязнять речку разным мусором и химическими отходами. Вода в реке стала грязной и ядовитой. Из водоема уже нельзя было пить, а больше воды в округе не было. Когда овечку замучила жажда, она все же выпила отравленной воды и уже через день полностью облысела.

Дети должны помочь овечке. Сначала они рассуждают, почему облысела овечка, что плохого сделали люди природе. Затем они предлагают решения проблемы: как можно очистить реку, как убедить людей не загрязнять водоем и т.д. Все это педагог записывает кратко на бумагу (затем это письмо отправиться королю той страны, в которой живет овечка, и он решит данную проблему, пользуясь подсказками дошкольников). Далее дошкольники закрепляют свои представления на практике: они создают аппликацию, в которой «голую» овечку делают «пушистой», используя круги и окружности.

Таким образом, видно, что экологическое воспитание – термин достаточно новый, но весьма актуальный для современного образования. Дополнительное образование и техническое творчество предоставляют широкие возможности для формирования у дошкольников бережного отношения к окружающей среде.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Варламова Н.Ю. Система экологического воспитания в детском саду / Варламова Н.Ю., Соколова В.С., Кочеткова Н.В. // Детский сад от А. до Я. – 2008. – № 6. – С. 92-100.
2. Казарчик Г.Н. Развитие экологических представлений у дошкольников / Казарчик Г.Н. // Дошкольная педагогика. – 2009. – № 1 – С. 33-37.
3. Рыжова Н.А. Экологическое образование в детском саду: книга для педагогов дошкол. учреждений, преподавателей и студ. пед. ун-тов и колледжей / Рыжова Н.А.; науч. ред. Г.А. Ягодин. – М.: Изд. дом «Карпуз», 2001. – 432 с.

*Дробот А. С.<sup>1</sup>, Карпова А. Е.<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Государственное бюджетное учреждение дополнительного образования «Белгородский областной Центр детского (юношеского) технического творчества», г. Белгород, Российская Федерация

<sup>2</sup>Государственное бюджетное учреждение дополнительного образования «Белгородский областной Центр детского (юношеского) технического творчества», г. Белгород, Российская Федерация

## **УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ВОСПИТАНИЯ ДЕТЕЙ В ДОПОЛНИТЕЛЬНОМ ОБРАЗОВАНИИ ТЕХНИЧЕСКОЙ НАПРАВЛЕННОСТИ (МОБИЛЬНЫЙ ТЕХНОПАРК «КВАНТОРИУМ», НАПРАВЛЕНИЕ «ПРОМЫШЛЕННЫЙ ДИЗАЙН»)**

*Аннотация.* В работе дается понятие «экологическое воспитание», а также рассматриваются возможности экологического воспитания в сфере дополнительного образования детей.

*Ключевые слова:* экологическое воспитание, промышленный дизайн, дополнительное образование, мобильный технопарк «Кванториум».

*Drobot A. S.<sup>1</sup>, Karpova A. E.<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>State Budgetary Institution of Additional Education «Belgorod Regional Center of Children's (Youth) Technical Creativity», Belgorod, Russian Federation

<sup>2</sup>State Budgetary Institution of Additional Education «Belgorod Regional Center of Children's (Youth) Technical Creativity», Belgorod, Russian Federation

## **EDUCATIONAL AND METHODOLOGICAL BASES OF ECOLOGICAL EDUCATION OF CHILDREN IN ADDITIONAL EDUCATION OF TECHNICAL ORIENTATION (MOBILE TECHNOPARK «QUANTORIUM», DIRECTION «INDUSTRIAL DESIGN»)**

*Abstract.* The paper gives the concept of "environmental education", and also considers the possibilities of environmental education in the field of additional education of children.

*Key words:* environmental education, industrial design, additional education, mobile technopark «Quantorium».

Экологические проблемы на сегодняшний день носят масштабный, колоссальный характер. Человечество стало опасной угрозой для существования планеты, поэтому сейчас вопросы экологического воспитания становятся все более актуальны и являются востребованными не только в сфере основного общего, но и в области дополнительного образования детей.

Понятие «экологическое воспитание» новое и не имеет единой трактовки.

Так, С. Николаева видит в экологическом воспитании процесс ознакомления детей с природой, основанный на идеях и понятиях экологии [1].

Т.А. Серебрякова считает, что данный термин можно рассматривать как целостную и сложную систему воздействия на людей с целью формирования экологической культуры [2]. В свою очередь под экологической культурой понимается неотъемлемая часть общечеловеческой культуры, рассматривающая сферу знаний и практических умений людей в области защиты и сохранения окружающей среды.

Рассмотрим возможности учебных занятий мобильного технопарка с точки зрения экологического воспитания детей.

В 2020-2021 учебном году на территории Белгородской области начал функционировать мобильный технопарк «Кванториум» – структурное подразделение государственного бюджетного учреждения дополнительного образования «Белгородский областной Центр детского (юношеского) технического творчества». Мобильный технопарк реализует свою деятельность в Белгородском, Прохоровском, Борисовском, Корочанском районах, а также в Шебекинском и Яковлевском городских округах. Одним из ведущих учебных направлений данного мобильного технопарка стал промышленный дизайн, реализуемый дополнительными общеобразовательными общеразвивающими программами «Промышленный дизайн» для детей возрастных категорий 10-13 лет и 14-17 лет.

Это учебное направление предоставляет широкие воспитательные возможности, в том числе и возможности экологического воспитания. Специфика преподаваемого направления позволяет создать благоприятные условия для достижения максимальных воспитательных результатов.

Так, в учебном процессе обучающиеся используют графические редакторы для создания своеобразных авторских рекламных постеров на тему защиты окружающей среды, бережного отношения к бездомным животным и т.д. Активно ведется работа с бросовым материалом, результатами которой стала итоговая защита проектной работы «Экоелка». Рассмотрим данный проект подробнее.

Дерево изготавливали с помощью переработки отходов материалов: из картона, обрезков бумаги, ниток. Такой вариант изготовления бережет живые деревья, позволяет сократить производство пластика для искусственных деревьев, дает «вторую жизнь» бумаге и картину, которые в обычной жизни были бы просто выброшены. Сам процесс изготовления является полезным времяпрепровождением, развивает моторику и воображение, может стать семейной традицией.

Подводя итоги всему вышесказанному, можно сделать вывод о том, что дополнительное образование предоставляет широкие возможности для экологического воспитания детей. В частности, специфика организации учебных занятий области промышленного дизайна (мобильный технопарк «Кванториум») позволяет создать благоприятные условия для достижения максимальных воспитательных результатов.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Николаева С.Н. Методика экологического воспитания дошкольников. – М.: Академия, 2001. – 184 с.
2. Серебрякова Т.А. Экологическое образование в дошкольном возрасте: учебное пособие для студ. вузов, обуч. по направл. 540600 (050700) – Педагогика / Серебрякова Татьяна Александровна. – 2-е изд., стер. – М.: Академия, 2008. – 208 с.

*Кривобокова В. А.<sup>1</sup>, Нестерова М. Ю.<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Курганский государственный университет, г. Курган, Российская Федерация

<sup>2</sup>Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень, Российская Федерация

### **ОЦЕНКА ОСОБЕННОСТЕЙ ПРОЦЕССОВ ВОСПРИЯТИЯ И УЗНАВАНИЯ У СТУДЕНТОВ ТЕХНИЧЕСКОГО НАПРАВЛЕНИЯ ПОДГОТОВКИ**

*Аннотация:* В статье представлены данные по исследованию процессов восприятия и узнавания у студентов, обучающихся на техническом направлении подготовки, в зависимости от гендерного признака. Отмечено, что по средним показателям уровня узнавания, девушки лучше воспринимают символичный, словесный и цифровой материалы, в отличие от юношей. Юноши лучше узнают буквенный материал. Общим является то, что все студенты лучше всего узнают буквы, фигуры, слова и только потом цифры, вне зависимости от курса обучения.

*Ключевые слова:* восприятие, уровень узнавания, фигуры, слова, буквы, цифры, студенты, учебный процесс, образный материал.

*Krivobokova V. A.<sup>1</sup>, Nesterova M. Yu.<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Kurgan State University, Kurgan, Russian Federation

<sup>2</sup>Tyumen Industrial University, Tyumen, Russian Federation

### **EVALUATION OF THE FEATURES OF THE PROCESSES OF PERCEPTION AND RECOGNITION IN STUDENTS OF THE TECHNICAL DIRECTION OF TRAINING**

*Abstract:* The article presents data on the study of the processes of perception and recognition in students studying in the technical direction of training, depending on the gender attribute. It is noted that according to the average indicators of the level of recognition, girls better perceive symbolic, verbal and digital materials, in contrast to boys. Young men get to know the letter material better. The common thing is that all students learn letters, shapes, words best, and only then numbers, regardless of the course of study.

*Key word:* perception, level of recognition, figures, words, letters, numbers, students, educational process, figurative material.

Небывалый рост науки и техники, усложнение профессиональной деятельности усилили зависимость успеха специалиста в работе от профессионализации его познавательных процессов. Заботясь о совершенствовании у студентов ощущений, восприятий, положительных свойств внимания, представлений, памяти, можно повлиять на повышение их профессиональной подготовленности [1, 2].

Все преподаваемые дисциплины в вузе могут прямо или косвенно влиять на профессиональное развитие ощущений, восприятий и внимание студентов. Разъяснение значимости будущей профессии, трудовых обязанностей, накопление знаний, практика выполнения лабораторных и других работ вызывает желаемые изменения в направленности внимания и способах восприятия студентов [1].

В связи с этим представляется актуальным изучение особенностей процессов восприятия информации студентами технического направления подготовки.

Целью работы явилось оценить процессы восприятия и узнавания у студентов, обучающихся на техническом направлении подготовки.

Для достижения данной цели были поставлены следующие задачи:

- 1) изучить научную литературу по данной теме;
- 2) выбрать методику исследования процессов восприятия и узнавания;
- 3) провести исследование среди студентов;
- 4) проанализировать полученные результаты;
- 5) обосновать практическую значимость исследования.

В процессе познавательной деятельности человек редко имеет дело с отдельными свойствами предметов и явлений. Обычно предмет выступает в совокупности различных свойств и частей. Цвет, форма, величина, запах, издаваемые звуки, вес предмета одновременно вызывают различные ощущения, находящиеся в тесной связи друг с другом. На основе взаимосвязи и взаимозависимости различных ощущений совершается процесс восприятия [3].

Исследование особенностей процесса восприятия и узнавания у студентов осуществлялось с помощью методики «Узнавание фигур», которая была предложена Т.Е. Рыбаковым в 1911 году [6]. В нём приняли участие 53 студента очной формы обучения Курганского государственного университета политехнического института. Возраст обследуемых варьировал от 18 до 22 лет.

Все участники изначально были разделены по гендерному признаку, а также по курсам обучения - с первого по четвертый.

Таким образом, из 53 студентов, которые приняли участие в исследовании, 58% – девушки, а 42% – юноши (рис.1).



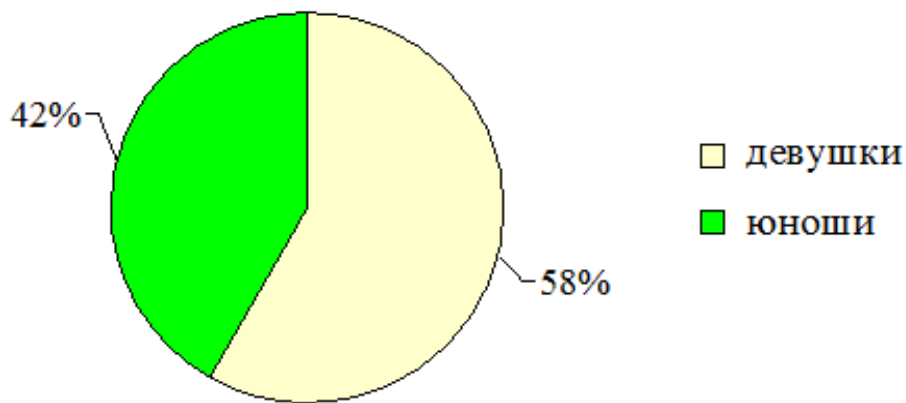


Рис. 1. Процентное соотношение студентов по гендерному признаку

Всем участникам исследования предлагалось пройти тестирование по выбранной методике. Студент должен был внимательно рассмотреть таблицу с изображением 9 фигур и запомнить их в течение 10 секунд. После чего испытуемому показывали вторую таблицу с изображением 25 фигур, среди которых студент должен был обнаружить фигуры первой таблицы. На рис. 2 представлены таблицы с изображением фигур.

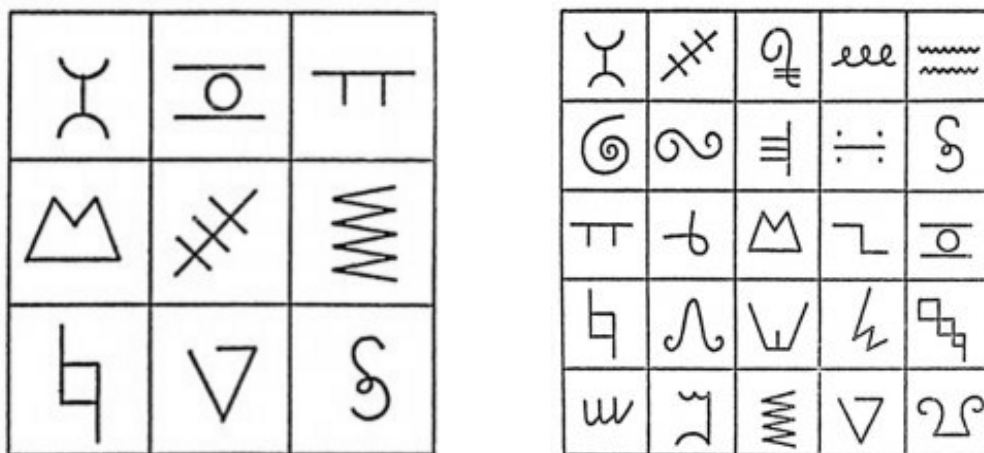


Рис. 2. Таблицы с изображением фигур

Аналогичным образом у студентов были исследованы процессы узнавания другого материала: буквенного, цифрового и словесного.

Обработка результатов проводилась подсчётом количества правильно и неправильно узнанных фигур. По формуле 1 рассчитывался уровень узнавания (Е) фигур, букв, слов и цифр у студентов.

$$E = M / 9 + N \quad (1)$$

где М – число правильно узнанных фигур, букв, слов и цифр,

N – число неправильно узнанных фигур, букв, слов и цифр.

Затем полученные значения сравнивались с оптимальным уровнем узнавания, то есть с 1.

Исходя из полученных значений, можно констатировать, что по средним показателям уровня узнавания среди всех курсов девушки лучше воспринимают символичный, словесный и цифровой материалы, в отличие от юношей. Однако лица мужского пола лучше, чем женщины, узнают буквенный материал.

Если сравнивать результаты у юношей и девушек, то можно отметить следующее: лучше всего узнают буквы, символы, слова и только потом цифры (рис. 2). Если рассматривать результаты исследования по курсам обучения, то можно заметить, что данная тенденция сохраняется.

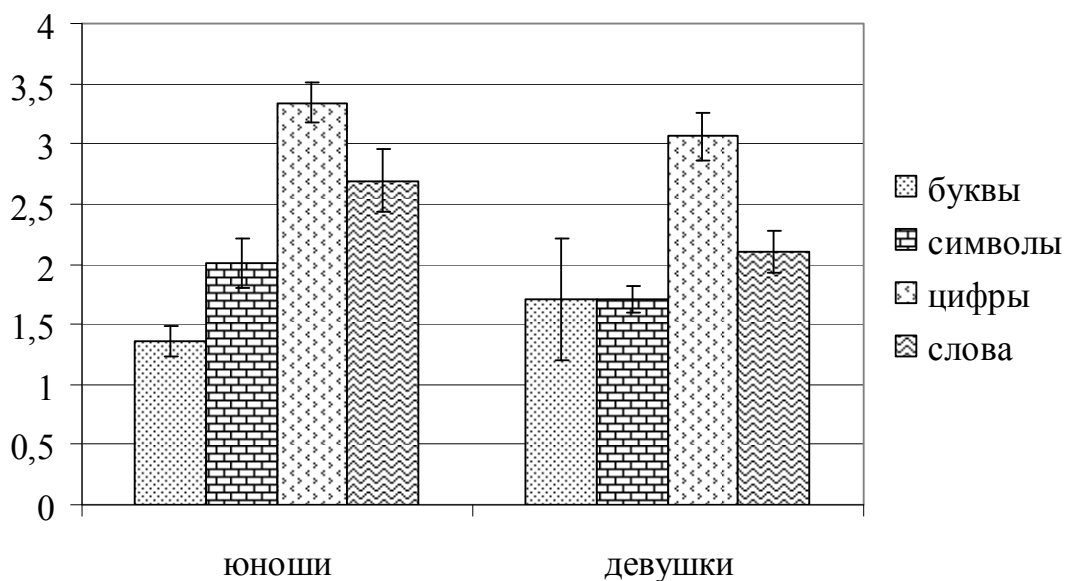


Рис. 3. Средние показатели уровня узнавания

Исходя из всего вышесказанного, можно сделать вывод о том, что студентами лучше всего воспринимается образный материал, чем текстовый. Это связано с тем, что визуальная информация запоминается и воспроизводится быстрее. Этот феномен называется эффект превосходства изображения. Понимание эффекта превосходства изображения над словом приводит к тому, что все больше людей, работающих с аудиторией, стали полагаться на привлекательное оформление.

Практическая значимость данной исследовательской работы находит свое отражение в учебном процессе. Образный материал – это один из самых эффективных способов воздействия на аудиторию. Потому что визуальная информация воспринимается быстрее и полноценнее текстовой, особенно, когда изображения интересны и красочны. Такой способ преподнесения материала можно использовать на лекционных и практических занятиях, создавая различные презентации, которые будут отражать всю необходимую

информацию и способствовать лучшему усвоению учебного материала и, следовательно, повышать успеваемость студентов.

Еще одним способом применения результатов исследования является создание учебно-информационных плакатов для эффективной работы специалиста по охране труда. В отличие от книг, на плакатах наглядно и доходчиво, но, в то же время, кратко и интересно представлена информация, изложенная в книгах. Плакаты можно использовать для того, чтобы освежить в памяти нужные сведения, для учебы персонала, да и просто для создания рабочей обстановки [4].

Таким образом, студенческий возраст является особым периодом жизни человека. В своих работах Б.Г. Ананьев отмечал, что студенческий возраст является сенситивным периодом для развития основных социогенных потенций человека и высшее образование оказывает огромное влияние как на психику человека, так и на развитие его личности. За время обучения в вузе при наличии благоприятных условий у студентов происходит развитие всех уровней психики. Последние определяют направленность ума человека, т.е. формируют склад мышления, который играет значительную роль в выборе профессиональной направленности личности [5].

Полученные данные могут представлять интерес для всех участников образовательного процесса, психологов, инженеров по охране труда.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дьяченко М. И., Кандыбович Л. А. Психология высшей школы [Текст]/ Дьяченко М. И., Кандыбович Л. А. – Минск: БГУ им. В. И. Ленина, 1978.- 416с.
2. Кривобокова В. А. Методы оценки состояния здоровья человека. – Курган : Изд-во Курганского гос. ун-та, 2018. – 102 с.
3. Овсянникова, Е.А. Основы психологии, Учебное пособие [Текст]/ Овсянникова Е.А., Серебрякова А. А. – Москва: Флинта, 2015. – 264с.
4. Плакаты по технике безопасности. Часть 2.: URL:<https://yandex.ru/turbo?text=https%3A%2F%2Fsamelectric.ru%2Fucheba%2Fplakaty-po-tehnike-bezopasnosti-chast-2.html> (дата обращения 04.03.2021). – Текст: электронный.
5. Платонов К. К. Краткий словарь системы психологических понятий [Текст]/ Платонов К. К. - Москва: «Высшая школа», 1984. - 174 с.
6. Чернобай А.Д., Федотова Ю. Ю. Практические указания к курсу «Психология и педагогика» Методики диагностики свойств восприятия, внимания и памяти для студентов морских и психологических специальностей [Текст] / Чернобай А.Д., Федотова Ю. Ю. – Владивосток: ред. 2005. – 53с.

*Куликова В. В.*

Владивостокский государственный университет экономики и сервиса филиал  
в г. Находке, Российская Федерация

## **ИНТЕРАКТИВНЫЕ ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ В ОБРАЗОВАНИИ**

*Аннотация:* В статье раскрываются важные направления усовершенствования подготовки студентов в вузах в современном образовании – интерактивные формы обучения (ИФО). На конкретных примерах по дисциплине «Экологические основы природопользования» представлены оригинальные и эффективные в составе активных методов обучения и наиболее доступные для широкого использования: кейс-стади, проектная технология модульное обучение, ролевая или деловая игра, информационно–коммуникационных технологий.

*Ключевые слова:* интерактивные формы обучения, работа малых групп, кейс-стади, проектная технология модульное обучение, ролевая или деловая игра, информационно–коммуникационных технологий.

*Kulikova V. V.*

Vladivostok State University of Economics and Service Branch in Nakhodka,  
Russian Federation

## **INTERACTIVE FORMS OF LEARNING EDUCATION**

*Abstract:* The article reveals important directions for improving the training of students in universities in modern education – interactive forms of education (IFO). On specific examples in the discipline «Environmental Foundations of Nature Management» original and effective as part of active teaching methods and the most accessible for widespread use are presented: case studies, project technology, modular training, role-playing or business game, information and communication technologies.

*Key words:* interactive forms of education, work of small groups, case studies, project technology, modular training, role-playing or business game, information and communication technologies.

Интерактивные формы обучения (ИФО) стали важным направлением усовершенствования подготовки студентов в современных вузах. В настоящее время они считаются методической инновацией. Идеей такого обучения с середины 1990 г. связывается впервые с веб-браузером, положившем развитие сети Интернет. Толкование ИФО понимается, как взаимодействие или нахождение в диалоге с чем-либо – компьютером или кем-либо – человеком.

ИФО, представленные уникальными формами организации познавательной работы обучающихся, закладывает цели от конкретных до прогнозируемых. К примеру, создавая комфортные условия обучения, студент ощущает личную успешность, интеллектуальность, что устанавливает процесс

обучения, как продуктивный. ИФО вовлекают в учебный процесс всю учебную группу и основываются на взаимодействии и активности учащихся, при этом наблюдается опора на групповой опыт, обратную связь. Реализуется открытость высказываний, взаимодействие, все доводы равны, накапливается совместное знание, взаимоувязывание оценки и контроля. Такие занятия осуществляются также и в режиме взаимообучения. При обмене добытыми знаниями выявляется рефлексия, как индивидуальная, так и групповая. Рефлексивный метод при этом выступает доступным, оригинальным и эффективным методом метатеоретического познания [7].

Видами ИФО, представленными в табл. 1, выступают следующие.

*Таблица 1*

### Виды ИФО

Работа малых групп (команда)	в группе обучающиеся осуществляют деятельность вместе, руководит процессом лидер, решается совместная задача, но также и учитывается индивидуальная работа участников команды с разделением на полномочия и ответственность.
Проектная технология	отличается индивидуальной или коллективной деятельностью, где требуется отобрать, распределить и систематизировать изучаемый материал определенных тем, результат такой деятельности – проект
Анализ конкретных ситуаций (case study)	представленный анализом реально проблемных ситуаций, один из самых оригинальных и эффективных в составе ИФО и наиболее доступный для широкого использования [1,2,3]. Метод, появившийся в учебном процессе в школе права Гарвардского университета, внедрился в 1920 г., а изданы в 1925 г. [14].
Ролевые и деловые игры	студентами имитируются роли профессиональной деятельности, как специалиста в рабочей среде.
Модульное обучение	знания применяют, как отдельными модулями, с включением интеграции с другими дисциплинами; так и блоками взаимоувязанных курсов, при котором изучение происходит независимо от другого блока дисциплин.
Контекстное обучение	Знания усваиваются, когда выявляется связь изученного и применённого знания на практике.
Развитие критического мышления	деятельность, при которой знание сосредоточено на прививание студентами рефлексии, развиваются способности выдвижения новых идей и возможность увидеть новые.
Проблемное обучение	при таком обучении возникает необходимость стимулировать студентов самостоятельно приобретать знания, которые помогут решить конкретную проблему.
Индивидуальное обучение	формируется индивидуальная образовательная программа с учётом интересов обучающегося.
Опережающая самостоятельная работа	студентами новый материал изучается до его прохождения в аудитории.
Междисциплинарное обучение	характеризует применение знаний с различных областей, систематизирует и акцентирует их к поставленной задаче.
Обучение на основе опыта	на основе ассоциаций и связывания своего опыта с изучаемой областью происходит активизация познания.

Информационно–коммуникационные технологии	обучение с применением образовательной среды в электронном виде, расширяется доступ к образовательным ресурсам (неограниченный объём и скорость доступа), увеличивается контакт взаимодействия с преподавателем, выстраивается индивидуальная траектория подготовки и объективный контроль и мониторинг знаний студентов [12].
---	--

Выделим некоторые виды ИФО, реализуемые автором на занятиях по дисциплине «Экологические основы природопользования».

Анализ конкретных ситуаций. К примеру, на практике реализуем практическое занятие по теме: Экологический анализ. Сначала рассматриваем пример, далее по представленным вариантам проводим экоанализ [6].

Пример. Экология воздушного бассейна. Зададим вопрос: источники кислотных осадков и их влияние на биоту экосистем? Такими источниками служат дымовые газы предприятий. Почти все ископаемое топливо содержит значительное количество серы, которая при сгорании даёт оксиды серы и в конечном итоге серную кислоту. При высоком содержании серы в топливе растительность в ближайшем окружении дымовых труб постепенно исчезает.

Попытки увеличить высоту труб до 300 и более метров лишь увеличили дальность распространения дымовых газов. Кроме серной кислоты в составе кислотных дождей входит и фосфорная кислота, возникающая из оксидов азота, которые в свою очередь являются продуктом сгорания азота воздуха в кислороде при высоких температурах горения топлива. Третья - соляная возникает при горении мусора и в особенности пластиковых пакетов. В результате выпадения кислотных дождей в водоемы рН воды падает до 3,5 и ниже, исчезает рыба. Более заметно воздействие кислотных дождей на леса. Так, в Австралии за год выпадает серы (в виде кислоты) - 24 кг на 1 га. Включая серу, привносимую соседними странами, цифра растет до 34 кг на 1 га. Концентрация серы зимой в воздухе часто превышает допустимые пределы в 30 раз. Кислотные дожди изгоняют почвенные минералы, освобождая токсичный алюминий, который изгоняет дождевых червей, губит почвенные бактерии и самые мелкие корешки деревьев. Значительная часть лесов Западной Европы находятся на разных стадиях усыхания.

Проектная технология. По рассматриваемой дисциплине на протяжении нескольких лет студенты 1-2 курсов в начале семестра получают тематику проектов. В середине семестра, при сложившемся уже «багаже знаний», студенты, определившись с темой, подбирают материал, формируют его, консультируются с преподавателем. Заканчивается семестр защитой проекта и возможной публикацией в конференциях. Так, оказался успешен проект «Мониторинг несанкционированных свалок в г. Находка», участвовавший в экоконтуре «Экологические проблемы города и края: вчера, сегодня, завтра» и занял 1 место на краевом уровне. Отметим, что студенты выполняли работу в рамках созданной в филиале научно-учебной группы.

Опыт применения научно-учебной деятельности показывает повышение заинтересованности в изучении дисциплин, уровня образования, проявления мотивация к самообразованию и участию в жизни университета у студентов [10].

Другим примером может послужить проект, отправленный на краевой заочный конкурс «Экология и предупреждение загрязнения моря». В номинации «Морская экология» по теме: Влияние транспортировки нефти и нефтепродуктов на окружающую среду, студентка заняла 3 место. Успешная реализация проекта «Спаси дерево», посланного на конкурс экопроектов «Чистая страна – какой я её вижу», послужила опубликованию статьи «Исследование утилизации отходов бумаги» [8].

Интересным примером служит участие в краевой викторине «Поколение энергоэффективности» с творческим заданием нарисовать проект «Энергосбережение будущего».

Модульное обучение. Рассматриваемая экологическая дисциплина интегрируется с преподаваемой автором статьи другой дисциплины «Безопасность жизнедеятельности». Интегрированию подлежат такие компоненты, как субъекты и объекты дисциплины. Исследуемая дисциплина, где объектом выступает система «Субъект – Окружающая среда», в качестве субъекта – личность, общество, государство, цивилизация в целом. Аспектом безопасности этой системы выступает экологическая безопасность.

Так, одной из целей экообразования является изучение звеньев системы «человек–среда обитания» [4], и составляющие этих звеньев также можно выделить и БЖД. Интеграция коснулась и общности ряда центральных терминов – безопасность, риск, среда, человек, общество, природа.

Интегрированное обучение на современном этапе решает много задач в образовании: развивается личность обучающегося, формируется мировоззрение, повышается самооценка, усиливается мотивация к познанию и пр. А главное, решается одна из главных задач в образовательном процессе – формирование специалиста с межпредметными знаниями, способного их применить в будущей трудовой деятельности [9].

Приведём некоторые наброски [4].

Набросок 1 – Экологический анализ техногенных воздействий. Описывается пример – осушение болот, как фактор антропогенной деятельности человека и природные пожары, как ЧС, обусловленная такой деятельностью. Далее по предложенным вариантам (количество вопросов неограниченно) предлагается дать экоанализ в виде краткого сообщения.

Последние десятилетия болота подвергаются массовой атаке человека, и наравне с хозяйственной пользой, можно выделить отрицательные последствия. В настоящее время осушено около 60% болотистых участков. Данный процесс (осушение болот) обуславливает возникновение пожароопасных ситуаций, примером может служить чрезвычайные пожары в центральной части России летом 2010 г. Пожароопасными являются все выработанные торфяники. Перегрев торфяного болота под действием солнца или в результате халатного обращения людей с огнем начинается торфяной пожар. Исключить торфяные пожары

возможно при пропитывании их водой, что потребует достаточных ресурсов и усилий. В мире выработанные торфяники отдаются под заболачивание.

Набросок 2 – На выбор демонстрация видео, как способа увеличения наглядности учебного материала: «Взрывчатые» техногенные катастрофы (Бхопал в Индии); Взрыв емкостей с жидкими радиоактивными отходами на предприятии «Маяк» в 1957 г. как крупнейшая радиационная авария в России; Кыштымская авария 29.09.1957 г. – авария 20 века в России. Далее после просмотра обсуждаются причины техногенных катастроф и последствия, которые они принесли. Например, техногенная катастрофа на химзаводе 03.12.1984 г. в г. Бхопал, где в результате взрыва от удушья метилизоцианатом погибло 3000, а впоследствии по разным оценкам от 18 тыс. человек. В книге рекордов Гиннеса данная катастрофа отмечена как «наиболее сильное загрязнение воздуха».

Набросок 3 – Экологизация образования и культуры отдельного человека, общества, государства в целом, нашедшие отражение в законе РФ «Об охране окружающей среды» (статьи 71-74) и обеспечение потребности каждого человека в обеспечении безопасности (по А. Маслоу), в частности экологической. Можно указать следующие примеры: опасные вещества в продуктах и напитках, например опасный уровень диоксинов был обнаружен в сыре моцарелла, поставляемом из Калабрии (регион Италии). Требования Европейского Союза – возврат загрязненного сыра и запрет его экспорта. Причина инцидента – в загрязнении пастбищ токсичными промышленными отходами, которые незаконно сбрасываются организованными преступными группировками, которые контролируют процессы утилизации отходов в Италии. Так как данная дисциплина изучена уже на 2 курсе, то студенты достаточно легко приводят примеры: например, случай в Минамата в Японии, где с 1932 г. завод по производству пластмассы сбрасывал в Минаматский залив ртуть. Вследствие употребления загрязненной пищи (рыба и моллюски) происходили отравления тяжелым металлом, и последующие тяжёлые заболевания у рождённых детей у отравившихся родителей.

Привлекателен факт, что студенты использовали знания, полученные на лекционных занятиях не только заявленной дисциплины, но и знания, полученные при обучении на других дисциплинах. Соответственно можно проследить интеграцию многих дисциплин. Непосредственно интеграционную область можно выявить на тех навыках и умениях, которые были приобретены в ходе прохождения производственных практик. Интеграция служит системности знаний, их эскалации, позволяет закрепить профессиональные знания, развить у обучающихся навыки самостоятельности, постановки эксперимента [5].

Ролевая или деловая игра. С целью приближения студента к рабочей среде профессии, на таком занятии как «Изучение классов опасности и заполнение протокола расчета класса опасности отхода» рассматриваем пример на основе заполнения протокола расчёта класса опасности отхода [6]. Изучаем классификатор отходов по наименованиям отходов. Расчет выполняем в соответствии с методикой «Критериями отнесения отходов к I-V классам опасности по степени негативного воздействия на окружающую среду».



Осваиваем различные методики расчётов, например: методы оформления экологической документации; методы экономического ущерба от загрязнения; методы определения эффекта суммации и др.

Примером информационно–коммуникационных технологий служит работа с информационными источниками, как изучение программного обеспечения в целях решения экологических задач на примере программ ЭПК РОСА и «Эколог-Чистая вода». Заходим на сайт <http://ecolida.ru/obschaya-informaciya> знакомимся с основными разделами. По демоверсии пробуем производить расчёт.

Примером служит также конкурс «Юный исследователь», где просмотрев видеоролик об исследуемом объекте необходимо заполнить бланк ответов по представленным вопросам. Самостоятельное составление экологического словарика и далее на платформе [https://cross.highcat.org/ru\\_RU/](https://cross.highcat.org/ru_RU/) создаётся кроссворд, иногда происходит обмен кроссвордами.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Долгоруков А.М. Case study как способ понимания // Практическое руководство для тьютера системы открытого образования на основе дистанционных технологий. – М.: Центр интенсивных технологий образования, 2002. – С. 21–44
2. Касимова Г.Ш. Кейс – стадии, как условие эффективности образовательного процесса на уроках обществознания. – Режим доступа: <http://infourok.ru/material.html?mid=121054>
3. Куликова В.В. Использование кейс–стадии в образовательном процессе // Экономика и социум. – 2016. – № 1(20).– С. 548–551.
4. Куликова В.В. Интегрированное обучение на примере дисциплин «Безопасность жизнедеятельности» и «Экологические основы природопользования» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://metior.ru/article/858-prezentacija-k-uchebno-metodicheskomu-seminaru-vnedrenie-mao-v-obrazovatelnyi-process-vuza-integ.html> 2016
5. Куликова В.В., Заярная И.А. Формирование содержания дисциплины посредством интеграции образовательных областей // Дискуссия. Екатеринбург, ООО «Институт современных технологий управления». – 2017. – № 2 (76). – С. 85–91.
6. Куликова В.В. Практикум по дисциплине «Ресурсосберегающие технологии». – Режим доступа: Metior.ru. [электронный документ]. Учебные публикации в СМИ, 2018. – 83с. URL:<https://metior.ru/article/1739-praktikum-po-discipline-resursosberegayuschie-tehnologii.html>
7. Куликова В.В., Заярная И.А. Организация процесса рефлексии как метода познания // Общероссийский научно–педагогический журнал «Наука и школа». – 2019. – № 1. – С. 147–154.
8. Куликова В.В., Ковалёва Е.А., Мусабилов А.В. Исследование утилизации отходов бумаги // «Наука, образование, производство в решении

- экологических проблем». Экология-2020. Матер. XVI Международной научно-технической конф. – Уфа: РИК УГАТУ. С. 230-235.
9. Куликова В.В., Воликов О.А. Интеграция науки и образования в вузе на примере научно-учебных групп // Азимут научных исследований: Педагогика и психология. – № 2 (35). – 2021.
10. Куликова В.В., Власова Е.М. Интеграция дисциплин «Основы безопасности жизнедеятельности» и «История» // Азимут научных исследований: Педагогика и психология. – № 3(33). – 2021.
11. Мухина Т.Г. Использование кейс–метода в профессиональном образовании // «Великие реки'2012» / Н. Новгород: ННГАСУ, 2013. – С. 137–139.
12. Татмышевский К.В. Инновационные методы обучения (Активные методы обучения). [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://uu.vlsu.ru/files/Innovachionnie\\_MO](http://uu.vlsu.ru/files/Innovachionnie_MO)

*Лукашевич О. Д.<sup>1</sup>, Филичев С. А.<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Томский государственный архитектурно-строительный университет, Томск, Российская Федерация

<sup>2</sup>Томский экономико-промышленный колледж, Томск, Российская Федерация

## **ФОРМИРОВАНИЕ ЭКОЛОГО-ОРИЕНТИРОВАННОГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МЫШЛЕНИЯ СТУДЕНТА**

Аннотация. В работе проанализированы особенности современного этапа экологического образования, тесно связанного с необходимостью формирования компетенций в сфере техносферной безопасности. Экологически ориентированное профессиональное мышление будущего квалифицированного специалиста является условием устойчивого цивилизационного развития, по сути – выживания в условиях системного глобального экологического кризиса. В основе его лежит биосферо-центрическое (ноосферное) мировоззрение как мотивационно-ценностный компонент важнейших универсальных (общекультурных) компетенций, в том числе – экологических. Развитие такого мировоззрения – сложный и продолжительный процесс. Он требует экологизации большинства учебных дисциплин и активного вовлечения студентов в самостоятельную образовательную деятельность с использованием педагогических инноваций. К ним относятся цифровые методы обучения, тезаурусный подход, активная визуализация образовательной среды.

Ключевые слова: профессиональное образование, эко-педагогика, ноосферное мировоззрение, педагогические инновации, природоподобные технологии.

*Lukashevich O. D.<sup>1</sup>, Filichev S. A.<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Tomsk State University of Architecture and Civil Engineering, Tomsk, the Russian Federation

<sup>2</sup>Tomsk College of Economics and Industry, Tomsk, Russian Federation

## **FORMATION OF ECOLOGY-ORIENTED PROFESSIONAL STUDENT THINKING**

*Abstract.* The paper analyzes the features of the environmental education's current stage, which is closely related to the need to form competencies in the field of technosphere safety. Environmentally oriented professional thinking of a future qualified specialist is a condition for sustainable civilizational development, in fact - survival in the context of a systemic global environmental crisis.

It is based on the biosphere-centric (noospheric) worldview as a motivational-value component of the most important universal (general cultural) competencies, including environmental ones. The development of such a worldview is a complex and lengthy process. It requires the greening of most academic disciplines and the active involvement of students in independent educational activities using pedagogical innovations. These include digital teaching methods, thesaurus approach, active visualization of the educational environment.

*Key words:* vocational education, eco-pedagogy, noospheric worldview, pedagogical innovations, nature-like technologies.

В своем выступлении в ООН на совещании в сентябре 2015г. Президент Российской Федерации В.В. Путин, анализируя варианты выходов из современного глобального экологического кризиса, сказал, комментируя введение квот на вредные выбросы как тактические меры: «Мы, может быть, на какой-то срок и снимем остроту проблемы, но, безусловно, кардинально ее не решим. И нам нужны качественно иные подходы. Речь должна идти о внедрении принципиально новых природоподобных технологий, которые не наносят урон окружающему миру, а существуют с ним в полной гармонии и позволят восстановить нарушенный человеком баланс между биосферой и техносферой. Это действительно вызов планетарного масштаба». Новым стратегическим приоритетом становятся междисциплинарные исследования, интеграция наук и технического их воплощения на практике, причем приоритет за такими, которые воспроизводят процессы, протекающие в живой природе, являются частью естественно-природных циклов, не нарушающих их. При реализации традиционных технологий около 90% сырья и энергии переходит в отходы и загрязняет окружающую среду. Природоподобные междисциплинарные технологии создают продукты, «выращивая» их природным путем. И на этом пути из-за невозможности контроля и трудностью предвидения последствий выхода искусственно созданных биологических объектов в окружающую среду есть серьезные вызовы и угрозы, которые уже сегодня явно проявляются: разрабатываются ГМО, создается оружие для

уничтожения представителей определенных рас, этносов; управление индивидуальным и массовым сознанием через воздействие на психофизиологическую сферу человека.

Создание таких технологий требует новых педагогических технологий в образовательной системе. Важными направлениями нам представляются междисциплинарность, воспитание нравственности и ответственности перед будущими поколениями, ценностного отношения к природе; формирование творческой личности.

Подавляющее большинство образовательных программ для образовательных организаций систем СПО и ВО технического профиля сегодня не отражают перечисленные направления.

Главным условием техносферной безопасности является внедрение в сознание людей биосферо-центрического (ноосферного) мировоззрения [1–4]. До конца XX в. человечество строило свои цивилизации без учета законов биосферы, в результате мир столкнулся с социально-экологическим кризисом, имеющим духовно-нравственные и экономические корни. Произошли серьезные деформации в механизмах биотической регуляции окружающей среды, например, изменилась степень замкнутости биогеохимических круговоротов – фундамента самой жизни. Пользуясь терминологией Московченко А.Д. [4], есть 2 пути, выбор одного из которых определит наше будущее. Традиционный путь, экстенсивный, основанный на все большем использовании невозобновляемых ресурсов, уже привел к современному экологическому кризису. Дальнейшее развитие цивилизации по этому гетеротрофно-технологическому пути ведет к самоуничтожению человечества. Только переход на автотрофный технологический сценарий, предложенный сторонниками русского космизма, обеспечивает продолжение духовной эволюции человечества [4].

При современной насыщенности сложным оборудованием любое предприятие, сооружение, даже здание являются потенциально опасными при неумелом или ошибочном управлении (использовании) человеком. Мы полагаем, что в течение всего времени обучения будущего инженера, техника, технолога особенно необходимо формирование у него биосферо-центрического мировоззрения, включающего ценностные ориентации (уважение ко всему живому, принятие общечеловеческих нравственных ценностей и т.д.), готовность к самореализации и самосовершенствованию, стремление руководствоваться принципом «Не навреди» при использовании, реконструкции и создании технических объектов.

Необходимость формирования компетенций в сфере техносферной безопасности очевидна. Развитие таких компетенций – сложный и продолжительный процесс. Он требует экологизации большинства учебных дисциплин и активного вовлечения студентов в самостоятельную образовательную деятельность с использованием педагогических инноваций. Поскольку однозначной трактовки термина «педагогическая инновация» в научно-педагогическом сообществе пока не сложилось, будем понимать под

ним целенаправленное прогрессивное изменение, вносящее в образовательную среду новые элементы, улучшающие характеристики образовательной системы и отдельных её компонентов. Это касается способов взаимодействия «преподаватель–обучающийся», «обучающийся–обучающийся», «обучающийся–цифровая образовательная среда» и т.д. Активные и интерактивные формы обучения предоставляют широкие возможности для педагогических инноваций. Некоторые из них успешно апробированы нами в практике обучения студентов Томского государственного архитектурно-строительного университета.

Авторами используются на практических занятиях: 1) цифровые методы обучения, 2) тезаурусный подход, 3) активная визуализация образовательной среды; 4) использование методов технического творчества для решения эколого-ориентированных задач; 5) кейс-стади.

1) Цифровизация охватывает возможности использования студентами электронных ресурсов в качестве учебников, фактического материала при выборе аргументов и фактов для ответов на задания и при подготовке к дискуссиям (эко-дебатам), при работе с тезаурусом, при поиске средств визуализации, создании презентаций своих докладов и т.д.

2) Тезаурусный подход предполагает не простое заучивание главных терминов по каждой теме учебной программы, а их осмысление, поиски взаимосвязей с другими словами; присвоение терминов осуществляется комбинированием средств: диктант-проверка знания экологических терминов, заполнение пропущенных терминов в тексте, реферирование научного текста, написание научной статьи; особое место занимает триадическая дешифровка – анализ смысла терминов на основе трёх компонентов [5].

3) Визуализация образовательной среды опирается на такие методологические основы образования, как принцип наглядности, когнитология, деятельностный подход и способствует эффективному освоению студентами учебного материала. Нами используются системный и когнитивный подходы к формированию совместно студентами и преподавателем таких визуально-информационных моделей, как структурно-логические схемы, интеллект-карты и инфографика [6].

4) На примере решения экологических проблем разного уровня во время практических занятий по общей экологии и во внеаудиторной самостоятельной работе студенты узнают, что такое анализ, синтез, противоречие как источник развития, знакомятся с примерами разрешения противоречий при разработке эко-защитной техники и технологий [7].

5) Case-studies – относительно новый для экологического образования метод обучения. Опыт показывает, что он актуализирует теоретические знания студентов в процессе разбора конкретных ситуаций, стимулирует обучающихся к формулированию своего отношения к обсуждаемой экологической проблеме и к поиску разрешения выявленных противоречий.

Продуманная комбинация и последовательность педагогических технологий (или их элементов) с использованием ситуационного анализа,

средств наглядности, дискуссий, глубокого осмысления базовых терминов, при удачном сочетании с цифровыми методами, позволяет развивать экологически ориентированное профессиональное мышление (и одновременно – высокие личностные качества) будущего квалифицированного специалиста. Оно является условием устойчивого цивилизационного развития, по сути – выживания в условиях системного глобального экологического кризиса. В основе его лежит биосферо-центрическое (ноосферное) мировоззрение как мотивационно-ценностный компонент важнейших универсальных (общекультурных) компетенций, в том числе – экологических.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вернадский В.И. Биосфера и ноосфера. М.: Наука, 2003. – 238с.
2. Данилов-Данильян В.И., Залиханов М.Ч., Лосев К.С. Экологическая безопасность. Общие принципы и российский аспект. М.: МППА БИМПА, 2007. – 288с.
3. Моисеев Н.Н. Динамика биосферы и глобальные модели (концепция и проблемы)// Знание, число и мысль. – М., 1982. Вып. 5, с.56–113.
4. Московченко А.Д. Философские проблемы интеграции естественных, гуманитарных и технических наук. Томск: Томск. Гос. ун-т систем упр. и радиоэлектроники, 2007. – 254 с.
5. Филичев С.А., Лукашевич О.Д. Формирование экологического тезауруса студентов на основе метода «триадическая дешифровка» теории динамических информационных систем. // Современные проблемы науки и образования, 2016, №3, с.11-19.
6. Филичев С.А. Современные средства обеспечения наглядности в образовательном процессе технического вуза. // Профессиональное образование в России и за рубежом, 2018, №2(30), с. 180-185.
7. Филичев С.А., Лукашевич О.Д. Экологи изобретают: решение экологических проблем методами технического творчества. – Томск: Изд-во ТГАСУ, 2010. – 119 с.

*Саитова К. А., Барахнина В. Б., Гилязов А. А.*

Уфимский государственный нефтяной технический университет, г. Уфа, Российская Федерация

## **НОВЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ В ОБЛАСТИ ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ**

*Аннотация.* Использование IT-технологии при подготовке специалистов нефтегазовой отрасли в настоящее время имеет тенденцию к возрастанию. При этом отмечается низкий уровень контроля в сфере охраны труда, защиты природной среды и ликвидации аварий. Очевидно, что при обучении инженеров

по промышленной безопасности и охране окружающей среды также необходимо увеличивать использование новых информационных технологий. Пути повышения промышленной безопасности товарных парков (диагностика, анализ рисков, мониторинг технического состояния, оценка взрывоопасности резервуаров) наряду с уменьшением потерь углеводородов от испарения и снижением отложений нефти при хранении являются основными направлениями развития резервуаростроения, которое требует современных инновационных решений. В статье дано описание нового программного продукта для определения показателей взрывоопасности резервуара и визуализации процесса работы товарного парка, который используется при изучении работы резервуарных парков в процессе обучения студентов направления «Техносферная безопасность» УГНТУ.

*Ключевые слова:* промышленная безопасность, резервуар, товарный парк, программный продукт, показатели взрывоопасности, визуализация.

*Saitova K. A., Barakhnina V. B., Gilyazov A. A.*

Ufa State Petroleum Technological University, Ufa, Russian Federation

## **NEW INFORMATION TECHNOLOGIES FOR TRAINING SPECIALISTS IN THE FIELD OF INDUSTRIAL SAFETY**

*Abstract.* The use of IT technology in the training of specialists in the oil and gas industry currently tends to increase. At the same time, there is a low level of control in the field of labor protection, protection of the environment and elimination of accidents. Obviously, when training industrial safety and environmental engineers, it is also necessary to increase the use of new information technologies. Ways to increase the industrial safety of product parks (diagnostics, risk analysis, monitoring of the technical state, assessment of the explosiveness of reservoirs) along with a decrease in the loss of carbohydrates by evaporation and reduction of oil evaporation. The article describes a new program product for determining the indicators of the explosiveness of the reservoir and visualizing the process of the product park, which is used in the study of the operation of tank farms in the process of teaching students in the direction of "Technosphere safety" USPTU.

*Key words:* industrial safety, tank, commodity park, software product, explosion hazard indicators, visualization.

Резервуаростроение в РФ связано с историей развития нефтяной промышленности, а именно с ростом объемов добычи и переработки нефти (рисунок 1) [1]. В настоящее время разработано множество видов резервуаров, а также систем автоматизации резервуарного парка, защиты резервуаров от коррозии, статического и атмосферного электричества.

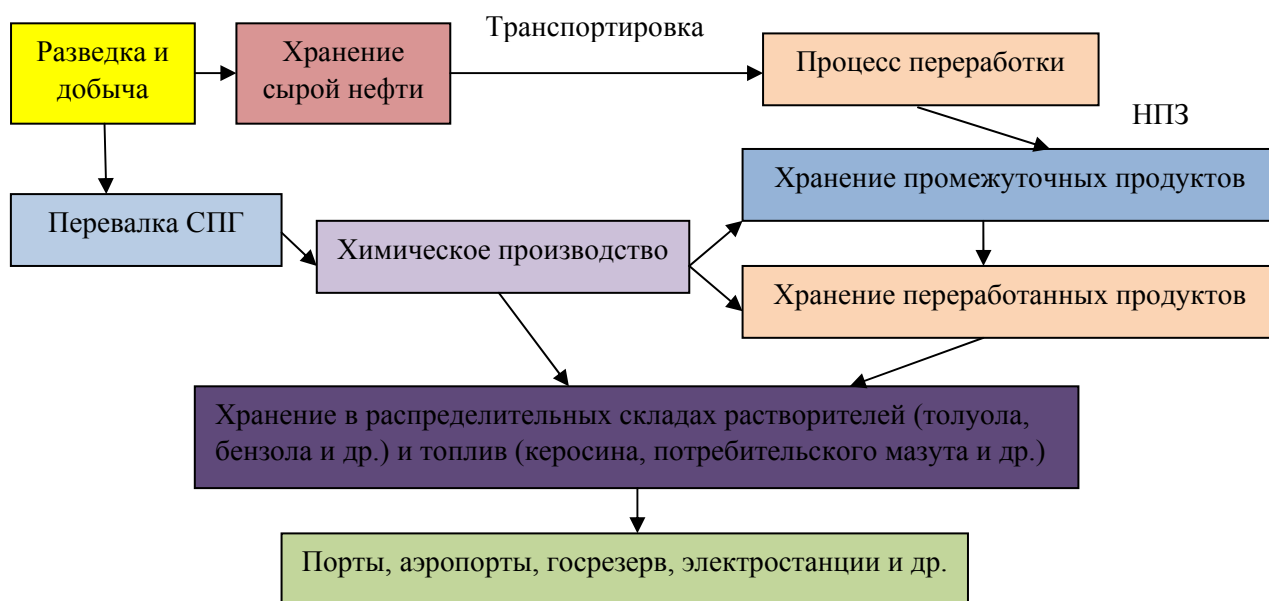


Рис. 1. Области применения резервуаров в ТЭК

Применяются также современные системы пожаротушения, водяного охлаждения, очистки и др. Особое внимание уделяется промышленной безопасности резервуарных парков. Разработан программный продукт (ПП) для определения показателей взрывоопасности резервуара и визуализации процесса работы товарного парка. Он предназначен для использования в учебном процессе при подготовке студентов направления «Техносферная безопасность» [3]. Разработка предоставляет следующие возможности: расчет показателей давления и температуры; контроль уровня углеводородов в резервуарах, используемых для постоянного выполнения технологических операций, длительного хранения, смещения и отстаивания [2].

Пользователь должен иметь опыт работы с ОС MS Windows (XP/Vista/7/8/10), навык работы с программным обеспечением, а также иметь основное понимание физических величин. ПП предназначен для использования в процессе обучения при изучении обучающимися процесса хранения нефти и нефтепродуктов. Условие применения доступно для всех обучающихся, присутствующих на занятии, в котором применяется ПП. Последний не имеет дистрибутива. Сначала пользователю необходимо скопировать папку программы на компьютер из основного; открыть папку; найти и запустить исполняемый файл EtESotT.exe. Ниже приведено описание пользовательских операций для выполнения каждой из задач.

Операция 1: реализация расчетов.

Основные действия производятся в требуемой последовательности.

Открыть окно «Расчеты» нажав кнопку «Расчеты» на главном окне (рис. 2).

В окне «Расчеты» (рис. 3) заполнить соответствующие поля с соответствующими им единицам измерения.



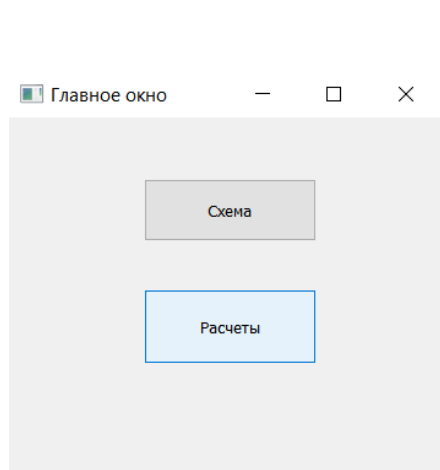


Рис. 2. Главное окно

Рис. 3. Окно «Расчеты»

Для исключения аварийных ситуаций поля заполняют корректными данными: радиус (натуральные числа, в миллиметрах); высота (натуральные числа, в миллиметрах); длина (натуральные числа, в метрах); ширина (натуральные числа, в метрах); количество резервуаров (натуральные числа, количество штук); диаметр труб (положительные рациональные числа, в метрах); молярная масса (положительные рациональные числа, в грамм на моль); температура при приеме (рациональные числа, в градусах цельсия); температура плавления (рациональные числа, в градусах цельсия); температура вспышки (рациональные числа, в градусах цельсия); температура кипения (рациональные числа, в градусах цельсия); плотность при температуре приема (положительные рациональные числа, в килограмм на кубический метр). Рациональные числа записывают в виде десятичной дроби и целая часть в данном случае, отделяется точкой, а не запятой.

В этом же окне нажать на кнопку «Рассчитать».

Заключительные действия: закрыть окно.

Операция 2: управление визуализированным процессом.

Основные действия производятся в требуемой последовательности.

Открыть окно «Схема» нажав кнопку «Схема» на главном окне (рис. 4). В окне «Схема» нажать на кнопку «Заполнить». Начнется процесс заполнения резервуаров, который представлен на рис. 5. Значение давления растет, исходя из количества углеводородов.

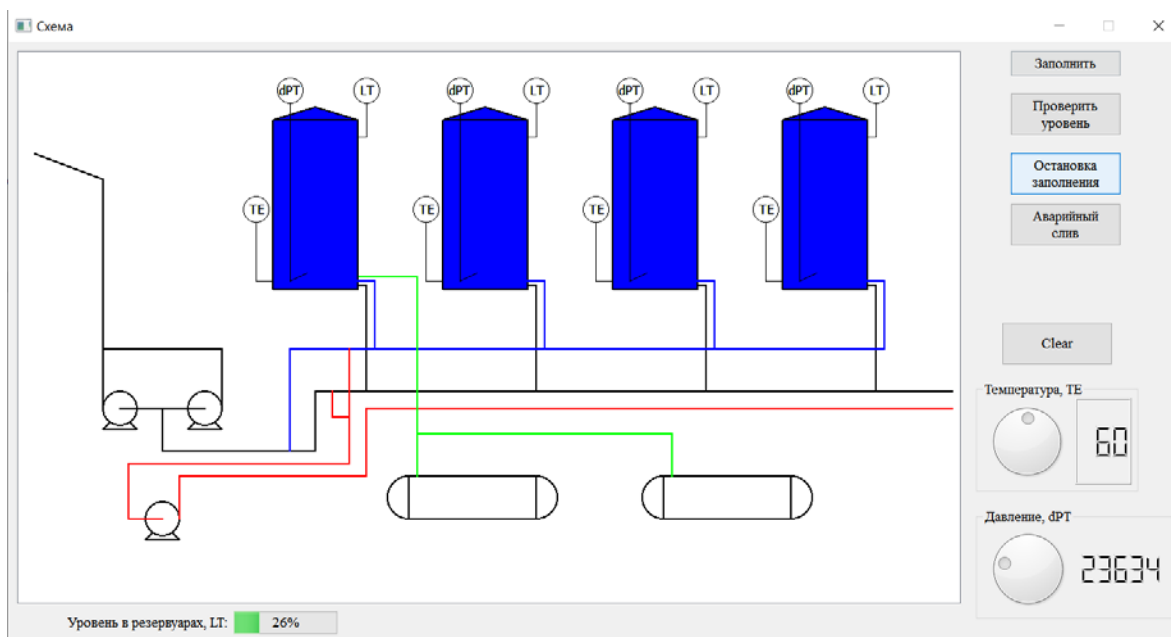


Рис. 4. Процесс заполнения резервуаров

Процесс заполнения резервуаров заканчивается автоматически при наполнении, или его можно остановить заранее кнопкой «Остановка заполнения». После этого можно начинать управлять значениями температуры и давления с помощью дисков, которые зависят друг от друга.

Измененное значение температуры представлено на рис. 5. Взрывобезопасность обеспечивается тем, что значения температуры и давления можно изменять только в безопасном диапазоне, поэтому при предельных значениях формируется предупреждающее сообщение (рисунок 6).

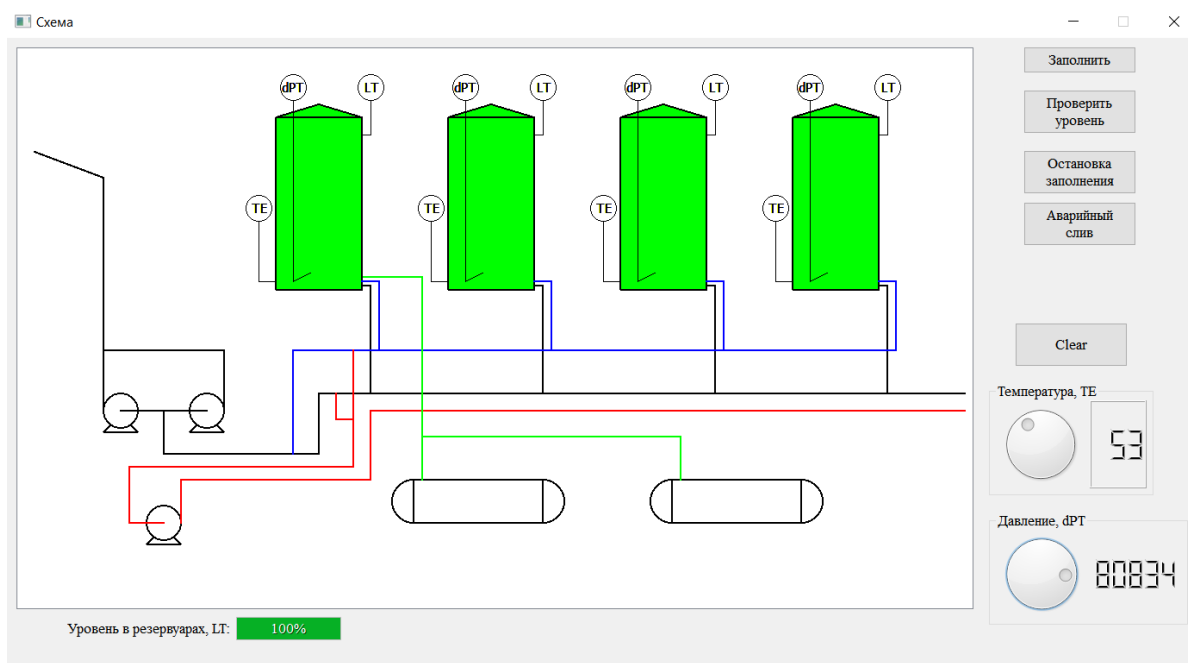


Рис. 5. Измененные значения температуры

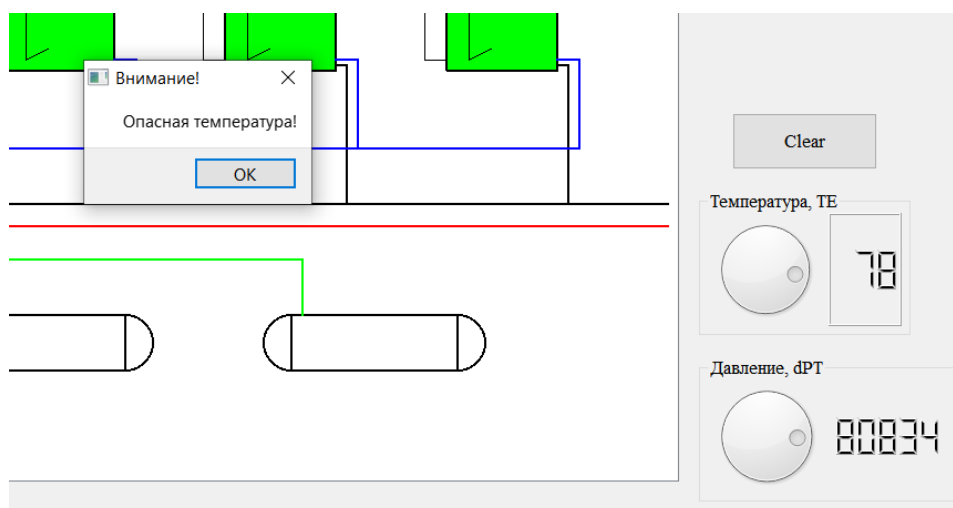


Рис. 6. Предупреждающее сообщение

Кнопка «Проверить уровень» показывает количество вещества в резервуарах, «Аварийный слив» приводит к опустошению резервуаров, а «Clear» переводит окно в исходное положение.

Новый ПП для определения показателей взрывоопасности резервуара и визуализации процесса работы товарного парка позволит повысить уровень обучения специалистов по охране труда, промышленной и экологической безопасности.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Галиметова Н.А., Кириев А.Р., Назаренко А.В. Информационные технологии, используемые в лекционном курсе по предмету «Ноксология». Научный журнал «НоваИнфо», 2019, №100-1 С. 29-31 <https://novainfo.ru/article/16483>.
2. Кириев А.Р., Басенгулова Р.М. Новая программа расчета степени коррозии резервуаров для хранения нефти и нефтепродуктов. Тезисы докладов IV Всероссийской научно-практической конференции «Шаховские чтения», Томск: Издательство ТПУ, 2019. С. 247-248.
3. Кириев А.Р., Назаренко А.В. Новая автоматизированная система контроля параметров товарного парка. Сборник трудов международной научно-учебно-практической конференции «Информационные технологии-2019», Томск: Изд-во ТПУ, 2019. С. 44-49.

Ткаченко С. В., Смирнова Т. В.

Международный государственный экологический институт им. А.Д. Сахарова  
Белорусского государственного университета, г. Минск, Республика Беларусь

## **ПРИМЕНЕНИЕ КОМПЬЮТЕРНОГО ЗРЕНИЯ В ДЕТЕКТОРЕ КОНТРОЛЯ ФИЗИЧЕСКОГО ДИСТАНЦИРОВАНИЯ**

*Аннотация.* В работе представлен проект детектора контроля физического дистанцирования при распространении инфекций с использованием системы компьютерного зрения.

*Ключевые слова:* дистанцирование, компьютерное зрение, OpenCV, свёрточная нейронная сеть, детектор объектов YOLO

*Tkachenko S., Smirnova T.*

International A. Sakharov Environmental Institute at the Belarussian State University,  
Minsk, Republik of Belarus

## **USING COMPUTER VISION IN A PHYSICAL DISTANCE CONTROL DETECTOR**

*Abstract.* A project of a detector for physical distance monitoring during an epidemic using a computer vision system is presented.

*Keywords:* distance, computer vision, OpenCV, convolutional neural network, YOLO object detector.

Автоматический контроль за соблюдением нормы физического дистанцирования особенно актуален в период инфекционной активности. Наличие достаточного количества средств контроля за соблюдением рекомендуемой нормы в 1.5-2 м позволяет дисциплинировать население и сдерживать распространение опасных заболеваний. Цель физического дистанцирования – снижение вероятности контакта между инфицированными и здоровыми людьми для минимизации уровня распространения инфекции.

В работе рассмотрен принцип работы детектора контроля за соблюдением нормы социального дистанцирования с использованием системы компьютерного зрения OpenCV и детектора объектов YOLO.

1) Аппаратная часть детектора.

Современный рынок систем видеонаблюдения представлен большим количеством разнообразных продуктов: от профессиональных IP-камер, бюджетных аналоговых камер до камеры телефона. Но все существующие средства по детектированию объектов в режиме реального времени требуют специального программного обеспечения. Кроме того, в качестве необходимого элемента систем используются и оптические компоненты – видеокамеры. Задача создания недорогого мобильного детектора объектов актуальна и практически значима.

Главной проблемой при создании аппаратной части такого детектора является решение вопроса об определении точного расстояния между целевыми объектами. При реализации аппаратной части детектора расстояние рассчитывается в пикселях, и задача состоит в определении, соблюдается ли расстояние между объектами не менее чем  $N$  пикселей. Поэтому для использования данных с видеокамер необходимо определить, какое количество пикселей (двумерных наборов входных данных) будет достаточным для распознавания динамических объектов.

Для решения такой задачи разработан ряд методов, наиболее точный из них – метод подобия. Суть метода в следующем.

Пусть имеется объект с известной шириной  $W$ . Объект помещается на начальном расстоянии  $D$  от камеры. Используя камеру, получаем изображение объекта, а затем измеряем видимую ширину  $P$  в пикселях. Это позволяет нам рассчитать воспринимаемое фокусное расстояние  $F$  камеры [1]:

$$F = (P \cdot D) / W \quad (1)$$

Равномерно перемещая камеру как ближе, так и дальше от объекта, и используя свойства подобия геометрических фигур, определяем текущее расстояние от камеры до наблюдаемого объекта:

$$D' = (W \cdot F) / P \quad (2)$$

Кроме аппаратной части системы, для ее управления требуется программное обеспечение. Программная составляющая детектора физического дистанцирования основывается на системе компьютерного зрения OpenCV и ее библиотеке, глубоком обучении, детекторе объектов YOLO, программно-аппаратной архитектуре параллельных вычислений NVIDIA CUDA GPU [2].

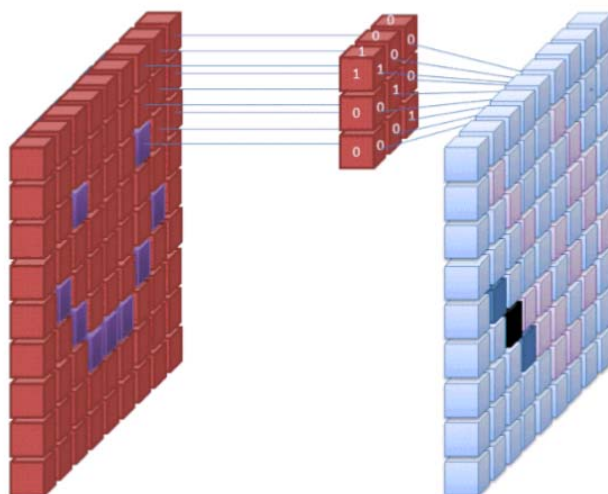
С учётом этого разработана программа на языке Python, способная выполнять анализ как по уже имеющимся данным видеофайлов, так и в режиме реального времени. Преимущество программы в том, что она может работать и на экономичных одноплатных микрокомпьютерах, и на мощных вычислительных системах.

2) Использование методов глубокого обучения при обработке данных от систем компьютерного зрения.

Глубокое обучение – область машинного обучения, которая рассматривает методы решения задач искусственного интеллекта с использованием глубоких нейронных сетей. Основная проблема при использовании глубоких нейросетей с большим количеством скрытых слоев – трудность обучения по причине исчезающего градиента: при использовании традиционных функций активации сигналы об обратном распространении ошибок быстро становятся очень малыми (или слишком большими) [1].

Для задач компьютерного зрения используют главным образом архитектуру свёрточных нейронных сетей. Свёрточные нейронные сети (Convolutional Neural Network, CNN) устраняют необходимость ручного извлечения признаков объектов, поскольку используют шаблоны для классификации изображений. Кроме того, CNN могут быть переобучены на

предварительно обученных моделях для выполнения новых задач классификации и распознавания. Данный тип нейронных сетей обеспечивает инвариантность распознавания к изменению линейного масштаба, повороту, сдвигу и пространственным искажениям, тем самым хорошо подходят для работы как со статическими, так и с динамическими изображениями (рис. 1).



*Рис. 1. Свёрточная нейронная сеть со слоями признаков*

CNN состоит из разных видов слоев: свёрточные слои, субдискретизирующие слои и слои «обычной» нейронной сети – персептрона. Первые два типа слоев, чередуясь между собой, формируют входной вектор признаков для многослойного персептрона.

Локальные рецепторные поля обеспечивают локальную двумерную связность нейронов. Общие синаптические коэффициенты обеспечивают детектирование некоторых черт в любом месте изображения и уменьшают общее число весовых коэффициентов.

В заявленной системе физического дистанцирования используется детектор объектов YOLO [3]. На текущий момент это популярная архитектура для свёрточных нейронных сетей, и используется для распознавания множества объектов на изображении.

Главная особенность этой архитектуры, реализующей алгоритмы быстрого детектирования, по сравнению, например, с двухэтапными (R-CNN, Fast R-CNN), состоит в том, что семейство двухэтапных методов применяет CNN несколько раз к разным регионам изображения, а YOLO «прогоняет» изображение через нейросеть один раз. Сеть смотрит на изображение целиком, делит его на ячейки, и детектирует объекты указанного класса для каждого участка, с определением охватывающей рамки. Показатель уверенности (confidence) отражает вероятность того, что данная рамка содержит объект [3]. При визуализации показателей получается карта объектов и набор содержащих рамок.

С учётом того, что данная система разрабатывалась под разные архитектуры, на входе в программе задаются две константы:

- логическое значение, указывающее, следует ли использовать видеокарту с поддержкой CUDA;
- значение минимального расстояния (в пикселях), на котором могут находиться объекты (в частности, два человека).

Для ускорения обучения на больших наборах данных и работы в реальном времени рекомендуется распараллелить вычисления для многоядерных процессоров или для графических процессоров GPU. NVIDIA CUDA GPU (Compute Unified Device Architecture) является программно-аппаратной архитектурой параллельных вычислений, позволяющей существенно увеличить вычислительную производительность благодаря использованию графических процессоров.

Процесс обработки состоит в следующем. На входе видеочип принимает группу полигонов, проводит необходимые операции, и на выходе выдаёт пиксели. Обработка полигонов и пикселей независима, для их обработки можно применять параллельные вычисления. Поскольку обработка в GPU изначально организована параллельной, для этого используется большое количество исполнительных блоков, которые легко загрузить, в отличие от последовательного потока инструкций для CPU [4].

Таким образом, предполагая, что результат программного приложения дает хотя бы одно обнаружение, мы перебираем их, извлекаем координаты ограничивающего прямоугольника и обновляем список результатов, состоящий из данных по признакам:

- вероятность обнаружении каждого объекта (человека);
- рамка, ограничивающая каждый объект;
- центроид каждого объекта.

Обновленный список возвращается вызывающей функции.

На текущем этапе реализации детектора физического дистанцирования с помощью OpenCV решаются следующие задачи:

- обоснование мощности аппаратной части, что отражается в параметрах конфигурационного файла NVIDIA CUDA GPU;
- выбор варианта обработки: обработка изображения в реальном времени или работа с уже подготовленным файлом.

При работе с готовым файлом в детекторе предусмотрена возможность подготовки видеофайла с метками на анализируемых объектах. Пример работы системы изображен на рис.2.



Рис. 2. Пример работы детектора физического дистанцирования: слева – необработанные данные; справа – прошедшие обработку детектором (в красной рамке объекты с нарушением дистанции)

#### Закключение.

Таким образом, детектор физического дистанцирования, основанный на свёрточной нейронной сети и нейросетевом детекторе YOLO, позволяет:

- обнаруживать наличие объекта в видеопотоке;
- определять центроиды для каждого обнаруженного объекта;
- вычислять попарные расстояния между всеми центроидами и производить проверку, выдерживается ли рекомендуемая дистанция между объектами. Если парные расстояния меньше  $N$  пикселей, то это означает, что пара людей нарушила правила физического дистанцирования (рис. 2).

Кроме того, использование графического процессора с поддержкой NVIDIA CUDA дает возможность обработки в режиме реального времени, что позволяет применять детектор в качестве проверочного прибора при соблюдении норм дистанцирования.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бринк Хенрик, Ричардс Джозеф, Феверолф Марк. Машинное обучение. – СПб.: Питер, 2018. – 336 с.
2. Библиотека OpenCV. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://opencv.willowgarage.com> – Дата доступа: 16.03.2021
3. Redmon J., Divvala S., Girshick R., Farhadi A. You only look once: Unified, real-time object detection // Proc. of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition. – 2016, p. 779-788.
4. Bishop C.M. Pattern Recognition and Machine Learning. – Springer-Verlag: New York, 2006. – 738 p.



*Ханжина О. А., Сидоров А. И.*

Южно-Уральский государственный университет (НИУ), г. Челябинск,  
Российская Федерация

## **БЕЗОПАСНОСТЬ ЦИФРОВЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ СРЕДСТВ КАК ЭЛЕМЕНТ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ОБРАЗОВАНИИ**

*Аннотация.* Поиск способов безопасного внедрения ЦОС в образовательный процесс университета стал основной целью исследования, проведенного на кафедре БЖД Южно-Уральского государственного университета. В статье рассмотрены элементы инновационных технологий в образовании, результаты пилотажного эксперимента по изучению предпочтений студентов в выборе цифровых образовательных средств, проанализированы результаты опроса студентов о влиянии цифровых образовательных средств на социальный и психологический аспекты их здоровья, даны рекомендации по снижению негативного воздействия цифровых образовательных средств на здоровье студентов.

*Ключевые слова:* Образовательный процесс университета, цифровые образовательные средства, инновационные технологии

*Khanzhina O. A., Sidorov A.I.*

South Ural State University (SRU), Chelyabinsk, Russian Federation

## **SECURITY OF DIGITAL EDUCATIONAL TOOLS AS AN ELEMENT OF INNOVATIVE TECHNOLOGIES IN EDUCATION**

*Abstract.* The search for ways to safely implement the DSP in the educational process of the university was the main goal of the study conducted at the Department of Safety Life of South Ural State University. The article considers elements of innovative technologies in education, results of a pilot experiment to study students' preferences in choosing digital educational tools, analyzes the results of a survey of students about the impact of digital educational tools on the social and psychological aspects of their health, and provides recommendations for reducing the negative impact of digital educational tools on students' health.

*Keywords:* University educational process, digital educational tools, innovative technologies

Цифровизация всех сфер жизнедеятельности человека - процесс неизбежный. Как социальное благо, цифровые средства постепенно интегрируются и в сферу высшего образования и являются элементом инновационных технологий в образовательном процессе. Пандемия 2020 года способствовала приданию процессу интеграции революционного характера. Все имеющие информационный потенциал цифровые образовательные средства (далее ЦОС) были задействованы в качестве ресурсов обучения.

В результате ЦОС вынужденно, но быстро стали для всех участников образовательных отношений в высшей школе альтернативой живому учебно-педагогическому взаимодействию. Достаточный период применения ЦОС в образовательном процессе университета проиллюстрировал и проблемы, связанные с их применением, прогнозируемые исследователями [1, 3, 5]. пандемия 2020 года усилила значение в образовательном процессе не просто информационных технологий, а именно цифровых образовательных средств как элемента инновационных технологий. Были разработаны инновационные методики ЦОС активно продемонстрировали в этот период свои преимущества:

- они гибкие и мобильные,
- у учащегося есть доступ к образовательному процессу в любой точке Земли, где есть интернет,
- их удобно использовать в организации индивидуального режима, темпа обучения [6].

Поиск способов безопасного внедрения ЦОС в образовательный процесс университета стал основной целью исследования, проведенного на кафедре БЖД Южно-Уральского государственного университета. В ходе работы использованы методы естественного и лабораторного наблюдения, опрос, экспертиза, анализ накопленного теоретического и практического опыта по проблеме исследования [2, 4]. Для решения поставленной задачи были:

- изучены предпочтения студентов в применении различных видов ЦОС в образовательном процессе (в том числе в процессе самообразования);
- установлены потенциально вредные для здоровья студентов свойства ЦОС;
- выявлены связи применения ЦОС с изменениями в социально-психологическом здоровье студентов.

Анализ практики применения ЦОС показал, что в образовательный процесс в высшем образовании обеспечен самыми разнообразными ЦОС:

- открытые образовательные программы и курсы,
- электронные учебные пособия,
- средства компьютерного моделирования,
- Интернет-сайты,
- открытые площадки (yaklass.ru, фоксфорд, uchi.ru и др.)

Все они имеют разный рейтинг популярности среди студентов и преподавателей.

Вместе с тем, все участники образовательного процесса указывают на их влияние на социально-психологическое состояние их здоровья. Базой исследования стали студенты ЮУрГУ. Значимые факторы влияния ЦОС на социально-психологическое здоровье студентов были уточнены в ходе беседы со студентами и преподавателями и, после обработки, были обобщены в перечень требований необходимых к учету педагогом, применяющим в образовательном процессе ЦОС:

- требуемая сосредоточенность (продолжительность удержания внимания);
- необходимый объем внимания (количество объектов, удерживаемых одновременно в поле зрения);
- необходимая скорость переключения внимания (достаточная оперативность);
- необходимость абстрагироваться от отвлекающих факторов (ссылки, рекламные ролики, интернет-мусор);
- возможность влиять на познавательную активность студента (увлекательность, способность вызывать интерес, провокация самостоятельного поиска ответа на вопросы);
- эмоциональная насыщенность образовательного средства (наглядность и иллюстративность, воздействие на чувства);
- баланс обучающей и развлекательной функций (соответствие задачи обучения и воспитания применяемым средствам обучения и развлечения);
- социальная приемлемость информации и способов деятельности (адекватность содержания образования социальным и профессиональным ценностям);
- правомерность информации и способов деятельности (адекватность содержания образования правовым нормам, нормам научной этики),
- возможность межличностных контактов (провокация уточнения мнения сообщества по вопросам, требование наблюдения за поведением других),
- возможность объективного структурирования (вариативность в содержании образования и способах его представления, иллюстрирования),
- характер информации в ЦОС (ее научность, педагогическая целесообразность, возрастная доступность, системность изложения).

Для комплексной разработки рекомендаций требуется проведение более глубокого исследования и более тщательный анализ результатов уже проведенного пилотажного исследования. В настоящий момент анализ результатов опроса, личная беседа с респондентами также позволили сформулировать ряд рекомендаций для студентов для освоения инновационных технологий в образовании.

1. Выделите рабочее время за компьютером и отделите его от остальной жизни.
2. Создать себе максимально комфортную рабочую обстановку: свет, удобное кресло или стул, стол органичной для Вас высоты и площади.
3. Оставьте на столе лишь необходимые для учебы вещи: ручки, тетради, ноутбук и так далее.
4. Решите, нужна ли Вам музыка для выполнения задания или тишина.
5. Не позволяйте себе постоянно проверять социальные сети и посещать сайты, не связанные с учебой.

6. Фиксируйте все вопросы и замечания, возникающие в ходе учебного занятия с применением ЦОС в тетради, чтобы в ближайшее время найти ответы на них у преподавателя или самостоятельно.

7. Постарайтесь фиксировать свои успехи, чтобы пересматривать их и мотивировать себя двигаться дальше.

8. Распишите себе время для встреч с друзьями, одноклассниками чтобы поддерживать, развивать социальные контакты и время для консультаций с преподавателем.

9. Запланируйте часы отдыха от всех цифровых средств, не только образовательных: откладывайте телефон, выключайте телевизор, компьютер совсем в течение дня несколько раз.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вербицкий А.А. Цифровое обучение: проблемы, риски и перспективы / А.А. Вербицкий // Электронный научно-публицистический журнал «Номо Cyberus». 2019. №1(6). [Электронный ресурс]: [http://journal.homocyberus.ru/Verbitskiy\\_AA\\_1\\_2019](http://journal.homocyberus.ru/Verbitskiy_AA_1_2019).
2. Сидоров А.И., Калегина Ю.В. Направления модернизации образования в сфере безопасности // Вестник МАНЭБ. 2018. Т. 23. № 2. С. 193-197.
3. Сидоров А.И. Проблема безопасности цифровых образовательных средств и векторы ее решения / А.И. Сидоров, Тягунова // В сборнике: Техносферная безопасность как комплексная научная и образовательная проблема. 2018. С. 76-80.
4. Тягунова Ю.В. Здоровье студента как показатель качества проектирования образовательного процесса университета // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Образование. Педагогические науки. 2016. Т. 8. № 3. С. 51-56.
5. Устюжанина Е.В. Цифровизация образовательной среды: возможности и угрозы / Е.В. Устюжанина, С.Г. Евсюков // Вестник Российского экономического университета им. Г.В. Плеханова, 2018. № : 1 (97). с.3-12.
6. Pedagogical evaluation of digital tools' safety in education / Kalegina, Y.V //INTED Proceedings. 2019. P.373-381.

*Шуваева В. Р., Барахнина В. Б., Гилязов А. А., Коннов Я. А.*

Уфимский государственный нефтяной технический университет, г. Уфа,  
Российская Федерация

## **ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВИРТУАЛЬНОЙ ОБУЧАЮЩЕЙ СРЕДЫ ДЛЯ ВИЗУАЛИЗАЦИИ АВАРИЙНОГО РАЗЛИВА НЕФТИ И РАСЧЕТА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО УЩЕРБА**

*Аннотация.* Повышение качества образования в России является в настоящее время актуальной проблемой. Для полноценного обучения студентов нефтегазовых вузов необходимо давать не только теоретические знания, но и практические (с целью усвоения предмета и обучения студентов анализировать инженерные задачи и находить самостоятельные решения). Авторами проведен анализ существующего программного обеспечения для экологических расчетов. Выявлены недостатки существующих обучающих программ для специалистов по ликвидации аварийных разливов нефти и нефтепродуктов. Разработана новая программа «Расчет ущерба от аварийного разлива нефти и нефтепродуктов», позволяющая произвести оценку ущерба от аварийного разлива нефти из нефтепровода, нефтеналивной эстакады, нефтеналивного танкера, металлических стальных резервуаров и др. Программа используется в учебном процессе.

*Ключевые слова:* программный продукт, автоматизация, расчет аварийного разлива, специалист по промышленной безопасности, экология, резервуар, танкер, нефтепровод, нефтеналивная эстакада.

*Shuvaeva V. R., Barakhnina V. B., Gilyazov A. A., Konnov Ya. A.*

Ufa State Petroleum Technological University, Ufa, Russian Federation

## **EXPERIENCE IN USING THE VIRTUAL LEARNING ENVIRONMENT FOR VISUALIZATION OF EMERGENCY OIL SPILL AND CALCULATION OF ENVIRONMENTAL DAMAGE**

*Abstract.* Improving the quality of education in Russia is an urgent problem today. For full-fledged training of students of oil and gas universities, it is necessary to provide not only theoretical knowledge, but also practical knowledge (in order to master the subject and teach students to analyze engineering problems and find independent solutions). The authors analyzed the existing software for environmental calculations. The drawbacks of the existing training programs for specialists in the elimination of emergency oil and oil products spills have been identified. A new program “Calculation of damage from an accidental spill of oil and oil products” has been developed, which makes it possible to assess the damage from an accidental spill of oil from an oil pipeline, an oil loading rack, an oil tanker, metal steel tanks, etc.

*Key words:* software product, automation, calculation of an emergency spill, industrial safety specialist, ecology, reservoir, tanker, oil pipeline, oil loading rack.

Высокий уровень аварийности и производственного травматизма в нефтегазовой отрасли обусловлен низкой эффективностью существующей системы образования и обучения специалистов по промышленной безопасности и охране окружающей среды (ОС), а также низким уровнем контроля в сфере охраны труда, защиты ОС и ликвидации аварий.

В ФГБОУ ВО УГНТУ проводится подготовка специалистов по направлению «Техносферная безопасность». В рамках изучения ряда дисциплин («Экология», «Прикладная экология», «Безопасность жизнедеятельности» и др.) проводится практическая работа (ПР), на которой изучается методика «Определение степени загрязнения при аварийных утечках нефти и нефтепродуктов». Данная ПР проводится для 1,3 тыс. студентов практически всех факультетов, непосредственно связанных с нефтяной промышленностью. В ходе выполнения ПР студенты определяют степень загрязнения ОС при аварийных утечках нефти и нефтепродуктов.

Для ускорения расчетов и визуализации разлива нефти из резервуара разработаны программные модули с использованием языка VBA. У каждого модуля предусмотрена кнопка активации расчетов, запускающая форму для ввода данных. Для каждой кнопки расчета задания представлена краткая информация о ее содержимом и входных параметрах. Все управляющие кнопки с описанием расположены на одном листе «РАСЧЕТЫ», также есть отдельный лист «Анимация», который представляет собой технологическую схему резервуара с изображением процесса истечения нефти из коррозионного свища и заполнением обваловки резервуара [2, 3].

Рассмотрим работу программного продукта (ПП).

В ходе решения первой задачи при запуске файла «Расчет загрязнения ОС» открывается рабочий лист «РАСЧЕТЫ» (рис. 1), на котором расположены все кнопки активации расчетов с кратким описанием соответствующего задания и входных параметров. Для запуска первого программного модуля необходимо нажать на кнопку «Расчет вытекшего вещества из резервуара», в результате откроется диалоговая форма для ввода данных (рис. 2). После нажатия на кнопку активации расчетов запустится обработчик, который в свою очередь, запускает процедуру открытия диалоговой формы первого задания. На экране отобразится диалоговая форма, в которую можно ввести параметры, необходимые для расчета. Это – диаметр свища, расстояние от свища до днища, уровень разлива, продолжительность истечения, вязкость жидкости, находящейся в резервуаре. Каждый из указанных пяти параметров может принимать только числовые (вещественные) значения. Однако, пользователь по ошибке может ввести и нечисловые значения, например, вместе с цифрами нажать на текстовую клавишу. Если такое значение передастся в расчеты, возникнет ошибка.

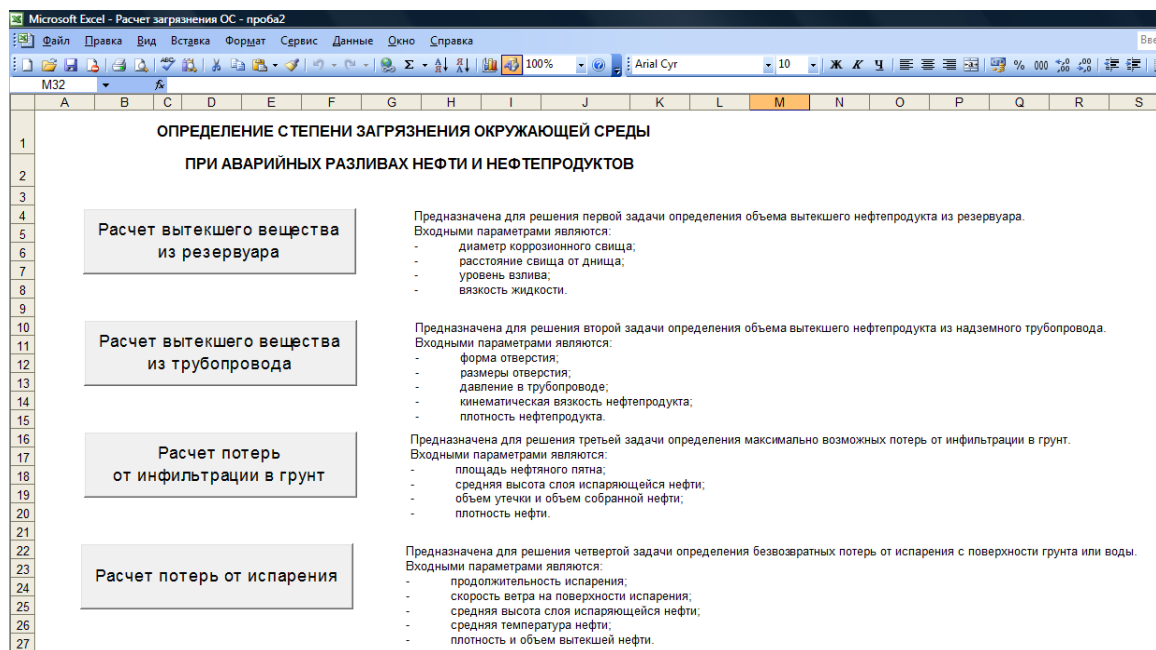


Рис. 1. Исходная форма запуска заданий для расчета

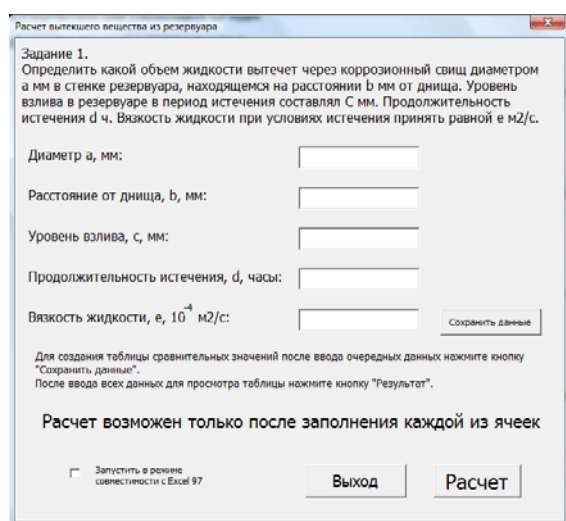


Рис. 2. Диалоговая форма первого задания

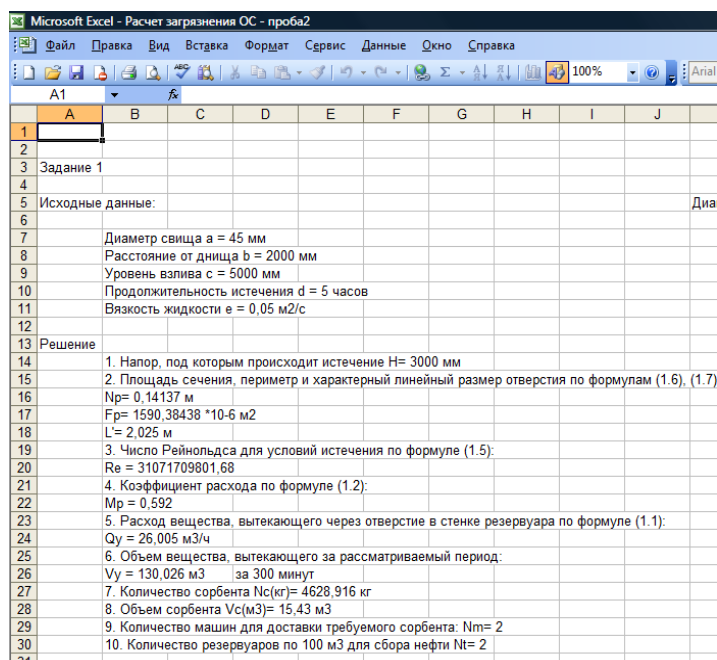


Рис. 3. Результаты решения первого задания

То же самое будет происходить при вводе всех остальных четырех параметров диалоговой формы, для которых проводится аналогичная проверка на предмет их принадлежности к числовому типу, а также на предмет наличия введенного значения [1, 4]. После ввода всех значений необходимо нажать кнопку «Расчет», которая запускает процедуру расчета конечных параметров, а также создает новый лист с номером задания, куда будут выводиться все рассчитанные данные. Во избежание ошибки существующего листа предусмотрен код на проверку наличия листа с таким названием. В случае

отсутствия такого листа, он создается, и ему присваивается имя «Задание\_1», затем он активируется. На рис. 3 представлен пример расчетов первого задания.

По усовершенствованной методике проведения ПР перед студентами ставится цель проанализировать зависимость между объемом излившейся нефти, ее напором или вязкостью, а также размером аварийного отверстия. Для этого предусмотрена возможность построения таблицы данных и кнопка для запоминания входных параметров. Параметры из ячеек ввода данных записываются в таблицу в столбцы K, L, M, N, O. Кнопка «Выход» реализует функцию скрытия диалогового окна Raschet\_1.Hide. По полученной таблице с помощью стандартных средств Excel студентам имеет возможность построить графики и написать соответствующие выводы. Кроме того, в диалоговой форме для задания 1 (как, впрочем, и для всех остальных заданий) имеется окно, в которое можно установить «флажок» для целей совместимости со старой версией Excel 97. Дело в том, что вывод на лист Excel «РАСЧЕТЫ» результатов решения первого задания содержит индексные текстовые надписи, например,  $\text{м}^3$ ,  $\text{кг}/\text{м}^3$  и т.д. К сожалению, старая версия Excel не поддерживает вывод индексов. Поэтому, если все же пользователю необходимо запустить первое задание в старом Excel, то следует поставить «флажок» (галочку). При этом индексы проставляться не будут, а соответствующие символы (которые должны быть в виде индексов) будут отображаться, как обычно, например:  $\text{м}^3$ ,  $\text{кг}/\text{м}^3$ .

Аналогично решаются задания со второго по четвертое. При этом создаются листы с соответствующими названиями и результатами. Для решения, например, второго задания следует нажать на кнопку «Расчет вытекшего вещества из трубопровода». При этом возникнет диалоговая форма с полями для ввода данных второго задания (рис. 4).

Отдельно стоит остановиться лишь на анимации. Для этого необходимо войти на лист Excel под названием «Анимация», на котором можно видеть уже конечные результаты работы программы, т.е. когда виртуальная нефть, выливаясь из резервуара, уже заполнила обваловку. В этот момент выполнение расчетов прекращается (рис. 5). Для того, чтобы запустить анимацию, следует нажать на соответствующую кнопку. После чего возникнет диалоговое окно, запрашивающее, стоит ли запустить анимацию. Если нажать кнопку «Запустить анимацию», вначале возникнет изображение резервуара с нефтью. Затем, через 1 секунду в правой части экрана, внизу резервуара появится отверстие с заданными в задаче параметрами, визуализируется утечка нефти в виде струи (фиолетового цвета – для контрастности изображения). Затем уровень нефти в обваловке начнет увеличиваться, а в резервуаре, наоборот, снижаться [2, 3]. И, через расчетное время, возникнет картина, изображенная на рис. 5.



Расчет вытекшего вещества из резервуара

Задание 2.  
На надземном участке нефтепродуктопровода обнаружено отверстие, имеющее форму А. Измерения на месте показали, что диагонали формы равны  $B \cdot 10^{-5}$  м и  $B \cdot 10^{-5}$  м, а его можно классифицировать как отверстие в толстой стенке. Давление в трубопроводе в месте обнаружения отверстия составляет  $\Gamma$  кгс/см<sup>2</sup>. Кинематическая вязкость нефтегазоконденсатной смеси равна Д, а её плотность - Р кг/м<sup>3</sup>. Продолжительность истечения К часов. Определить объем утечки.

Форма отверстия А

Диагонали формы: Б   $\times 10^{-5}$  м  
В   $\times 10^{-5}$  м

Давление в трубопроводе Г  кгс/см<sup>2</sup>

Кинематическая вязкость газоконденсатной смеси Д   $10^{-4}$  м<sup>2</sup>/с

Плотность нефтегазоконденсатной смеси Р  кг/м<sup>3</sup>

Продолжительность К  часов

Расчет возможен только после заполнения каждой из ячеек

☐ Запустить в режиме совместности с Excel 97

Рис. 4. Диалоговая форма второго задания

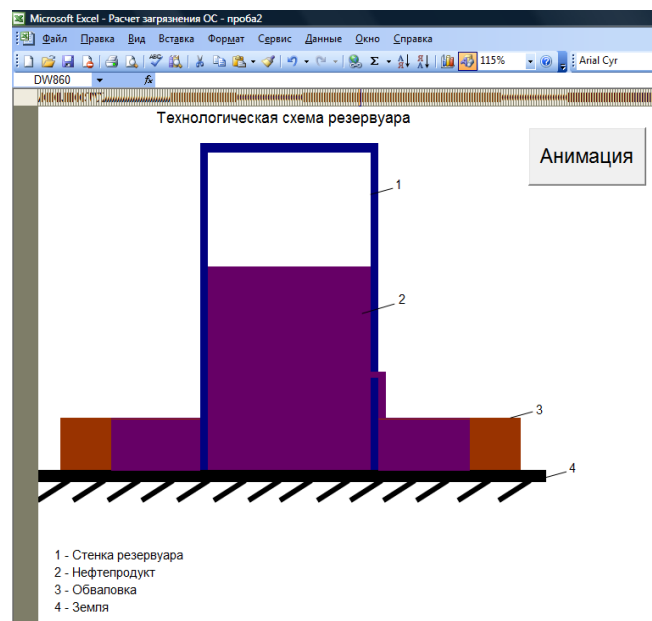


Рис. 5. Конечные результаты анимации

Выбор значений полей, их анализ на принадлежность к числовому типу, а также анализ на наличие пустых значений производится полностью аналогично заданию 1. Нажатие на кнопку «Расчет» вызовет срабатывание обработчика для этой кнопки. Эта процедура, как и в задании 1, вызовет проверку введенных параметров, создаст лист для вывода значений с именем «Задание\_2», а потом проведет расчет требующихся показателей (рис. 6).

Microsoft Excel - Расчет загрязнения ОС - проба2

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
1																	
2																	
3																	
4																	
5																	
6																	
7																	
8																	
9																	
10																	
11																	
12																	
13																	
14																	
15																	
16																	
17																	
18																	
19																	
20																	
21																	
22																	
23																	
24																	
25																	
26																	
27																	
28																	
29																	
30																	
31																	
32																	
33																	
34																	
35																	
36																	
37																	
38																	
39																	

Исходные данные:

Форма отверстия А = Эллипс  
Диагональ отверстия Б =  $350 \times 10^{-5}$  м  
Диагональ отверстия В =  $450 \times 10^{-5}$  м  
Давление в трубопроводе в месте обнаружения отверстия Г = 63 кгс/см<sup>2</sup>  
Кинематическая вязкость нефтегазоконденсатной смеси Д = 0,81 м<sup>2</sup>/с  
Плотность смеси Р = 921 кг/м<sup>3</sup>  
Продолжительность истечения К = 3 часов

Решение

1. Напор, при котором происходит истечение Н = 683,615 м  
2. Площадь сечения, периметр и характерный линейный размер отверстия по формулам (1.6), (1.7):  
Np = 0,011 м  
Fr = 1236,966  $\cdot 10^{-4}$  м<sup>2</sup>  
L = 43395,625  $\cdot 10^{-4}$  м  
3. Число Рейнольдса для условий истечения по формуле (1.5):  
Re = 620463,59  
4. Коэффициент расхода по формуле (1.2):  
При истечении в воду и в атмосферу  
Mr = 0,87  
При истечении в водонасыщенный грунт  
Mr = 0,875  
Расход нефтегазоконденсатной смеси при истечении по формуле (1.1)  
5. При истечении в воду и в атмосферу Qu = 450,7 м<sup>3</sup>/ч  
5.1 Объем вещества, вытекающего за рассматриваемый период Vu = 1352,11 м<sup>3</sup>  
5.2 Количество сорбента Nc = 49811,729 кг  
5.3 Объем сорбента Vc(м<sup>3</sup>) = 166,039 м<sup>3</sup>  
5.4 Количество машин для доставки требуемого сорбента: Nm = 11  
5.5 Для устранения разлива требуется 1304 метров боновых заграждений  
6. При истечении в водонасыщенный грунт Qu = 451,47 м<sup>3</sup>/ч  
6.1 Объем вещества, вытекающего за рассматриваемый период Vu = 1354,41 м<sup>3</sup>  
6.2 Количество сорбента Nc(кг) = 49896,455 кг  
6.3 Объем сорбента Vc(м<sup>3</sup>) = 166,322 м<sup>3</sup>  
6.4 Количество машин для доставки требуемого сорбента: Nm = 11

Рис. 6. Результаты расчета по второму заданию

Программные алгоритмы и технологии, реализующие процесс решения второго задания, в целом аналогичны первому заданию и оставшимся двум заданиям (3 и 4).

С применением данного специализированного приложения к ПР студенты смогут подкрепить свои теоретические знания о последствиях разливов нефти практическими знаниями, научатся анализировать данные по аварийным утечкам нефтепродуктов и принимать решения по их ликвидации. В результате усовершенствования ПР путем автоматизации определения степени загрязнения ОС при аварийных разливах нефтепродуктов, студенты получают возможность приобретения таких профессиональных компетенций, как использование компьютерных средств в научно-исследовательской работе, планирование экспериментальных исследований, получение, обработка и анализ экспериментальных данных. Новый ПП позволит студентам лучше понять предложенный материал, научиться анализировать и делать соответствующие прогнозы, тем самым повысить свои профессиональные навыки.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ибрагимова Р.А., Барахнина В.Б. Разработка программного обеспечения для определения степени загрязнения при аварийных утечках нефти и нефтепродуктов. Научные технологии в решении проблем нефтегазового комплекса: тезисы докладов международной молодежной конференции (г. Уфа, 23-29 ноября 2014 г.) / отв. Ред. К.Ш. Ямалетдинова. Уфа: РИЦ БашГУ, С. 242-244.
2. Ибрагимова Р.А., Жолобова Г.Н., Азнабаев И.Р. и др. О необходимости разработки программных средств для определения потерь при аварийных разливах нефти. Сборник материалов научно-практической конференции «Промышленная безопасность на взрывопожароопасных и химически опасных производственных объектах», Сборник №3 «Экспертиза промышленной безопасности и диагностика опасных производственных объектов», 20-21 мая 2015 г., Уфа: Нефтегазовое дело, 2015. С. 13-18.
3. Ибрагимова Р.А., Жолобова Г.Н., Азнабаев И.Р. и др. Современные программные средства для расчета ущерба от аварий на нефтепроводах. Сборник научных трудов II международной научно-технической конференции «Защита окружающей среды от экотоксикантов», Уфа: Изд-во УГНТУ, 2015, С. 132-136.
4. Ибрагимова Р.А., Киреев И.Р., Жолобова Г.Н. и др. Разработка программного средства для определения степени загрязнения почвы при авариях на нефтепроводах. Материалы XIX Международной научно-технической конференции «Проблемы строительного комплекса России», Т. 2, Изд-во УГНТУ, 2015. С. 463-464.

*Михайлов С. А., Шапошников А. С., Садилов А. Ф., Аксенов С. Г.*  
ФГБОУ ВО «Уфимский государственный авиационный технический университет», г. Уфа, Российская Федерация

## **УЛУЧШЕНИЕ ОРИЕНТИРОВАНИЯ ПРИ ЭВАКУАЦИИ НА ОСНОВЕ ПРИМЕНЕНИЯ ЛЮМИНОФОРА**

*Аннотация.* В работе рассмотрены особенности эвакуации населения и персонала организаций при ЧС из зданий. Предложено использование люминофоров при организации путей эвакуации из здания, а также рассмотрены особенности маркировки путей, а также первоочередных средств защиты.

Ключевые слова: эвакуация, люминфор, чрезвычайные ситуации, пути эвакуации.

*Mikhailov S. A., Shaposhnikov A. S., Sadikov A. F., Aksenov S. G.*  
Ufa State Aviation Technical University, Ufa, Russian Federation

## **IMPROVEMENT OF ORIENTATION DURING EVACUATION BASED ON APPLICATION OF LUMINOPHOR**

*Annotation.* The paper discusses the features of the people evacuation in emergency situations from buildings. The use of phosphors in the organization of escape routes from a building is proposed, and the features of the marking of routes, as well as primary means of protection, are considered.

*Keywords:* evacuation, luminophor, emergencies, escape routes.

В аварийных ситуациях, одним из факторов, осложняющих эвакуацию населения, является отсутствие необходимого уровня освещенности для ориентирования, вызванное как выходом из строя систем освещения, так и возможной повышенной задымленностью, запыленностью в зоне ЧС, что требует применения комплекса мер на основе прогнозной оценки видимости, например [1].

Применительно к данной проблеме предлагается использование материала, способного излучать накопленный видимый свет, при резком наступлении темноты, в течении длительного времени. Данное вещество имеет название люминофор.

Составы, которые светятся в затемненном пространстве, в результате накопленной ранее энергии за счет поглощения светового потока, излучают свет света в видимом диапазоне спектра (450...550 нм) [2]. Непосредственно на поверхность люминофора иницирующее действие может происходить как от прямых или отраженных солнечных луче, либо лучей от искусственных источников освещения (например, ультрафиолетовых ламп). Широкое распространение в последние годы имеют широкозонные алюминатные

люминофоры, поскольку являются практически безопасными для человека в отличие люминофоров на цинковой основе. В данном случае особое значение имеет состав люминофора также и с точки зрения образования токсичных продуктов сгорания при попадании в зону пожара.

Ресурс работы люминофоров физически не ограничен, люминофоры обладают высокой яркостью остаточного послесвечения, достаточной для суточного наблюдения свечения в темноте, что обуславливает их широкое применение. Также обладают высокими светонакопительными свойствами за счет особого механизма люминесценции [2].

Экспертами [3, 4] предлагается использование люминофора ФВ-53ОД. Люминофор ФВ-53ОД – новейший эффективный светоизлучающий материал. Технология изготовления люминофора позволяет получать материал с размером частиц 10-50 мкм, что исключает необходимость их дальнейшего размолла. Люминофор обладает длительным свечением после облучения светом - до 36 часов, в зависимости от модификации. Первоначальная яркость – 12-15 кандел/м<sup>2</sup> (для сравнения яркость свечения излучаемая телевизором – 300 кандел/м<sup>2</sup>). Цвет свечения – от желтого до зеленого. Люминофор имеет гигиенические сертификаты, что говорит о его безопасности для человека.

Для изготовления светящейся краски необходим порошок люминофора и лак. Лак выбирается автомобильный, с отвердителем, так как он наиболее устойчив к механическим воздействиям.

Процесс применения светящейся краски отличается простотой нанесения, что позволяет решать рассматриваемую проблему не только на этапе строительства зданий и сооружений, но и в построенных и уже функционирующих объектах. При нанесении нужно учитывать осаждение частиц люминофора в лаке по закону Стокса, задающему предельную скорость, с которой твердые частицы осаждаются в текучей среде (жидкости или газе). Для частиц радиуса  $r$  (менее 0,1 мм) предельная скорость составляет:

$$V = 2 \cdot (d_1 - d_2) \cdot g \cdot r \cdot \frac{2}{9h}, \text{ мм/с;}$$

где  $d_1$  и  $d_2$  – величины плотности частицы и среды;

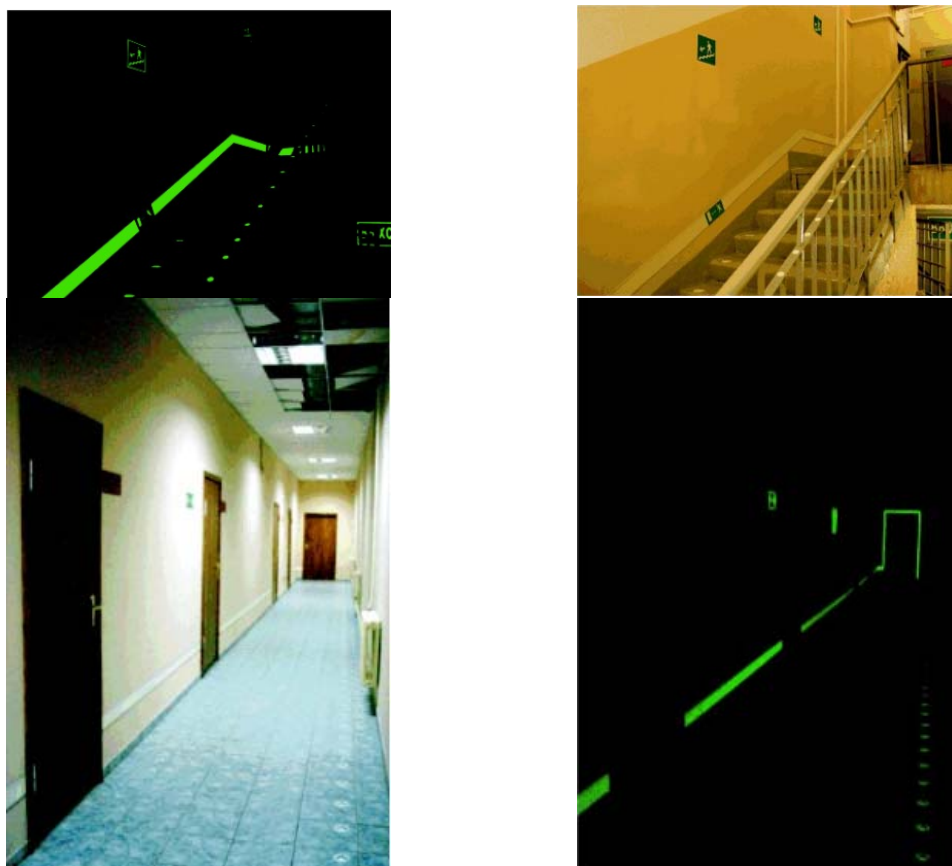
$g$  – ускорение свободного падения, м/с<sup>2</sup>;

$h$  – вязкость среды.

Для автомобильного лака скорость осаждения частиц люминофора составляет 0,3-0,5мм/с. Соответственно для достижения наилучшего результата равномерного нанесения, следует встряхивать приспособление для нанесения краски каждые 0,3 – 0,5 минут.

При чрезвычайных ситуациях люминофорная краска наиболее эффективна при обозначении входа/выхода из зоны ЧС, направления путей эвакуации, маркировки первоочередных средств защиты (таких как огнетушители, ломы, лопаты, позволяющих облегчить расчистку путей эвакуации, в случае их завала) в условиях полного отсутствия света, задымленности, запыленности [3, 5].

На рисунке предоставлены возможные маркировки путей эвакуации. При данных вариантах маркировки соблюдается два важных условия, которые необходимо учитывать при нанесении светящейся краски: свечение оптимально улавливается человеческим глазом и краска минимально подвержена механическим воздействиям, что необходимо для наилучшего эффекта свечения.



*Рис. 1. Варианты нанесения светящейся краски*

Световые ленты на основе люминофора очень легко использовать для подсветки лестниц, перил, а также любых поверхностей для обозначения выхода. Особенность электролюминесцентного свечения такова, что свет виден даже сквозь туман или дым, что крайне важно при спасении из задымлённого помещения, например, при пожаре.

Таким образом, светящаяся краска на основе люминофора является уникальным средством ориентирования в полном отсутствии освещения, позволяющим существенно экономить время при эвакуации населения и персонала, а, следовательно, повысить оперативность и эффективность как превентивных, так и оперативных мероприятий по спасению жизней населения и персонала.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Елизарьев А.Н., Гапонов В.М., Тараканов Д.А., Тараканов Д.А., Юсупов Т.Р., Насырова Э.С. Прогнозирование видимости в зоне задымления при природных и техногенных пожарах. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ, RU 2018615381, 08.05.2018. Заявка № 2018612692 от 19.03.2018.
2. Хенли О., Юхансон А. Органические люминофоры // Журнал 625. – №3, 2004, с.15-18
3. Насырова Э.С., Елизарьев А.Н., Ахтямов Р.Г., Байдюк Ю.А. Обеспечение пожарной безопасности специальных объектов // материалы VI Международной научно-практической «Техносферная и экологическая безопасность на транспорте (ТЭБТРАНС-2018)». – 2018. – С. 118-120.
4. Фотолюминесцентные эвакуационные системы <http://www.svetoznak.ru/fes.htm>
5. Марванов Р.В., Елизарьев А.Н. Обеспечение пожарной безопасности в образовательных учреждениях: комплексный подход и интеграция с АПК "Безопасный город" // Материалы VIII Международной молодежной научной конференции «Наукоемкие технологии в решении проблем нефтегазового комплекса». Ответственный редактор К.Ш. Ямалетдинова. – 2018. – С. 111-113.

*Шапошников А. С.<sup>1</sup>, Михайлов С. А.<sup>1</sup>, Садиков А. Ф.<sup>1</sup>, Елизарьева Е. Н.<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Уфимский государственный авиационный технический университет», г. Уфа, Российская Федерация

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Башкирский государственный университет», г. Уфа, Российская Федерация

## **ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕПЛОВИЗОРОВ ПРИ ОБНАРУЖЕНИИ ПОСТРАДАВШИХ В ЗАВАЛАХ**

*Аннотация.* В работе рассмотрены особенности поиска пострадавших в зонах чрезвычайных ситуаций, в том числе в завалах зданий и сооружений. Предложено использование тепловизоров при организации поиска пострадавших в завалах с целью деблокирования и оказания помощи.

Ключевые слова: тепловизор, чрезвычайные ситуации, завалы, поиск пострадавших, деблокирование.

## **SPECIFIC FEATURES OF USING THERMAL IMAGES IN DETECTING VICTIMS IN DUMP**

*Annotation.* The paper considers the features of the search for victims in emergency zones, including in the rubble of buildings and structures. It is proposed to use thermal imagers when organizing the search for victims in the rubble in order to unblock and provide assistance.

*Keywords:* thermal imager, emergencies, blockages, search for victims, unblocking.

В настоящее время остается весьма реальной, и с каждым годом увеличивается, угроза террористических актов. Одним из основных способов проведения терактов является разрушение зданий и сооружений с помощью взрывчатых веществ или других методов. При этом, появляется высокая вероятность нахождения мирного населения и персонала разрушенного объекта под обломками конструкций.

В связи с этим для спасательных формирований РСЧС становится актуальным применение средств, помогающих оперативно и с высокой степенью точности определять месторасположение пострадавших под завалами разрушенного объекта. Одним из современных способов, показавших свои вышеуказанные качества, является использование тепловизоров.

Тепловизоры — это приборы, способные видеть инфракрасное (ИК) или тепловое излучение. Излучающие тепло объекты, отображаются на дисплее приборов желто-оранжево-красным цветом, а все холодные объекты почти неразличимы [1,2].

В отличие от человеческого глаза, тепловизоры не используют видимый свет для формирования изображения, а воспринимают тепло, что дает им особое преимущество перед приборами ночного видения, т.к. при отсутствии освещения элементы конструкций и человеческие тела имеют одинаковый цвет для оптического аппарата глаза. Изображение, показываемое на экране тепловизора, четко разграничивает тело находящегося в завале человека, оранжево-красным цветом, от обломков окружающих его конструкций.

Одним из преимуществ тепловизора является простота устройства: объектив, тепловизионная матрица и электронный блок обработки. Тепловизоры делятся на две категории: с охлаждаемой и неохлаждаемой матрицей. Первые — самые чувствительные, дорогие и массивные, ведь для охлаждения используются криогенные технологии, позволяющие охлаждать матрицы до температур -210 ... -170 °С. Цена и масса определяют и сферу применения таких приборов: оснащение крупной военной техники (корабли, вертолеты, танки и самолеты).

При ведении аварийно-спасательных работ, применяются неохлаждаемые тепловизоры, ввиду оптимальной стоимости, компактности, надежности, не смотря на пониженную чувствительность в сравнении с тепловизорами с охлаждаемой матрицей. Простота и относительная дешевизна неохлаждаемых тепловизоров делает их доступными для спасательных формирований РСЧС, что при заблаговременном сетевом планировании позволяет повысить оперативность и эффективность мероприятий АСДНР [3].

Помимо тепловизора, подобный эффект восприятия ИК-излучения имеется у камер с ИК-прожекторами. Принцип действия таких камер состоит в том, что они излучают энергию, которая отражается от любой поверхности и возвращается обратно, создавая картину изображения. Такой принцип действия ограничивает применение камер с ИК-прожекторами при спасательных работах. В связи с этим, одним из преимуществ тепловизора перед данным его аналогом является значительный охват поля действия тепловизора (до 150м) [2,4].

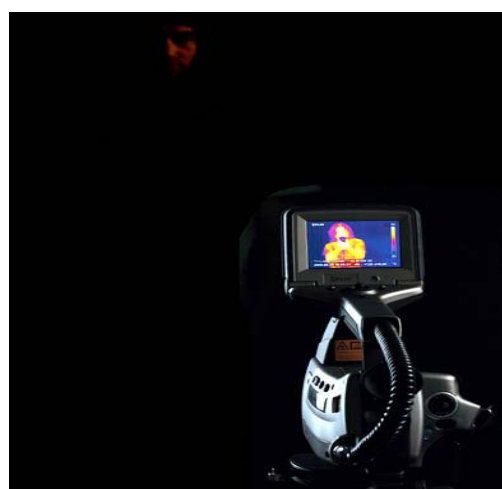
Камеры с ИК-прожекторами работают как и глаза человека, детектируя отраженное излучение. Поэтому, у камер с ИК-прожекторами изображение на дисплее будет во многом зависеть от контраста с фоном. Как правило, при ведении спасательных работ в завалах наблюдается малая и средняя степень контрастности. При данных типах контрастности с фоном, изображение на дисплее будет отсутствовать или будет труднообнаружаемо. Таким образом, вторым серьезным доводом в пользу использования тепловизоров является то, что в отличии от камер с ИК-прожекторами, тепловизоры используют не отраженное излучение, а излучаемое тепло объекта.

На рисунке представлен общий вид тепловизора, применимого при спасательных работах в завалах. На рисунке также изображено тепловое излучение человека, детектируемое тепловизором.

Встроенное запоминающее устройство удерживает в памяти до 50 показаний, что является существенным при работе в завалах на большой площади. Для хранения большей информации применяется компьютер.



а)



б)

Рис. 1. Тепловизоры: а) общий вид, б) применение в темноте



Импортные переносные камеры имеют PCMCIA, PAL или флеш-карты, которые также могут записывать звук, подключаются к компьютеру через порты USB. Файлы записываются в формате JPEG. Они могут пересылаться по электронной почте, в связи с этим применение тепловизоров позволяет оперативно передавать данные в органы управления ликвидацией ЧС и учитываться при планировании АСДНР [5].

Помимо простоты устройства, тепловизоры обладают простотой использования. При ведении спасательных работ, для быстрого обнаружения людей под завалами, необходимо направить объектив тепловизора на участки завала и, в случае нахождения там людей, на дисплее отобразится светящийся ореол. Предусмотрена цветовая сигнализация, показывающая участки с температурами выше или ниже установленного уровня.

Таким образом, для определения спасательными формированиями месторасположения пострадавшего населения или персонала, оказавшегося под завалом, наиболее эффективно применение тепловизоров. Данный метод позволяет значительно экономить время спасения людей и сократить время их пребывания под завалом, увеличивая шансы на выживание.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Карнеев Д. М. Тепловизоры // Мир и безопасность. – Витязь-М, №6(74), – 2007, – с. 23-26.
2. Тепловизоры и их применение. [Электронный ресурс]: <http://www.popmech.ru/part/?articleid=634&rubricid=4>
3. Ахтямов Р.Г., Елизарьев А.Н., Вдовина И.В., Планида Ю.М., Хаертдинова Э.С. Применение сетевых моделей при планировании аварийно-спасательных и других неотложных работ / научные и образовательные проблемы гражданской защиты // Turkish Journal of Chemistry. – 2012. – № 2. – С. 29.
4. Технологии: увидеть тепленьким. [Электронный ресурс]: <http://www.homey.ru/p136.htm>
5. Ахтямов Р.Г., Елизарьев А.Н., Насырова Э.С. Планирование аварийно-спасательных и других неотложных работ. Монография. Saarbrücken: LAP Lambert, 2012. – 57с.

## **СЕКЦИЯ 7. «МОНИТОРИНГ КАЧЕСТВА ОБЪЕКТОВ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ»**

*Алехина Е. А., Киналевская Е. Г., Метелева Я. Ю., Шмеер В. Р.*

Омский государственный педагогический университет, г. Омск, Российская Федерация

### **ИССЛЕДОВАНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ДЕТСКИХ СТИРАЛЬНЫХ ПОРОШКОВ**

*Аннотация.* В статье представлены результаты исследования химического состава и качества детских стиральных порошков. В ходе проведенного исследования установлено, что из всех объектов экологически безопасным можно считать лишь детский стиральный порошок «Умка».

*Ключевые слова:* СМС, детские стиральные порошки, pH водных растворов, устойчивость пены, массовая доля влаги.

*Alekhina E. A., Kinalevskaya E. G., Meteleva Ya. Yu., Shmeer V. R.*

Omsk State Pedagogical University, Omsk, Russian Federation

### **RESEARCH ON THE ENVIRONMENTAL SAFETY OF CHILDREN'S WASHING POWDERS**

*Annotation.* The article presents the results of a study of the chemical composition and quality of children's washing powders. In the course of the study, it was found that of all the objects, only the children's washing powder "Umka" can be considered environmentally safe.

*Keywords:* SMS, children's washing powders, pH of water solutions, foam stability, mass fraction of moisture.

Сегодня химическая индустрия предлагает нам большой выбор разнообразных по составу, воздействию, свойствам, назначению синтетических моющих средств (СМС), в том числе детских стиральных порошков. Основным показателем качества СМС является их способность эффективно удалять загрязнения с тканей. и покупая средства бытовой химии, мы зачастую не задумываемся об их безопасности для здоровья человека, полагая, что раз данный продукт попал на прилавок, значит он не опасен ни для людей, ни для окружающей среды. Однако, согласно статистике, в России большая часть детей страдает от аллергии, которая спровоцирована СМС.

В составе синтетических стиральных порошков часто есть компоненты, которые представляют серьезную угрозу для здоровья. Наиболее распространенные вредные вещества в стиральных порошках: поверхностно-активные вещества, фосфаты, ароматизаторы, фталаты, сульфаты, хлор.

Целью данного исследования является определение качества детских стиральных порошков.

Синтетические моющие средства (СМС, детергенты) – это высокоэффективные моющие препараты, содержащие в своем составе от 10 до 40% поверхностно – активных веществ (ПАВ), а также различные добавки, повышающие моющую способность средств [2].

Стиральный порошок – порошкообразное синтетическое моющее средство, предназначенное для стирки, представляет собой смесь поверхностно – активных веществ, органических и неорганических функциональных добавок и наполнителей [1].

Выделяют несколько классификаций СМС и стиральных порошков, которые представлены на рис. 1 и в табл. 1.

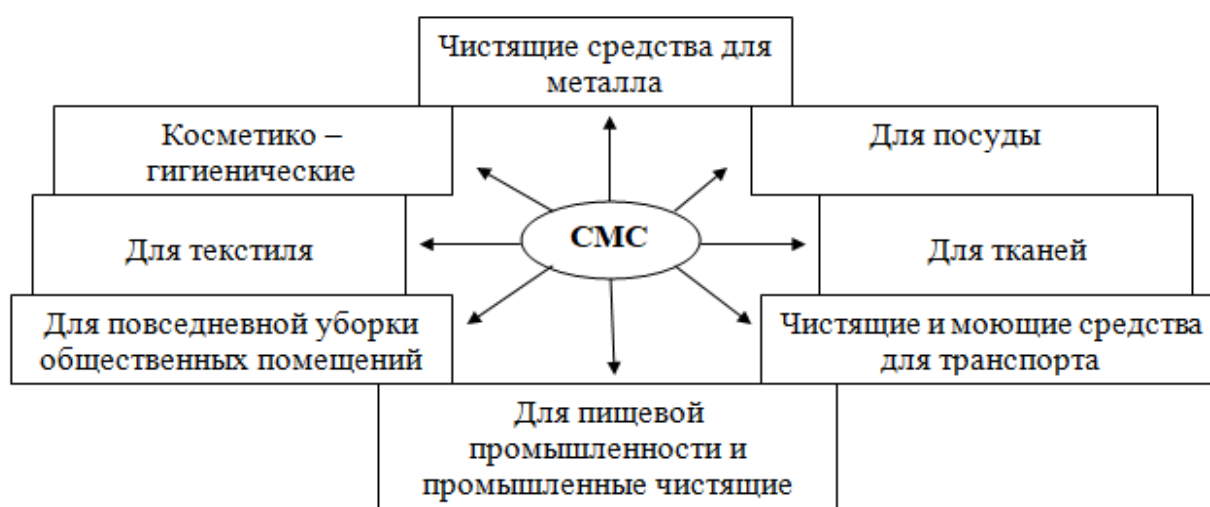


Рис. 1. Классификация моющих средств [2]

Таблица 1

#### Классификация стиральных порошков

Вид загрязнения	Тип порошка	Пример
Легкая и средняя степень	Обычный	LosK, Биолан, Пемос, BioMax, обычный порошок и др.
Отбеливание, удаление трудновыводимых пятен и сильно загрязненных участков	Со специальными добавками	Персоль, Ушастый нянь, Оху Crystal, Vanish Oxi, Action и др.
Неравномерное и разнородное загрязнение	Универсальный	Dosia, миф (низкая стоимость), Persil (Henkel), Ariel, Tide (высокая стоимость)

Материалы и методы исследования.

Нами был проведен опрос молодых мам, на основе которого были отобраны объекты исследования, их названия и производитель приведены в табл. 2.

## Детские стиральные порошки – объекты исследования

Названия	Производитель
Аистенок	Республика Беларусь, ООО «Торговая компания Ромакс»/ ЗАО «Аист» Россия, г. Санкт-Петербург
Умка	ООО «Белая мануфактура» Россия, г. Нижний Новгород
Ушастый Нянь	АО «Невская косметика» Россия, г. Санкт-Петербург
Детский Tide	ООО «Проект энд Гэмбл _ Новомосковск» Россия, Тульская обл., г. Новомосковск
Я Родился	ООО «Мостра – группа»/ ООО «Евроторг» Белоруссия, г. Минск

Массовую долю влаги (%) определяется путем взвешивания порошка до нагревания и после удаления влаги в объектах и вычисляют по формуле:

$$M_v = (m_1 - m_2) \cdot 100 / m_3, \text{ где}$$

$m_1$  – масса тигля с навеской объекта до нагревания, г;

$m_2$  – масса тигля с навеской объекта после удаления влаги, г;

$m_3$  – навеска объекта, г.

Определение устойчивости пены состоит в определении объема пены, образующейся в результате механического встряхивания раствора испытуемой продукции в мерном цилиндре. Устойчивость пены указывает на степень ее неразрушаемости в течении 5 минут.

$$Y = H_t / H_0,$$

где  $H_0$  – начальная высота столба пены, мл,  $H_t$  – высота столба пены через пять минут, мл.

Результаты исследования.

С учетом возможностей материально-технической базы лаборатории ОмГПУ нами были выбраны, а затем определены следующие показатели качества детских стиральных порошков: специфичность запаха, водородный показатель pH, содержание фосфатов и анионных ПАВ, устойчивость пены и массовая доля влаги. Результаты проведенного исследования представлены в табл. 3-9.

Таблица 3

## Процентное содержание компонентов

Объекты	Компонент	Содержание, %	ПДК, %
"Ушастый Нянь"	Фосфаты	15 – 30	не более 7
	Анионные ПАВ	менее 5	
"Детский Tide"	Анионные ПАВ	10 – 15	
	Фосфонаты	–	
"Я Родился"	Анионные ПАВ	5 – 15	
	Фосфонаты	–	
"Аистенок"	Процентное содержание не указано		
"Умка"	Опасных и запрещенных веществ не содержит		

Проведенный анализ химического состава детский стиральных порошков, указанный на этикетках, показал, что безопасным является только стиральный порошок «Умка», т.к. он содержит лишь ароматические добавки, которые способные вызвать аллергические реакции; остальные содержащиеся в нем добавки являются безопасными.

В состав стирального порошка «Аистенок» входят помимо опасных ароматических добавок анионные ПАВ и энзимы; порошки «Ушастый Нянь», «Детский Tide» и «Я Родился» использовать для стирки не рекомендуется, поскольку в своем составе помимо опасных для здоровья энзимов, ароматических добавок и анионных ПАВ, они содержат фосфаты (или как их еще называют фосфонаты), являющиеся не просто опасными, а запрещенными добавками, поскольку способны вызвать развитие раковых клеток.

Таблица 4

## Специфичность запаха детских порошков

Объекты исследования	Специфичность запаха	Специфичность запаха, через 5 минут
"Аистенок"	Слабо выраженный запах	Изменений с запахом не произошло не в одном из порошков
"Детский Tide"	Ярко выраженный запах	
"Умка"	Без запаха	
"Ушастый Нянь"	Ярко выраженный запах	
"Я Родился"	Без запаха	

В ходе исследования образцов детских стиральных порошков специфический запах не обнаружен в двух объектах – «Умка» и «Я Родился», не смотря на наличие в их составе ароматических добавок. Возможно, это связано с тем, что эти добавки содержится в небольшом количестве. Незначительный специфический запах был обнаружен в порошке «Аистенок». В остальных порошках – «Ушастый Нянь» и «Детский Tide» был ярко выраженный

специфический запах, что, как мы предполагаем, связано с высоким содержанием ароматических добавок.

Таблица 5

Начальная высота пены ( $H_0$ )

Объекты \ $H_0$ , мм	1	2	3	Среднее
"Аистенок"	50	30	30	36,7
"Ушастый нянь"	50	50	50	50
"Детский Tide"	50	50	50	50
"Умка"	100	100	70	90
"Я Родился"	10	10	10	10

Таблица 6

Высота пены ( $H_t$ ) по истечении 5 минут

Объекты \ $H_t$ , мм	1	2	3	Среднее
"Аистенок"	50	60	40	50
"Ушастый нянь"	50	70	60	60
"Детский Tide"	50	50	50	50
"Умка"	50	50	50	50
"Я Родился"	100	30	20	50

Таблица 7

Устойчивость пены ( $Y$ )

Объекты исследования	$Y$
"Аистенок"	1,36
"Ушастый нянь"	1,20
"Детский Tide"	1,00
"Умка"	0,56
"Я Родился"	5,00

Обильное пенообразование свидетельствует о наличии в стиральном порошке анионных ПАВ [1]. Анализ способности детских стиральных порошков к пенообразованию (таблицы 5-7) показал, что самым обильным пенообразованием на начальном этапе отличался порошок «Умка», однако по истечении 5 минут высота пены в нем резко уменьшилась. В то же время высота пены значительно увеличилась в порошке «Я Родился». Оба исследуемых объекта содержат анионные ПАВ.

Наиболее высоким значением показателя "устойчивость пены" обладает порошок «Я Родился», вторым по значению – «Аистенок». В обоих порошках содержатся анионные ПАВ. Наименьшей устойчивостью пены отличается стиральный порошок «Умка».

В целом анализ способности объектов исследования к пенообразованию свидетельствует о наибольшей экологической безопасности детского стирального порошка «Умка».

Таблица 8

рН водных растворов СМС

Объекты	рН <sub>1</sub>	рН <sub>2</sub>	рН <sub>среднее</sub>
Аистенок	10,25	10,21	10,23
Ушастый Нянь	10,39	10,37	10,38
Детский Tide	10,68	10,57	10,62
Я Родился	10,93	10,85	10,89
Умка	11,02	11,00	11,01

Норма значений рН стиральных порошков согласно ГОСТ [1] составляет 7,5–11,5. Проведенный анализ рН объектов исследования свидетельствует о том, что все объекты соответствуют требованиям ГОСТ по данному показателю.

Таблица 9

Массовая доля влаги

№ п/п	Объекты исследования	m <sub>1</sub> ,г	m <sub>2</sub> ,г	m <sub>3</sub> ,г	Мв, г (в 100г)
1	Ушастый Нянь	27,42	27,14	2	14
2	Детский Tide	31,01	30,79		11
3	Я Родился	30,03	29,85		9
4	Умка	25,34	25,11		11,5
5	Аистенок	23,55	23,34		10,5

Если массовая доля влаги в порошке превышает норму (6,0 %), то это свидетельствует о том, что производители тем самым пытаются увеличить массу порошка. Самое высокое содержание влаги в порошке «Ушастый Нянь», самое наименьшее «Я Родился». В остальных порошках содержание влаги среднее, но во всех порошках норма по содержанию влаги превышена.

Таким образом, в ходе проведенного исследования установлено, что наиболее качественным и экологически безопасным является детский стиральный порошок «Умка», его можно рекомендовать к использованию,

поскольку присутствующие в нем добавки безопасны, отсутствует запах из-за небольшого количества ароматизированных компонентов, пена неустойчивая, рН водного раствора «Умки» соответствует нормам ГОСТ.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 32479-2013. Средства для стирки. Общие технические условия. –М.: Стандартинформ, 2013. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200107407> (дата обращения: 27.04.2021)
2. Николаев П.В. Основы химии и технологии производства синтетических моющих средств : учебное пособие. – Иваново : Ивановский гос. хим.-технологический ун-т, 2008. – 115 с.

*Арболеда А. А.*

Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, г. Санкт-Петербург, Российская Федерация

### **ФИТОРЕМЕДИАЦИЯ В КАЧЕСТВЕ АЛЬТЕРНАТИВЫ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ПОЧВ, ЗАГРЯЗНЕННЫХ УГЛЕВОДОРОДАМИ В КОЛУМБИИ**

*Аннотация.* Загрязнение почв в глобальном масштабе является следствием, в основном, антропогенной деятельности. Одним из основных загрязнителей являются углеводороды. В Колумбии такое загрязнение оказывает большое воздействие на окружающую среду не только на почвы, но и на водные источники, флору, фауну и ландшафт. Одной из альтернатив восстановления, которая в последние годы оказалась эффективной и гораздо более экологически чистой формой, является фиторемедиация. Статья призвана представить информацию о фиторемедиации и ее влиянии на дезактивацию почв с присутствием углеводородов.

*Ключевые слова:* фиторемедиация, загрязнение почвы, углеводороды.

*Arboleda A. A.*

Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering, Saint Petersburg, Russian Federation

### **PHYTOREMEDIATION AS AN ALTERNATIVE FOR THE TREATMENT OF SOIL CONTAMINATED WITH HYDROCARBONS IN COLOMBIA**

*Abstract.* Soil contamination at the global level is mostly a consequence of anthropogenic activities. One of the main forms of pollution is caused by hydrocarbons. In Colombia, this pollution generates a great environmental impact not only on soils, but also on water sources, flora, fauna and landscape. A remediation



alternative that in recent years has proved to be an effective and much more environmentally friendly way is phytoremediation. This article aims to present a small compilation on phytoremediation and its influence on the decontamination of soils with the presence of hydrocarbons.

*Key words:* Phytoremediation, soil pollution, hydrocarbons.

В Колумбии нефть является важным сектором экономики страны, что отражается в ее годовом росте, что, в свою очередь, делает ее одним из основных источников загрязнения почв и водных источников. Такое воздействие происходит при добыче, хранении, при транспортировке, случайных разливах или в результате террористических актов на нефтепроводах в основном. Данные колумбийской нефтяной компании Escopetrol свидетельствуют о том, что за последние 40 лет примерно 2800 баррелей нефтяной инфраструктуры страны были атакованы, что привело к разливу более 3,7 миллиона баррелей сырой нефти [1].

Углеводороды создают нарушения в экосистемах, влияя на биологический цикл видов, их структуру и биопроцессы, поскольку они препятствуют газообмену с атмосферой, потребляя кислород, накапливаются, образуя гидрофобные слои, изменяя микробные популяции и растительный покров. Нефть, содержащая токсичные химические соединения, влияет на микроорганизмы, растения, животных и людей.

Фиторемедиация использует способность некоторых растений поглощать, накапливать, метаболизировать, улетучивать или стабилизировать загрязняющие вещества, присутствующие в почве, воздухе, воде или отложениях, такие как тяжелые металлы, радиоактивные металлы, органические соединения и нефтяные соединения. Эта биотехнология обеспечивает естественные процессы деградации углеводородов в различных средах и, в свою очередь, симбиоз с микроорганизмами, увеличивая скорость транспирации в почве [2].

#### Методы фиторемедиации

Фиторемедиация использует естественные процессы, такие как восстановительная способность растений, которые охватывают такие процессы, как деградация, ассимиляция и метаболизм органических и неорганических загрязнителей. Методы фиторемедиации:

1. фитоэкстракция. Механизм включает как органические, так и неорганические загрязнители, которые не способны превращаться в нетоксичные вещества. По завершении растения должны быть удалены, так как они могут быть опасными;

2. фитоволатилизация. Растущие растения поглощают воду вместе с различными типами загрязняющих веществ, некоторые из них могут достигать листьев и испаряться или улетучиваться в атмосфере;

3. фитостабилизация. Загрязняющие вещества из почвы или воды иммобилизуются путем адсорбции, осаждения и накопления веществ в корнях

растений. Кроме того, этот процесс снижает подвижность загрязняющих веществ и предотвращает их миграцию в грунтовые воды или воздух;

4. фитостимуляция. Вызывает удержание и снижение биодоступности загрязняющих веществ за счет производства химических соединений на границе раздела почва-корень, которые инактивируют токсичные вещества либо в результате процессов адсорбции или осаждения;

5. фитодеградация. Он превращает загрязнитель в менее вредный для окружающей среды, который может присутствовать только с органическими загрязнителями [3].

Используемые виды растений и оценка фиторемедиации

Существует большое разнообразие видов изучены, среди которых можно выделить: *Sorghum vulgare*, *Festuca arundinacea*, *Poa pratensis*, *Elymus canadensis*, *Ludwigia octovalvis*, *Festuca arundinacea* L, выходные данные: *mutica*, Слова *leucoccephala*, выходные данные: *mutica* и *Leptochloa fusca*, *Casuarina equisetifolia*, *Festuca rubra*, *Lolium multiflorum*, *Miscanthus x giganteus*. В табл.1 приведена компиляция характеристик некоторых видов, оцененных при удалении углеводов в почвах [4]

Таблица 1

Виды растений	
Виды	Характеристики
<i>Sorghum vulgare</i>	Более часто используемые в большинстве исследований. Злаки
<i>Clitoria ternatea</i> <i>Phaseolus coccineus</i> <i>Cicer arietinum</i>	<i>Phaseolus coccineus</i> , повышенная толерантность в загрязненной почве. Бобовые.
<i>Brachiaria híbrido</i> <i>Brachiaria brizantha</i> <i>Panicum maximum</i>	Лучшая производительность с прививкой <i>Bacillus cereus</i> . Злаки
<i>Mirabilis Jalapa</i> L.	Средняя эффективность удаления общего количества нефтяных углеводов за 127-дневный период культивирования составила 41,61-63,20% [5]
<i>Byrsonima crassifolia</i> <i>Cedrela odorata</i> <i>Guazuma, Ulmifolia</i> <i>Inga inicuil</i> <i>Psidium guajava</i> <i>Swietenia macrophylla</i> <i>Tabebuia rosea</i>	Древесные виды, которые в дополнение к служению в качестве фиторемедиаторов генерируют экономическую полезность, поскольку некоторые из них являются фруктовыми, древесными видами. Виды <i>Swietenia macrophylla</i> , <i>Cedrela odorata</i> и <i>Tabebuia rosea</i> ; имели более высокий процент прорастания до 80%, в то время как <i>Guazuma</i> , <i>Ulmifolia</i> имели более низкий процент прорастания, чем другие виды, но более высокий процент выживаемости [6]

Hyparrhenia hirta Zygophyllum fabago Lupinus albus Anthyllis vulneraria Deschampsia italicum Festuca arundinaceae Brassica júncea	Цели фитостабилизации
Cyperus Laxus	Пионерское растение в местах разливов нефти, этот вид обладает способностью расти в условиях стресса из-за его биохимических особенностей, которые позволяют ему более высокую скорость фотосинтеза, а также репродуктивные преимущества по сравнению с другими растениями, чтобы выжить в нарушенных районах
Zea mays L Panicum máximum Paspalum xirgatum Echinochloa polystachya Н В К Sorghum vulgare L Phaseolus vulgaris L Chamaecrista nictitens Hordeum vulgare	Прививка микроорганизмов в растения необходима для повышения эффективности деградации.

Свойства почвы изменяются с ростом растений, что способствует восстановлению как органических, так и неорганических соединений, углеводороды улавливаются растениями, предотвращая распространение загрязняющих веществ в экосистемах.

Колумбия, будучи страной с большим биоразнообразием, имеет большое разнообразие местных видов, что позволяет использовать технику фиторемедиации в любом регионе Колумбии, не вызывая дальнейшего нарушения экосистемы.

Аспекты, которые следует учитывать при фиторемедиации

Хотя в технике фиторемедиации нет единого пути, важно учитывать некоторые параметры при выборе видов для использования, как они есть:

1. Время, прошедшее с момента загрязнения, для оценки глубины проникновения загрязнителя. Древесные виды с учетом особенностей их корней позволяют поглощать углеводороды на глубину до 2 метров. Злаки или бобовые работают на поверхности;

2. Глубина корня;

3. Приблизительная площадь пораженной почвы;
4. Климат региона, в котором представлен пострадавший район, для того, чтобы выбрать вид, соответствующий этому;
5. Характеристики загрязнителя;
6. Тип почвы (песок, ил и глина) и количество существующего органического вещества влияют на дисперсию нефтяных углеводородов и величину ущерба растениям. Каждое пораженное место имеет свою особенность, температуру, pH, влажность, тип почвы.

Время лечения будет зависеть от вида, его скорости развития, что может занять месяцы или даже годы.

Фиторемедиация оказывается хорошей альтернативой в дезактивации почвы, с низкими затратами и экологически чистыми.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вера А. Терроризм как источник бедствий // Журнал исследований
2. Латиноамериканцы по уменьшению риска бедствий. 2021. URL: <http://www.revistareder.com/handle-0719-8477-2021-072> (дата обращения: 01.04.2021).
3. Дельгадильо А. Фиторемедиация: альтернатива устранению загрязнения // Trop. subtrop. agroecosyst. 2011. V. 14. № 2. P 597-612.
4. Морозова М. Фиторемедиация как метод очистки почв // Academy. 2018. №6 (33). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/fitoremediatsiya-kak-metod-ochistki-pochv> (дата обращения: 02.04.2021).
5. Abdullah S. Plant-assisted remediation of hydrocarbons in water and soil: Application, mechanisms, challenges and opportunities // Chemosphere. 2020. V. 247.
6. Peng S., Zhou Q., Cai Z., Zhang, Z. Phytoremediation of petroleum contaminated soils by *Mirabilis Jalapa* L. in a greenhouse plot experiment // Journal of Hazardous Materials. 2009. V. 168. P. 1490-1496.
7. Чан Х., Очоа С., Перес И. Прорастание и выживание видов деревьев, растущих в почве, загрязненной углеводородами // Теория и практика. 2012. V. 12. P. 102-119.

*Арболеда. А., Тоапанта В.*

Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, г. Санкт-Петербург, Российская Федерация

## **ВЛИЯНИЕ КЛИМАТИЧЕСКИХ ТЕНДЕНЦИЙ НА МЕСТА ЗАХОРОНЕНИЯ ТВЕРДЫХ КОММУНАЛЬНЫХ ОТХОДОВ В ЭКВАДОРЕ**

*Аннотация.* Места захоронения отходов, будь то полигоны твердых отходов, то всплывающих свалки или мусорные свалки, представляют потенциальную угрозу экологической безопасности и здоровью человека в районах, в которых они установлены. Эти участки представляют большую угрозу, если они расположены вблизи прибрежных районов, поскольку на них влияют нынешние климатические тенденции, такие как повышение уровня моря, увеличение осадков, повышение температуры, переменные, которые могут повлиять на их стабильность и создать повышенный экологический риск. Знание климатических тенденций позволит оценить будущие риски и разработать планы действий в чрезвычайных ситуациях для обеспечения экологической безопасности на этих участках захоронения твердых отходов.

*Ключевые слова:* климатические тенденции, коммунальные твердые отходы, прибрежные районы, наводнения, риск.

*Arboleda A., Toapanta V.*

Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering, Saint Petersburg, Russian Federation

## **INFLUENCE OF CLIMATE TRENDS ON THE FINAL DISPOSAL SITES MUNICIPAL SOLID WASTE IN ECUADOR**

*Abstract.* Solid waste disposal sites, whether landfills or open dumping, pose a potential threat to environmental safety and human health in the areas in which they are installed. These sites represent a greater threat if they are located near coastal areas as they are affected by current climate trends such as sea level rise, higher rainfall, higher temperatures, variables that can affect their stability and generate a greater environmental risk. Knowing climate trends will allow assessing future risks and developing contingency plans in order to ensure environmental safety in these solid waste disposal sites.

*Key words:* climate trends, municipal solid waste, coastal areas, floods, risk.

Свалки отходов представляют собой скрытый риск для людей и окружающей среды. Несколько лет назад мусорные свалки были одним из наиболее широко используемых методов захоронения отходов в стране, метод в целом заключается в осажении этих материалов в почву, покрытии их слоем почвы и уплотнении материала. Места захоронения твердых отходов в городах

должны соответствовать таким основным принципам, как контроль выщелачивания, образующегося в процессе разложения твердых веществ, а также образующихся газов, которые могут нанести ущерб водоносным горизонтам и окружающей среде. Но во многих местах реальность другая. Нарушения в их обращении грозят привести к экологическим и социальным авариям, если вовремя не будут приняты необходимые меры.

В то время как выбросы от свалок в нормальных условиях эксплуатации хорошо изучены, поведение свалки и связанные с ней выбросы в экстремальных погодных условиях широко неизвестны.

Согласно предыдущим исследованиям, повышение температуры, интенсивность осадков и повышение уровня моря являются одними из климатических переменных, которые могут представлять угрозу для мест захоронения отходов. В целом, ожидаемые воздействия, которые были выявлены из обзора литературы и имеют отношение к прибрежным районам:

1. повышение температуры, которое приводит к изменению скорости разложения отходов и увеличению риска пожаров на местах захоронения;

2. увеличение количества осадков, которое увеличивает вероятность наводнений в этом районе или вокруг него, увеличение количества выщелачивания, увеличение утечек и переполнений, а также нестабильность местности;

3. повышение уровня моря, что приводит к эрозии и наводнениям.

Климатические тенденции в Эквадоре

В прибрежной зоне Эквадора наводнения вызваны главным образом сильными осадками, последствиями приливов и отливов, увеличением стоков в прилегающих реках или озерах (обычно вызванными сильными дождями в высокогорных районах); существуют также антропогенные причины, такие как разрывы труб или другие инфраструктурные проблемы [5].

В таких городах, как Гуаякиль, Мачала и Бабахойо, к этим причинам следует добавить эффект плоской топографии, что приводит к медленной и неэффективной дренажной деятельности.

В Эквадоре повышение температуры не менее 0,6 °C подтверждается между 2011 и 2040 годами, 1 °C между 2041-2070 годами, что выше в оптимистичном сценарии. В пессимистическом сценарии было бы увеличение 0,8 °C в период с 2011 по 2040 год, 1,7 °C в 2041-2070 годах и 2,8 °C к 2071-2100 годам, повторяющиеся засухи и наводнения, таяние ледников и интенсификация и изменение структуры осадков (Муньос и др., 2010), что связано с уже заявленными последствиями. Как представляется, широкое повышение температуры в результате накопления парниковых газов приводит к увеличению объема водяного пара в атмосфере, поскольку он является топливом для осадков и штормов, существует большая вероятность того, что его накопление будет резко выделяться в результате экстремальных осадков [1].

Таким образом, доказано, что изменение климата действует как своего рода триггер экстремальных явлений, особенно дождей, которые являются основной причиной зарегистрированных наводнений

Для островной части страны прогнозы осадков показывают увеличение осадков более чем на 10% с первой половины века и увеличение более чем на 20% к концу века. Этот регион будет в наибольшей степени затронут увеличением количества осадков, поскольку в лучшем случае их объем увеличится на 12-23% по сравнению со значениями, наблюдавшимися в период 1981-2005 годов. И в худшем случае к концу столетия количество осадков превысит 30% от текущих значений [5].

Метод окончательного распоряжения твердыми коммунальными отходами Эквадор имеет в общей сложности 228 мест захоронения твердых коммунальных отходов, 93 (41%) из этих мест расположены в регионе Коста. Из 93 участков 37% являются мусорными свалками, 35% всплывающими свалками, а 28% полигонами твердых коммунальных отходов (рис. 1).

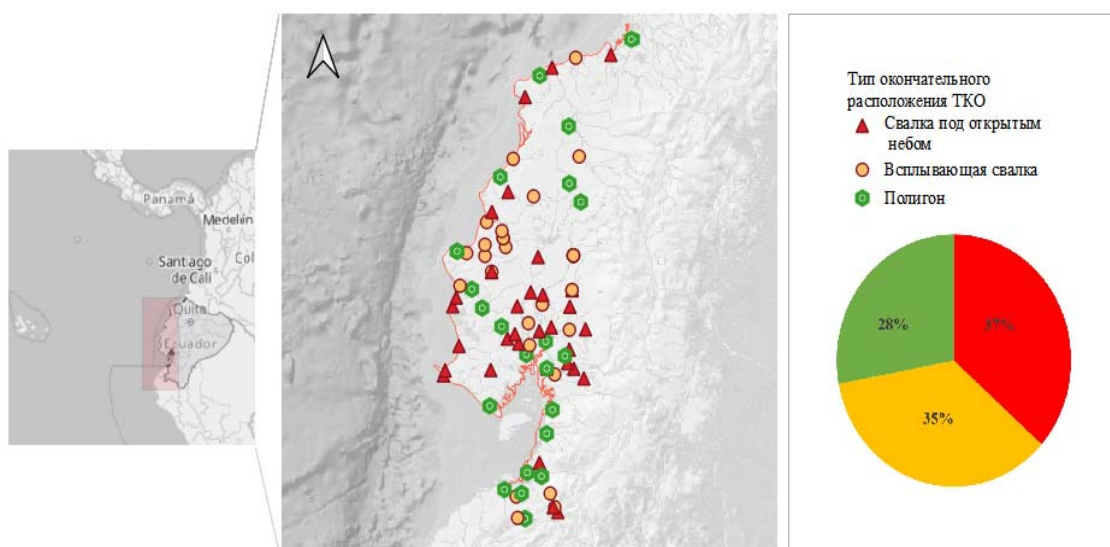


Рис. 1. Расположение свалок

Уязвимость в зависимости от местоположения свалок и климатических факторов

Повышение уровня моря

Увеличение темпов роста уровня моря может привести к эрозии свалок и перетаскиванию отходов в море. Ближайшая свалка расположена на расстоянии 0,77 километра от берегового профиля (рис. 2). Кроме того, большинство свалок расположены в диапазоне высоты 10-100 м над уровнем моря (68%), только 10% находятся под этой высотой.

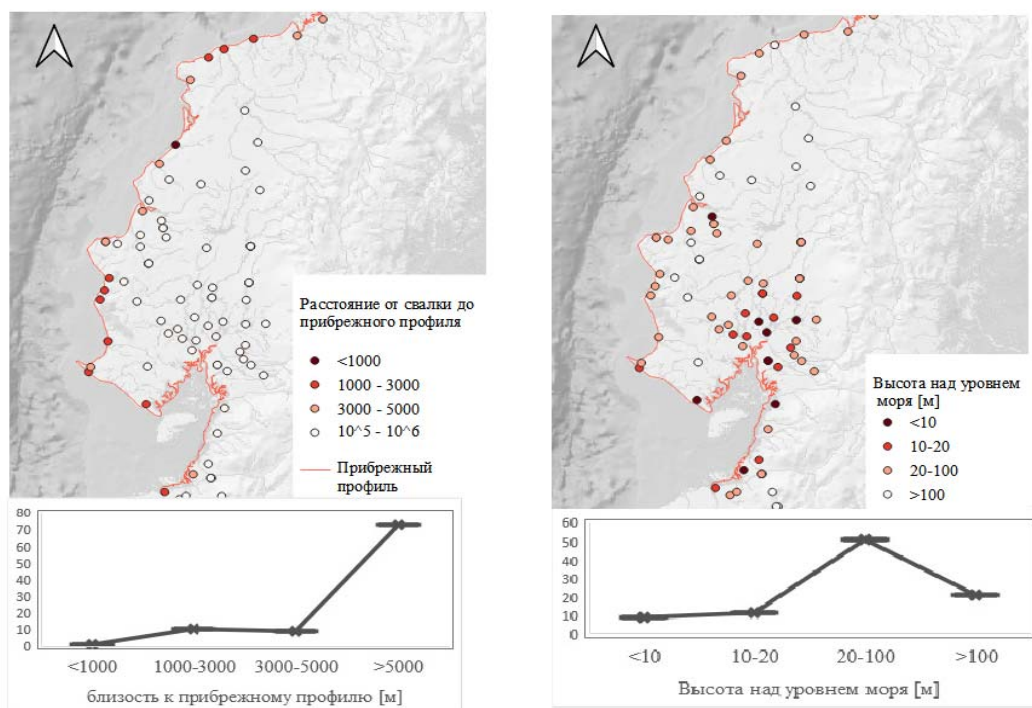


Рис. 2. Расположение свалок на прибрежном уровне

### Увеличение количества осадков

Увеличение интенсивности и частоты осадков повышает риск наводнений или оползней: в настоящее время 23 свалки твердых коммунальных отходов расположены в районах, подверженных оползням (средняя, высокая и очень высокая восприимчивость), и 35% - в районах, подверженных наводнениям (средняя и высокая) (Рис. 3). К этому добавляется, что многие свалки расположены в местах, близких к водным путям.

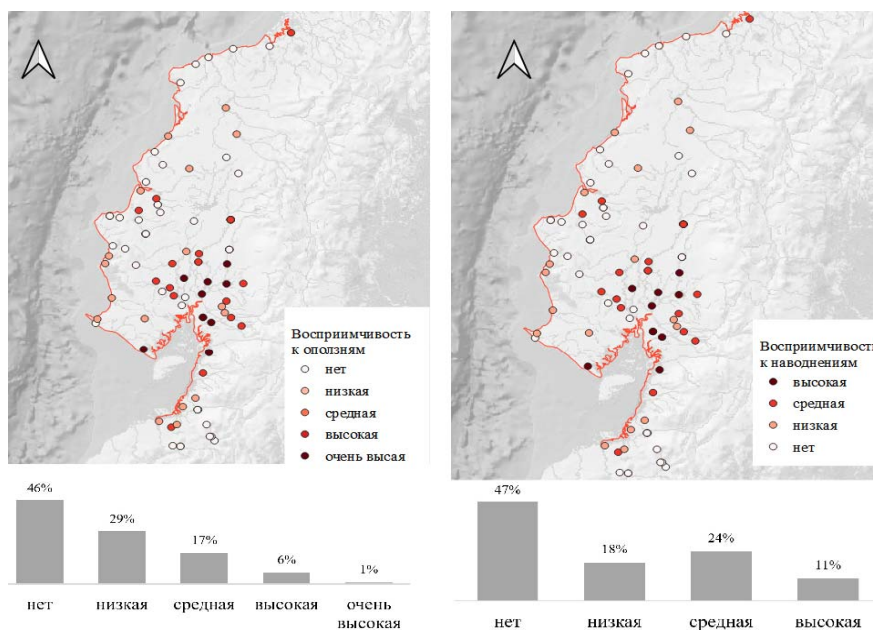


Рис. 3. Восприимчивость к оползням и наводнениям на свалках



### Повышение температуры

На сегодняшний день 72% свалок твердых коммунальных отходов расположены в районах пожароопасности (средняя, низкая и высокая) (Рис.4); повышение температуры может увеличить риск возникновения пожаров на местах захоронения отходов либо из-за увеличения метана, либо из-за засухи в близлежащей растительности.

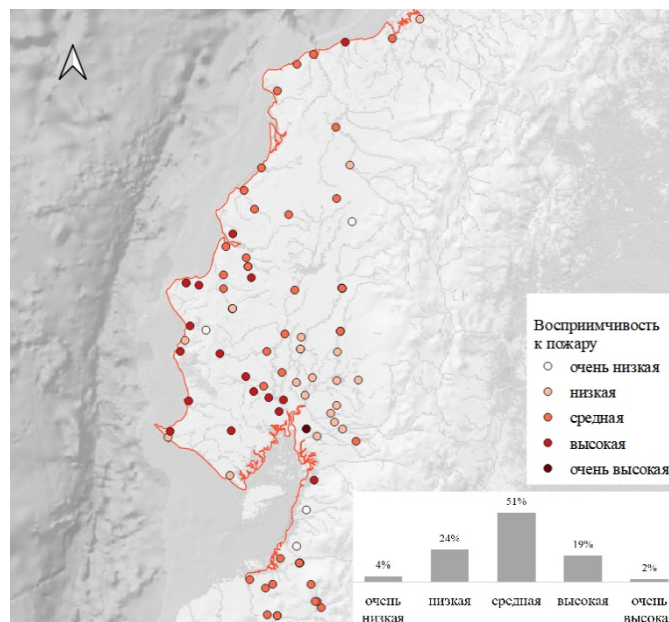


Рис. 4. Восприимчивость к пожарам на свалках

### Выводы

Исторические и будущие климатические тенденции ясно свидетельствуют о повышении температуры и изменчивости частоты и интенсивности осадков, поэтому вероятность возникновения природных угроз также может быть увеличена. 65 % мест захоронения приходится на мусорные свалки; эти места, как правило, не имеют основных технических требований, таких как системы выщелачивания или газообразные, гораздо меньше имеют средства защиты от наводнений или барьеры для предотвращения распространения пожаров.

Свалки в прибрежной зоне Эквадора могут быть затронуты главным образом изменениями осадков, поскольку значительное количество свалок расположено либо в районах, подверженных наводнениям, либо оползням.

Не было обнаружено свалок вблизи прибрежного профиля, поэтому исключается, что существует какой-либо риск, связанный с повышением уровня моря.

Существует значительное количество свалок, расположенных в зонах пожароопасности, поэтому важно создать планы по предотвращению пожаров.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Andrango D. T. Determinación de la variabilidad climática mediante la aplicación de índices de cambio climático en el centro norte de la región interandina en el Ecuador. Quito. 2018.
2. IPCC. Impacts, Adaptation, and Vulnerability // Cambridge University Press. 2007. С. 987
3. IPCC. Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part B: Regional Aspects // Cambridge University Press. 2014. С. 1133-1820.
4. Bárcena A., Samaniego J., Alatorre J. La emergencia del cambio climático en América Latina y el Caribe. CEPAL 2020 [Электронный ресурс] // URL: [https://www.cepal.org/sites/default/files/events/files/1900711\\_lbc\\_160\\_emergencia-cambio-climatico\\_web.pdf](https://www.cepal.org/sites/default/files/events/files/1900711_lbc_160_emergencia-cambio-climatico_web.pdf) (дата обращения: 19.04.2021).
5. Serrano S., Reisancho A., Lizano R., Borbor-Córdova M., Stewart-Ibarra A. Análisis de inundaciones costeras por precipitaciones intensas, cambio climático y fenómeno del niño. Caso de estudio: Machala. (2018) [Электронный ресурс] // URL: <http://dx.doi.org/10.17163/lgr.n24.2016.05> (дата обращения: 18.04.2021).
6. Vaverková M. Landfill Impacts on the Environment-Review. Geosciences. 2019.

*Балакирева С. В., Кузнецова Г. М.*

Уфимский государственный нефтяной технический университет, г. Уфа, Российская Федерация

## ЗАГРЯЗНЕНИЕ АВТОТРАНСПОРТОМ АТМОСФЕРЫ ГОРОДА

*Аннотация.* В статье выполнены расчеты по загрязнению атмосферы от автотранспортного потока в городе. Показано, что при образовании пробок на дороге существенно вырастают выбросы загрязняющих веществ.

*Ключевые слова:* автомобильный транспорт, дорога, расчет выбросов загрязняющих веществ.

*Balakireva S. V., Kuznetsova G. M.*

Ufa State Petroleum Technical University, Ufa, Russian Federation

## CITY ATMOSPHERE POLLUTION BY MOTOR TRANSPORT

*Abstract.* In the article, calculations are made on air pollution from the traffic flow in the city. It is shown that the formation of traffic jams on the road significantly increases the emissions of pollutants.

*Key words:* road transport, road, calculation of pollutant emissions.

Современные города мира и России перегружены автотранспортом (АТ). Автопарк с каждым годом расширяется, количество выбросов в воздух от бензиновых и дизельных двигателей увеличивается, переход на газовое топливо

и экологически безопасные виды транспорта (на электротяге, на водородном топливе) осуществляется медленно.

В ряде крупных городов РФ основным источником, загрязняющим воздух, является АТ (до 70 - 90 % от общего размера выбросов). Динамика роста выбросов токсикантов от АТ фиксируется с 2013 г. Объем загрязнения воздуха составил 15,1 млн т. % (2018 г., РФ), при этом доля АТ возрастом до 5 лет - всего 27,5 % от суммарного количества. [1, 2].

В промышленном Башкортостане в населенных пунктах показатель загрязнения выхлопами АТ достиг 429,3 тыс. т. (2018 г.) от более 1,6 млн. единиц, его вклад в общий объем загрязнения атмосферы – 22 % [3].

Для оценки уровня загрязнения воздушной среды города необходимо выполнять сводные расчеты во всем стационарным и передвижным источникам выбросов загрязняющих веществ (ЗВ) и определять риски здоровья жителей и биогеохимического повреждения структуры и функций экосистемы. Сегодня при экологической оценке состояния атмосферы населенного пункта учитывают выбросы и показатели загрязнения по типичным газообразным и пылевым токсикантам -  $\text{NO}_2$ ,  $\text{SO}_2$ , мелкодисперсным взвесям  $\text{PM}_{10}$  [4, 5].

Рассчитать ущерб от АТ (выбросы отработанных газов) позволяет методика МПР РФ [6]. Выполняются сводные расчеты по транспортному потоку (транспортная нагрузка) по всему городу или отдельному участку, за определенный период (год, сезон, месяц и др.), при наличии «пробок», в часы «пик».

Основная формула расчета [6]:

$$M_{L_i} = \frac{L}{1200} \sum_1^k M_{k,i}^L \cdot G_k(G_{\text{кп}}) \cdot r_{V_{k,i}}, \quad (1)$$

где

$L$  – длина участка дороги, км;

$M_{k,i}^L$  - удельный пробеговый выброс (УПВ)  $i$ -го ЗВ для определенного типа АТ, г/км;

$G_{\text{кп}}$  – количество АТ при максимальной интенсивности движения (за 20 мин.);

$G_{\text{кп}}$  - количество АТ, находящихся в «пробке» (за 20 мин.). В этом случае  $G_{\text{к}}$  заменяется на  $G_{\text{кп}}$ ;

$k$  - количество групп АТ,

$r_{V_{k,i}}$  - коэффициент, определяет зависимость изменения количества выбрасываемых ЗВ от средней скорости перемещения АТ потока ( $V_{k,i}$ , км/час). Минимальная скорость пребывания в «пробке» принимается 5 км/час. Для выбросов оксидов азота учитывают коэффициент  $r_{v_{k,l}}(\text{NO}_x)$ .

Определим в миллионном городе выбросы ЗВ от АТ потока, находящегося в «пробке» и в движении на линейном участке дороги в 1 км, условия приведены в табл.1.

Таблица 1

Усредненные данные для расчета выбросов ЗВ от АТ потока

Дата/рабочий день	Время, мин.	Число транспортных средств по типам					Скорость движения потока, км/ч		
		Л	АМ	$\Gamma \leq 12$	$\Gamma > 12$	$A > 3,5$	Л	$\Gamma$	А
сентябрь, рабочий день	20 мин. за час., дневное время	Вариант 1. АТ поток на жидком топливе (в движении)							
		1000	80	30	10	100	55	55	55
		Вариант 2. АТ поток в «пробке»							
		1000	80	30	10	100	5	5	5

АТ подразделены по 5 типам (табл. 1):

- Л – машины легковые;
- АМ – микроавтобусы и автофургоны до 3,5 т;
- $\Gamma \leq 12$  – грузовики в области 3,5 - 12 т (без прицепа);
- $\Gamma > 12$  - грузовики тяжелые более 12 т, а также с прицепом, тягачи, дорожная и строительная самоходная техника;
- $A > 3,5$  – автобусы, курсирующие внутри города и между населенными пунктами.

Учитываются ЗВ в выхлопных газах АТ:  $\text{CH}_4$ ;  $\text{CO}$ ;  $\text{NO}$ ;  $\text{NO}_2$ ;  $\text{SO}_2$ ;  $\text{CH}_2\text{O}$ ;  $\text{C}_{20}\text{H}_{12}$ ;  $\text{PM}_{2,5}$ ; бензин (Б) и керосин (К). Из перечисленных ЗВ выбираются характерные для АТ по топливу. Результаты приведены в табл. 2, 3.

Таблица 2

Результаты расчетов (вариант 1)

ЗВ	Количество выбросов по типам АТ, г/км					Итого, г/км
	Л	АМ	$\Gamma \leq 12$	$\Gamma > 12$	$A > 3,5$	
CO	300,0	122,7	53,0	18,71	130,03	624,44
NO	35,84	15,60	20,80	8,14	63,93	144,31
NO <sub>2</sub>	220,01	96,01	128,0	50,04	393,37	887,43
Б	86,7	18,7	-	-	-	105,4
К	-	-	15,0	6,68	16,67	38,35

Окончание табл. 2

ВЧ PM <sub>2,5</sub>	1,83	0,99	3,7	1,47	8,34	16,33
SO <sub>2</sub>	2,2	0,37	0,26	0,13	0,73	3,69
CH <sub>2</sub> O	0,50	0,067	0,07	0,027	0,073	0,74
C <sub>20</sub> H <sub>12</sub>	60,0·10 <sup>-6</sup>	5,34·10 <sup>-6</sup>	6,0·10 <sup>-6</sup>	2,44·10 <sup>-6</sup>	6,67·10 <sup>-6</sup>	80,45·10 <sup>-6</sup>

Таблица 3

Результаты расчетов (вариант 2)

ЗВ	Количество выбросов по типам АТ, г/км					Итого, г/км
	Л	АМ	Г ≤ 12	Г > 12	А > 3,5	
СО	1050,01	429,37	185,5	65,36	455,02	2185,26
NO	35,84	15,60	20,80	8,14	63,93	144,31
NO <sub>2</sub>	220,01	96,01	128,0	50,04	393,37	887,43
Б	303,34	65,34	-	-	-	368,68
К	-	-	52,5	23,34	58,34	134,18
ВЧ PM <sub>2,5</sub>	6,42	3,45	12,95	5,14	29,17	57,13
SO <sub>2</sub>	7,70	1,31	0,91	0,455	2,567	12,942
CH <sub>2</sub> O	1,75	0,233	0,245	0,093	0,257	2,58
C <sub>20</sub> H <sub>12</sub>	210·10 <sup>-6</sup>	18,7·10 <sup>-6</sup>	21·10 <sup>-6</sup>	8,5·10 <sup>-6</sup>	23,3·10 <sup>-6</sup>	283,5·10 <sup>-6</sup>

Анализ результатов (таблицы 2, 3) показывает, что при образовании пробок выбросы по ряду ЗВ значительно увеличиваются, в том числе и по веществам 1 и 2 классов опасности (КО) - таблица 4.

Таблица 4

УПР загрязняющих веществ, нормативно-допустимые значения по выбросам ЗВ, изменение количества выбросов

ЗВ	КО	ПДК, мг/м <sup>3</sup> [7]		ОБУВ, мг/м <sup>3</sup> , [7]	Выбросы М <sup>L</sup> <sub>к.и</sub> , г/км		Увели- чение (B2:B1), раз
		ПДКсс	ПДКмп		Л	Г>12 т	
СО	4	5,0	3,0	-	0,9	5,60	3,5
NO	3	0,4	-	-	0,043	0,975	1,0
NO <sub>2</sub>	3	0,2	0,1	-	0,264	6,0	1,0
Бензин <sup>*)</sup>	4	5	1,5	-	0,26	-	3,5
Керосин	-	-	-	1,2	-	2,00	3,5
PM <sub>2,5</sub>	-	0,16	0,035	-	0,55·10 <sup>-2</sup>	0,44	3,5

Окончание табл. 1

SO <sub>2</sub>	3	0,5	0,05	-	0,66·10 <sup>-2</sup>	3,9·10 <sup>-2</sup>	3,5
CH <sub>2</sub> O	2	0,05	0,01	-	1,50·10 <sup>-3</sup>	0,8·10 <sup>-2</sup>	3,5
C <sub>20</sub> H <sub>12</sub> <sup>**) </sup>	1	-	1·10 <sup>-6</sup>	-	0,18·10 <sup>-6</sup>	0,73·10 <sup>-6</sup>	3,5

Примечания [7]:

\*) Бензин (нефтяной, малосернистый) - в пересчете на углерод.

\*\*) Бенз(а)пирен (C<sub>20</sub>H<sub>12</sub>) – канцероген.

Расчеты наглядно показывают, что образование заторов (пробок) АТ на дорожном полотне существенно (в 3,5 раза) повышает выбросы по СО; бензину; керосину; PM<sub>2,5</sub>; SO<sub>2</sub>; CH<sub>2</sub>O; C<sub>20</sub>H<sub>12</sub>.

Решение проблемы требует использовать все существующие механизмы по оптимизации движения АТ и улучшению чистоты воздуха в городе [4, 5, 8]: расширение дорог; обновление и создание современной дорожной инфраструктуры; создание транспортных развязок; строительство тоннелей и мостов; регулирование потоков движения за счет изменения количества полос движения (в одну сторону) в течение дня; обновление АТ состава; уменьшение количества личного транспорта в пользу общественного; перевод АТ на альтернативное экологически безопасное топливо, создающее меньшее загрязнение; озеленение города и др.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. О состоянии и об охране окружающей среды РФ в 2019 г. Государственный доклад. — М.: Минприроды России; МГУ им. М.В. Ломоносова, 2020. — 1000 с.
2. Балакирева, С.В., Экологические проблемы атмосферы и пути их решения: учеб. Пособие/ С.В. Балакирева, Ю.Р. Абдрахимов. - Уфа: Изд-во УГНТУ, 1998. – 142 с.

3. О состоянии природных ресурсов и окружающей среды РБ в 2019 г. Государственный доклад. —Уфа: Минприроды РБ, 2020. — 286 с.
4. Балакирева, С.В. Совершенствование рыночных инструментов охраны окружающей среды [Текст]/ С.В. Балакирева, М.Р. Казыханова, М.И. Маллябаева// В сб.: Нефтегазопереработка-2015. Междунар. науч.-практ. Конф. (Уфа, 20 мая 2015 г.). - Уфа: Изд-во ГУП ИНХП РБ, 2015, - с.5-7.
5. Балакирева, С.В. Регулирование охраны окружающей среды на производстве на основе рыночных инструментов [Текст]/ С.В. Балакирева //Инновационные технологии в промышленности: образование, наука и производство: Сб. матер. Всероссийской науч.-практ. конф. с международ. участием (16 декабря 2016 г.) / УГНТУ, - Уфа: Изд-во «Нефтегазовое дело», 2016. – С.209-210.
6. Приказ Минприроды России от 27.11.2019 N 804 «Об утверждении методики определения выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух от передвижных источников для проведения сводных расчетов загрязнения атмосферного воздуха». [Электронный ресурс]. URL: <http://www.consultant.ru/> (дата обращения: 27.03.2021).
7. Постановление Гл. гос. санитарного врача РФ от 28.01.2021 N 2 «Об утверждении санитарных правил и норм СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» (вместе с «СанПиН 1.2.3685-21. Санитарные правила и нормы...»). [Электронный ресурс]. URL: <http://www.consultant.ru/> (дата обращения: 27.03.2021).
8. Латыпова, А.Р. Совершенствование законодательной базы в области охраны окружающей среды [Текст]/ А.Р. Латыпова, Ю.П. Ракитина, М.И. Маллябаева, С.В. Балакирева// В сб. материалов Междунар. науч.-техн. конф. «Защита окружающей среды от экотоксикантов». (14-15 апреля 2014 г.). / УГНТУ, – Уфа: Изд-во РИЦ УГНТУ, 2014. - С. 256-261.

*Валиева Э. Ф.<sup>1</sup>, Хатмуллина Р. М.<sup>2</sup>, Сафарова В. И.<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Башкирский государственный университет, г. Уфа, Российская Федерация

<sup>2</sup>ГБУ РБ Управление государственного аналитического контроля, г. Уфа, Российская Федерация

## **ПРОБЛЕМА МОНИТОРИНГА АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА ПРИ ЗАГРЯЗНЕНИИ НЕФТЯНЫМИ КОМПОНЕНТАМИ**

*Аннотация.* В статье приведены данные мониторинга атмосферного воздуха в д. Сергеевка. Мониторинговое исследование окружающей среды в зоне загрязнения включало в себя различные методы анализа. Контроль атмосферного воздуха осуществлялся с помощью передвижной экологической лаборатории (ПЭЛКАВ), в стационарных условиях методами фотометрии, хромато-масс-спектрометрии.

*Ключевые слова:* Атмосферный воздух, загрязняющие вещества, мониторинг, нефтепродукты, автоматические системы мониторинга, передвижная экологическая лаборатория, газоанализатор.

*Valieva E. F.<sup>1</sup>, Khatmullina R. M.<sup>2</sup>, Safarova V. I.<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Bashkir State University, Ufa, Russian Federation

<sup>2</sup> State Analytical Control Department, Ufa, Russian Federation

## **THE PROBLEM OF ATMOSPHERIC AIR MONITORING BY THE OIL COMPONENTS POLLUTION**

*Annotation.* The article presents the data of atmospheric air monitoring in the Sergeyevka village. The monitoring study of the environment in the pollution zone included various methods of analysis. Atmospheric air was monitored using a mobile environmental laboratory and by photometry, chromatography-mass spectrometry methods in a lab.

*Keywords:* Atmospheric air, pollutants, monitoring, petroleum products, automatic monitoring systems, mobile environmental laboratory, gas analyzer.

В настоящее время оценка качества загрязнения атмосферного воздуха является одной из важных и актуальных задач аналитической химии.

Так как атмосферный воздух является наиболее динамичной и сложной средой, необходимы такие условия и методы анализа, которые позволяют регулярно наблюдать за источниками загрязнения воздушной среды и круглосуточно регистрировать данные о содержании в атмосфере загрязняющих веществ. Это могут обеспечить автоматические системы мониторинга (АСМ) и датчики контроля на источниках выбросов.

К наиболее распространенным загрязняющим компонентам воздушной среды относятся нефтяные углеводороды и сопутствующие им соединения.

Республика Башкортостан является одним из крупнейших центров нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности в России. В связи с этим, использование запасов нефти приводит к целому ряду экологических проблем, одной из которых является загрязнение атмосферного воздуха. Загрязнение окружающей среды нефтепродуктами происходит как при штатном режиме работы предприятий, так и аварийных разливах и других нештатных ситуациях. При этом аварийные разливы нефти и нефтепродуктов оказывают экстремальное негативное воздействие на природную среду и приводят к неблагоприятным последствиям для всех ее компонентов.

Так, при несанкционированной врезке в трубопровод высокого давления, произошла утечка газового конденсата, которая вызвала загрязнение атмосферного воздуха вблизи населенного пункта летучими компонентами газового конденсата.

Для мониторинга окружающей среды в зоне загрязнения использовались различные методы анализа. В частности, контроль атмосферного воздуха



осуществлялся с помощью передвижной экологической лаборатории (ПЭЛКАВ) непрерывно в дневное и ночное время, а также в стационарных условиях. Такая лаборатория позволяет оперативно получать данные об уровне загрязненности воздуха и в случае необходимости принятия экстренных мер для защиты населения и окружающей среды от негативного воздействия загрязнений является незаменимым инструментом контроля.

Было установлено, что содержание сероводорода в воздухе значительно превышало допустимые нормы. На рис. 1 и 2 показана динамика содержания сероводорода в атмосферном воздухе в дер. Сергеевка.

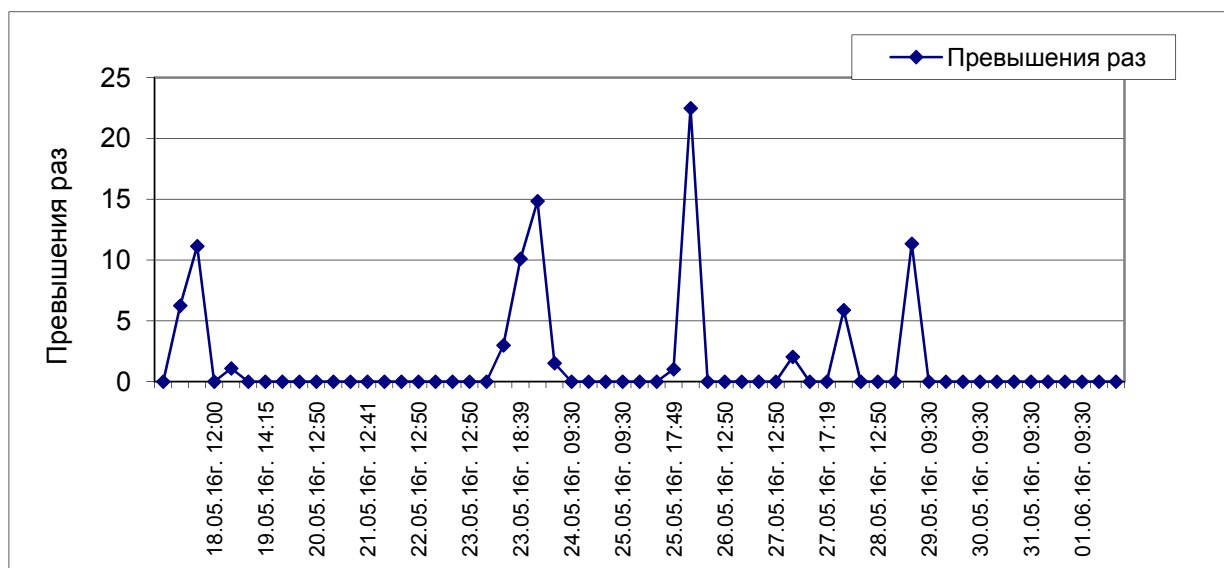


Рис. 1. Динамика концентраций сероводорода в атмосферном воздухе в дневное время

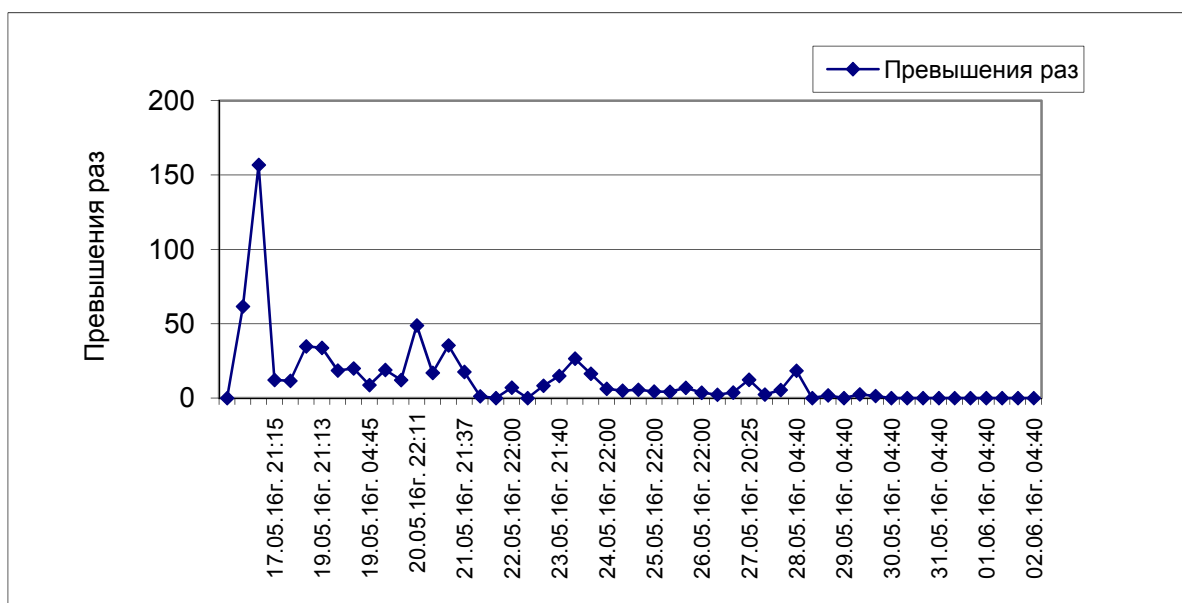


Рис. 2. Динамика концентраций сероводорода в атмосферном воздухе в ночное время

Использование передвижной лаборатории с установленными приборами (газоанализаторами) для контроля определенных загрязняющих веществ в

режиме реального времени позволило оперативно принять природоохранные и другие меры.

Контроль объектов окружающей среды выполнялся также и в стационарной лаборатории с помощью различных физико-химических методов исследования (фотометрии, хромато-масс-спектрометрии и др.). При этом были выявлены несопоставимые результаты по содержанию сероводорода в пробах воздуха (табл. 1).

*Таблица 1*

Сравнительный анализ результатов измерений сероводорода  
в пробах воздуха различными методами

ПЭЛКАВ		Фотометрия	
мг/м <sup>3</sup>	превышение ПДК <sub>м.р.</sub> , раз	мг/м <sup>3</sup>	превышение ПДК <sub>м.р.</sub> , раз
0,0500	6,25	0,044	5,5
0,0891	11,14	<0,006	-
<0,0008	-	<0,006	-
0,0087	1,09	<0,006	-

Методом хромато-масс-спектрометрии в пробах воздуха были идентифицированы летучие серосодержащие органические соединения, которые могут оказывать влияние на достоверность измерений некоторых газоанализаторов. Установлено, что обнаруженные соединения являются гораздо более токсичными по сравнению с сернистым водородом. Селективность метода анализа является одним из требований, предъявляемым к средствам измерений. Однако при аварийных ситуациях, когда необходимо принимать экстренные природоохранные меры, получение данных в режиме реального времени имеет не менее важное значение.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пунчер В. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа: учебное пособие для химико-технологических специальностей профессиональных центров/В. Пунчер, Л. Григорьева. – Йыхви: INMOVE, 2012. – 192 с.
2. Царапкин А.В. Химические сенсоры для контроля серосодержащих соединений в атмосферном воздухе и технологических газовых средах /А.В. Царапкин.- Автореф.дисс.на соиск.уч.степ.канд.тех.наук.- Нижний Новгород, 2005.- 42 с.

*Волчек А. А., Новосельцева А. Г.*

Учреждение образования «Брестский государственный технический университет», г. Брест, Республика Беларусь

## **ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ НА ТЕМПЕРАТУРУ ВОДЫ ВОДОЕМА-ОХЛАДИТЕЛЯ ОТРАБОТАННОЙ ВОДЫ С ГРЭС, НА ПРИМЕРЕ ОЗЕРА БЕЛОЕ В БЕРЕЗОВСКОМ РАЙОНЕ**

*Аннотация.* В работе дана оценка влияния сброса отработанной воды с Березовской ГРЭС на температуру воды озера Белое, как водоема-охладителя. Рассмотрены возможные последствия для экосистемы озера при постоянном увеличении температуры воды.

*Ключевые слова:* Водоем-охладитель, температура воды, нагретая вода, экосистема водоема.

*Volchak A. A., Novoseltseva A. G.*

Educational institution Brest state technical university, Brest, Republic of Belarus

## **ASSESSMENT OF THE IMPACT ON THE WATER TEMPERATURE OF THE COOLING RESERVOIR OF WASTE WATER FROM THE STATE DISTRICT POWER STATION, ON THE EXAMPLE OF LAKE BELOE IN THE BEREZOVSKY DISTRICT**

*Abstract.* In work provides an assessment of the waste water from the Berezovskaya state district power station on the water temperature of lake Beloe, as a cooling reservoir.

*Key words:* Cooling reservoir, water temperature, heated water, ecosystem of the reservoir.

Одной из самых больших электростанций Беларуси является Березовская ГРЭС, расположенная в г. Белоозерске. Годовая выработка электроэнергии станции в среднем составляет 4,8 млрд. кВт\*ч, электрическая мощность 1095,12 мВт. На Березовской ГРЭС предусмотрена обратная система водоснабжения с водоемом-охладителем. В качестве водоема-охладителя задействовано озеро Белое, нагретая вода поступает в озеро по двум отводящим каналам (теплый канал №1 и №2). Озеро имеет небольшие размеры: длина 3,3 км, максимальная ширина 2 км, глубина не превышает 4,9 м, площадь – 6,05 км<sup>2</sup> [1, 2]. Подпитка обратной системы технического водоснабжения ГРЭС осуществляется из озера Черное, которое является источником поверхностных вод технического качества.

Для увеличения активной площади и охлаждающей способности озера-охладителя и обеспечения требований, предъявляемых к водным объектам, используемым в рыбохозяйственных целях, на Березовской ГРЭС введены брызгальный бассейн с береговой насосной станцией и струенаправляющие

сооружения на открытых отводящих каналах №1 и №2. Непосредственно в водоем-охладитель поступает вода по отводящему каналу №2 и часть воды по отводящему каналу №1, а остальная часть воды насосами, установленными в береговой насосной станции подается на брызгательный бассейн и далее, после охлаждения, по отводящему каналу сбрасывается в подводящий канал №1 и №2 [3].

Озеро Белое, как водоем-охладитель, подвергается химическому и тепловому воздействию, связанному с эксплуатацией ГРЭС. Повышение температуры воды создает условия для вселения и разведения в нем чужеродных теплолюбивых видов. Так в озере, после начала работы ГРЭС, исчезли речные раки и некоторые хищные виды рыб (судак, щука), освободилась экологическая ниша, ее заполнили восточной речной креветкой, которая акклиматизировалась и вошла в рацион хищных рыб. В настоящее время озеро Белое является не единственным местом в Беларуси, где водится этот вид ракообразных, с той же целью креветку запустили в водоем-охладитель Лукомльской ГРЭС.

Целью исследования является изучение влияния деятельности Березовской ГРЭС на экосистему водоема-охладителя.

В работе использованы данные Брестского областного комитета природных ресурсов и охраны окружающей среды за 2016, 2017, 2019, 2020 гг. Отбор проб на озере Белое осуществлялся в двух точках, расположенных с разных сторон водоема-охладителя, после выпуска воды по отводящим каналам №1 и №2 (расчетный створ 500 м) и на фоновом участке, не реже одного раза в год. Из полученных данных были найдены средние значения температуры воды за год. Данные полученные после отбора проб приведены в табл. 1.

*Таблица 1*

Наблюдения за изменением температуры воды озеро Белое

Дата	Точка отбора	Температура, °С
30.06.2016	выпуск, отводящий канал №1	27,0
	выпуск, отводящий канал №2	27,6
	Фоновый участок	25,4
24.08.2016	выпуск, отводящий канал №1	25,6
	выпуск, отводящий канал №2	25,4
	Фоновый участок	23,2
Среднее значение за 2016	выпуск, отводящий канал №1	26,3
	выпуск, отводящий канал №2	26,5
	Фоновый участок	24,3
15.05.2017	выпуск, отводящий канал №1	20,8
	выпуск, отводящий канал №2	21,2
	Фоновый участок	19,8
07.06.2017	выпуск, отводящий канал №1	25,9
	выпуск, отводящий канал №2	24,0
	Фоновый участок	22,7

Среднее значение за 2017	выпуск, отводящий канал №1	23,35
	выпуск, отводящий канал №2	22,6
	Фоновый участок	21,25
16.07.2019 (среднее значение за 2019)	выпуск, отводящий канал №1	23,6
	выпуск, отводящий канал №2	23,6
	Фоновый участок	24,0
12.02.2020 (среднее значение за 2020)	выпуск, отводящий канал №1	8,4
	выпуск, отводящий канал №2	8,9
	Фоновый участок	4,6

Как видно из таблицы 1 отбор проб производился в основном в летнее время и только в 2020 г. в феврале. Разница между температурой воды у отводящего канала №1 и №2 в среднем составляет 0,75 °С. Температура воды на фоновом участке отличается от температуры воды в точках отбора, в среднем за год разница в температуре составляет 2,1 °С. Самое большое расхождение в температуре воды между точками отбора и фоновым участком наблюдалось в феврале 2020 г. и эта разница составляла 3,8 и 4,3 °С. Влияние сброса нагретой воды на температуру воды водоема-охладителя в зимний период значительно сильнее, чем в летний период.

Принятые для водоемов-охладителей нормативы предусматривают недопустимость превышения температуры воды в водоеме в зимнее время на 5 °С, а в летнее – на 3 °С выше естественной максимальной температуры [4]. Из имеющихся данных видно, что превышение температуры воды в водоеме-охладителе, после сброса, по отводящим каналам нагретой воды, соответствует норме.

Сброс нагретой воды с ГРЭС несет как положительные, так и отрицательные последствия. В водоеме может происходить обеднение видового состава биоты, вследствие высоких температур воды (особенно летом). В озере Белое, за время работы электростанции, произошла замена некоторых обитающих в нем видов на более теплолюбивые, появилось промышленное рыбозаведение.

Таким образом, можно сделать вывод, что изменение температуры воды в водоеме-охладителе (озеро Белое) за 2016, 2017, 2019, 2020 гг., после выпуска нагретой воды с ГРЭС было не значительное (соответствовало норме) и не приводило к глобальным негативным последствиям для экосистемы водоема. Однако, постоянное увеличение температуры воды в озере, может привести к дальнейшему изменению его видового состава.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Охрана окружающей среды и природопользование. Гидросфера. Водопользование на атомных электростанциях. Правила классификации охлаждающих систем технического водоснабжения и требования к их проектированию и определению объема добычи (изъятия) воды для таких систем: ТКП 17.06-05-2011 (02120). – Введ. 01.03.12. – Минск: РУП «Бел НИЦ «Экология», 2012. – 14 с.
2. Волчек А.А. Тепловое загрязнение в Брестской области, причины возникновения / А.А. Волчек, А.Г.Новосельцева // Туристический и природный потенциал водных объектов белорусско-польского пограничья: материалы науч.-практ. конференции (Брест, 30-31 октября 2020 года) / гл. ред. Н.В. Михальчук. – Брест: Альтернатива, 2020. – С. 39 - 43.
3. Яцкевич А.Э. Анализ использования водных ресурсов филиала РУП «Брестэнерго» Березовской ГРЭС / А.Э. Яцкевич, К.М. Мукина // Сахаровские чтения 2017 года: экологические проблемы XXI века: материалы 17-й международной научной конференции (г. Минск, 18-19 мая 2017 года) / под ред. С.А. Маскевича. – Минск: ИВЦ Минфина, 2017. – С. 192-193.
4. Топачевский А.В. Цели и задачи гидробиологического исследования водоемов-охладителей тепловых электростанций / А.В. Топачевский, М.Л. Пидгайко // Гидрохимия и гидробиология водоемов-охладителей тепловых электростанций СССР. Киев: Наукова думка, 1971. – С. 6-10.

*Гальченко С. В., Доронина Т. С., Чердакова А. С.*

Рязанский государственный университет имени С.А. Есенина, г. Рязань, Российская Федерация

### **ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА РАЗЛИЧНЫХ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ЗОН Г. РЯЗАНИ МЕТОДОМ БИОИНДИКАЦИИ**

*Аннотация.* В статье приводятся результаты исследований, направленных на оценку экологического состояния атмосферного воздуха различных функциональных зон г. Рязани методом флуктуирующей асимметрии листовой пластины березы повислой (*Betula pendula* Roth.).

*Ключевые слова:* биоиндикация, флуктуирующая асимметрия, береза повислая (*Betula pendula* Roth.), загрязнение атмосферного воздуха.

## **ASSESSMENT OF THE ECOLOGICAL STATE OF THE ATMOSPHERIC AIR OF VARIOUS FUNCTIONAL ZONES IN RYAZAN BY THE BIOINDICATION METHOD**

*Abstract.* The article presents the results of studies aimed at assessing the ecological state of atmospheric air in various functional zones of Ryazan by the method of fluctuating asymmetry of the leaf plate of silver birch (*Betula pendula* Roth.).

*Key words:* bioindication, fluctuating asymmetry, silver birch (*Betula pendula* Roth.), air pollution.

Одной из наиболее острых экологических проблем современности является проблема загрязнения атмосферного воздуха городских территорий. Так, в Государственном докладе «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2019 году» отмечается, что более чем в 20 % городов РФ уровень загрязнения атмосферного воздуха оценивается как «высокий» и «очень высокий» [1].

Указанная проблема весьма актуальна и для г. Рязань – одного из крупнейших промышленных центров ЦФО. В настоящее время уровень загрязнения атмосферного воздуха в г. Рязань оценивается как повышенный, что обусловлено ростом концентраций приоритетных загрязнителей, к которым относятся диоксид серы, взвешенные вещества, бенз(а)пирен, оксид углерода и формальдегид. Кроме того, в городе регистрируются случаи высокого загрязнения атмосферного воздуха (максимально разовые концентрации > 10 ПДК<sub>м.р.</sub>) фенолом и сероводородом [2].

Для комплексной оценки экологического состояния атмосферного воздуха при таком многокомпонентном загрязнении весьма перспективно применение методов биоиндикации.

В этой связи, нами были проведены исследования по изучению качества атмосферного воздуха в различных функциональных зонах г. Рязань с использованием метода флуктуирующей асимметрии листовой пластины березы повислой (*Betula pendula* Roth.).

В ходе исследований были отобраны пробы листы березы повислой (*Betula pendula* Roth.) в четырех функциональных зонах города, значительно отличающихся уровнем антропогенной нагрузки: промышленной (в зоне воздействия юго-восточного промузла), транспортной (вдоль автомагистрали Московское шоссе), селитебной (внутри жилой застройки микрорайона Дашково-Песочня) и рекреационной (городской парк ЦПКиО). Критерием оценки качества атмосферного воздуха выступал интегральный показатель флуктуирующей асимметрии листьев березы повислой (*Betula pendula* Roth.), отражающий величину среднего относительного различия ряда

морфологических признаков между сторонами листа от центральной жилки. Объем выборки составлял 100 листьев из каждой функциональной зоны города. Интерпретация результатов осуществлялась с использованием шкалы степени нарушения стабильности развития березы повислой (*Betula pendula* Roth.) (табл. 1).

Таблица 1

Шкала степени нарушения стабильности развития березы повислой (*Betula pendula* Roth.) [3]

Балл	Значение интегрального показателя флуктуирующей асимметрии листьев березы повислой ( <i>Betula pendula</i> Roth.)	Характеристика стабильности развития
I	<0,040	Условная норма
II	0,040 - 0,044	Слабое отклонение от нормы
III	0,045 - 0,049	Выраженное отклонение от нормы
IV	0,050 - 0,054	Сильное отклонение от нормы
V	>0,054	Экстремальное отклонение от нормы

Проведенные исследования показали, что значения интегрального показателя флуктуирующей асимметрии листьев березы повислой (*Betula pendula* Roth.) существенно варьируют в зависимости от функциональной зоны города и достаточно отчетливо отражают уровень антропогенной нагрузки (рис. 1).

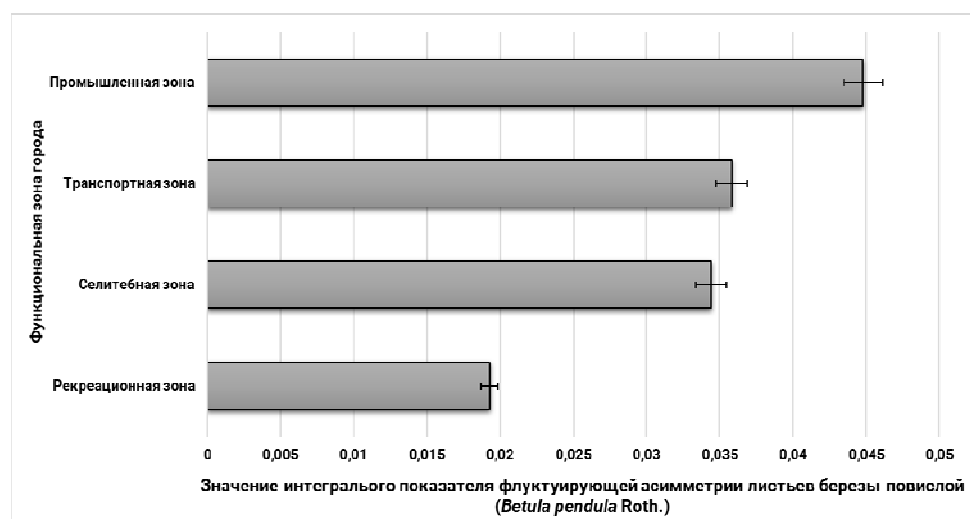


Рис. 1. Значения интегрального показателя флуктуирующей асимметрии листьев березы повислой (*Betula pendula* Roth.) в различных функциональных зонах г. Рязани



Так, минимальные значения показателя были отмечены в рекреационной зоне города, характеризующейся наименьшим уровнем техногенного воздействия на все компоненты урбоэкосистемы, в том числе и на атмосферный воздух.

В пределах селитебной и транспортной зон интегральный показатель флуктуирующей асимметрии листьев березы повислой (*Betula pendula* Roth.) имеет уже большие значения, превышающие таковые для рекреационной зоны почти в два раза, что, по нашему мнению, является следствием более выраженного антропогенного прессинга.

При этом в соответствии со шкалой степени нарушения стабильности развития березы повислой (*Betula pendula* Roth.) качество атмосферного воздуха в селитебной, рекреационной и транспортной зонах города соответствует «условной норме» (I балл шкалы).

В промышленной зоне регистрируется выраженное отклонение от «нормы» (III балл шкалы стабильности развития), что указывает на достаточно высокий уровень загрязнения атмосферного воздуха ввиду значительно большей техногенной нагрузки. Полученные результаты согласуются с данными государственного экологического мониторинга. Именно в зоне воздействия юго-восточного промузла на протяжении уже более десяти лет отмечается загрязнение атмосферного воздуха различными токсикантами (в том числе приоритетными загрязнителями), что, как показали наши исследования, выражается в специфичной реакции биоты, регистрируемой методами биоиндикации.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Государственный доклад о состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2019 году [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://www.mnr.gov.ru/docs/gosudarstvennye\\_doklady/proekt\\_gosudarstvennogo\\_doklada\\_o\\_sostoyanii\\_i\\_ob\\_okhrane\\_okruzhayushchey\\_sredy\\_rossiyskoy\\_federatsii\\_2019/](https://www.mnr.gov.ru/docs/gosudarstvennye_doklady/proekt_gosudarstvennogo_doklada_o_sostoyanii_i_ob_okhrane_okruzhayushchey_sredy_rossiyskoy_federatsii_2019/) (дата обращения: 24.04.2021)
2. Доклад о состоянии и об охране окружающей среды в Рязанской области в 2019 году [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://minprirody.ryazangov.ru/activities/sfery-deyatelnosti/okhrana-okruzhayushchey\\_sredy/000%20%D0%94%D0%9E%D0%9A%D0%9B%D0%90%D0%94%202019.pdf](https://minprirody.ryazangov.ru/activities/sfery-deyatelnosti/okhrana-okruzhayushchey_sredy/000%20%D0%94%D0%9E%D0%9A%D0%9B%D0%90%D0%94%202019.pdf) (дата обращения: 24.04.2021)
3. Использование показателя флуктуирующей асимметрии березы повислой для оценки ее состояния / С.В. Залесов, Б.О. Азбаев, Л.А. Белов, Ж.О. Суюндикиев, Е.С. Залесова, А.С. Оплетев // Современные проблемы науки и образования. 2014. № 5. С. 742-749

*Глушкова Н. А., Девисилов В. А.*

Московский государственный технический университет им. Н. Э. Баумана  
г. Москва, Российская Федерация

## **ИССЛЕДОВАНИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЧАСТИЦ ПЫЛИ ПО РАЗМЕРАМ С ПОМОЩЬЮ ЛАЗЕРНОЙ ДИФРАКЦИИ**

*Аннотация.* В ходе представленной работы был проведен анализ основных закономерностей распределения частиц пыли и порошка по размерам и методов их определения экспериментальным путем в рамках дисперсионного анализа. Для исследования дисперсного состава при помощи лазерной дифракции был выбран анализатор Bettersizer 2600. На лазерном анализаторе была проведена серия опытов с образцами электрокорунда. Дисперсионный состав образцов был определен для каждого образца и их смеси.

*Ключевые слова:* Лазерная дифракция, распределение частиц по размерам, дисперсионный анализ, электрокорунд.

*Glushkova N.A., Devisilov V.A.*

Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russian Federation

## **INVESTIGATION OF THE SIZE DISTRIBUTION OF DUST PARTICLES USING LASER DIFFRACTION**

*Abstract.* In the course of the presented work, the analysis of the main regularities of the distribution of dust and powder particles by size and methods of their determination experimentally within the framework of analysis of variance was carried out. A Bettersizer 2600 analyzer was chosen to study the dispersed composition using laser diffraction. A series of experiments with electrocorundum samples was carried out on a laser analyzer. The dispersion composition of the samples was determined for each sample and their mixture.

*Key words:* Laser diffraction, particle size distribution, analysis of variance, electrocorundum.

Для качественной пылегазоочистки первоначально необходимо провести комплекс пылевых и газовых измерений, в состав которых входит определение дисперсного состава.

Дисперсным составом пыли называется распределение частиц пыли по размерам, характеризуемое относительным содержанием фракций или параметрами функций, описывающих указанное распределение.

Распределение частиц по размерам является результатом интерпретации экспериментальных результатов и зависит от метода и принятой модели, поэтому кривые распределения, построенные по данным различных методов определения размера частиц, их объёма, удельной поверхности и т.п., могут отличаться друг от друга.

Не существует единого вида уравнений функций распределения. Уравнения описывают функции распределения различных частиц при разных условиях.

Наиболее обоснованным является логарифмически нормальное распределение. Однако распределения, получаемые в результате анализа дисперсного состава, могут не подчиняться логарифмически нормальному закону. Основными функциями распределения являются логарифмически нормальное распределение, формулы Розина-Раммлера и Годэна-Андреева для продуктов измельчения; формулы Ромашова для витающей пыли.

Уравнения функция распределения используются для аппроксимации данных полученных опытным путём.

Существуют различные виды функций распределения, они описываются различными математическими моделями, которые учитывают различные свойства настоящей системы на основе определенных допущений. Они описаны в табл.1.

Таблица 1

Основные виды функций распределения

Формула	Функция распределения	Функция плотности распределения
Формула Мартина		$\varphi_n(\delta) = \frac{100}{n}, \frac{\Delta n}{\Delta \delta} = C \cdot e^{-b\delta}$
Формула Вейнинга	$D = A\delta^{4-b}$	$\varphi_n(\delta) = C\delta^{-b}e^{-a^2\delta^2}$ или упр. $\varphi(\delta) = B\delta^{3-b}$
Формула Годэна-Андреева	$D = \Delta = A\delta^m$	$\varphi(\delta) = B\delta^{m-1}$
Формула Розина-Раммлера	$R(\delta) = 100e^{-b\delta^a}$	
Формула Роллера	$D(\delta) = A\delta^{\frac{1}{2}}e^{-\frac{b}{\delta}}$	$\varphi(\delta) = A(\frac{1}{2\sqrt{\delta}} + \frac{b}{\sqrt{\delta^3}})e^{-\frac{b}{\delta}}$
Формула Авдеева		$\varphi(\delta) = Be^{-b\delta^p}\delta^{\alpha-1}$
Формула Свенссона	$D = 100 - R = B_1 \int_0^x e^{-x^{\frac{1}{q}}} dx$	
Формулы Загустина	$D(\delta) = (\frac{\delta}{\delta_0})^{k+1} \cdot 100$ и $R(\delta, \tau) = R_0(\delta)e^{-a\delta\tau}$	
Формула Гриффитса		$\varphi(\delta) = Be^{-\frac{m}{\delta}}\delta^{-c}$

Формула Ромашова	$D(\delta) = 100 \frac{\int_0^{\delta} \delta^4 e^{-aB\delta^2} d\delta}{\int_0^{\infty} \delta^4 e^{-aB\delta^2} d\delta}$	$\varphi(\delta) = A\delta^4 e^{-aB\delta^2}$
Логарифмически нормальное распределение	$D(\delta) = \frac{100}{\sqrt{2\pi} \cdot \lg \sigma} \int_{-\infty}^{\lg \sigma} e^{-\frac{(\lg \delta - \lg \delta_{50})^2}{2 \lg^2 \sigma}} d \lg \delta$	

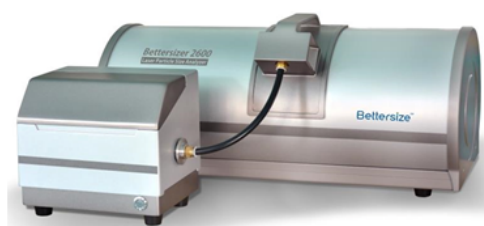
Наиболее обоснованным является логарифмически нормальное распределение. Однако распределения, получаемые в результате анализа дисперсного состава, могут не подчиняться логарифмически нормальному закону.

Целесообразно выражать распределение для продуктов измельчения – с помощью логарифмически нормального распределения, формул Розина-Раммлера или Годэна-Андреева, а для пыли с помощью формулы Ромашова.

Если распределение, полученное в результате анализа, не подчиняется двухпараметрическим уравнениям, его аналитическое выражение должно быть представлено в виде четырехпараметрической формулы.

Основными методами исследования распределения частиц по размерам являются статистическая обработка данных оптической, электронной и атомно-силовой микроскопии, а также методы динамического светорассеяния и анализа кривых седиментации.

В качестве исследуемого метода был выбран метод лазерной дифракции (светорассеяние). Рассеиваемый свет даёт информацию о структуре и динамике материала. Источником рассеянного света в работе является Bettersizer 2600 – рис. 1.



#### Особенности прибора

- Диапазон измерения размеров частиц: мокрое диспергирование: от 0.02 мкм до 2600 мкм; сухое диспергирование: от 0.1 мкм до 2600 мкм
- Прямая и обратная оптическая система Фурье, наклонная кювета с образцом
- Воспроизводимость: мокрое диспергирование: ≤0.5%; сухое диспергирование: ≤1%
- Правильность: мокрое диспергирование: ≤0.5%; сухое диспергирование: ≤1%
- Детектор: массив из 92 детекторов (передние, боковые, задние)
- Диапазон детектирования : 0.016-165 градусов

Рис. 1. Анализатор размера частиц Bettersizer 2600

Bettersizer 2600 – это интеллектуальный и высокоинтегрированный анализатор последнего поколения для анализа распределения частиц по

размерам в соответствии с принципом статического светорассеяния (лазерной дифракции). Анализатор способен проводить измерения для частиц размером от субмикронных до миллиметровых. Преимуществом прибора является возможность работы с блоками сухого и мокрого диспергирования, что позволяет применять его для анализа самых разнообразных материалов.

Коротковолновый лазерный свет (635 нм) попадает на частицы во время измерения размера и упруго рассеивается в зависимости от размера частиц. Стационарные детекторы определяют угловую зависимость интенсивности рассеяния в прямом, боковом и обратном направлениях — это стало возможным благодаря уникальной конструкции оптической скамьи, основанной на комбинации установки Фурье и установки обратной связи Фурье. Редактирование данных с помощью теории Фраунгофера или Ми позволяет получить распределение частиц по размеру в зависимости от объема.

Принцип работы при мокром диспергировании представлен на рис. 2.

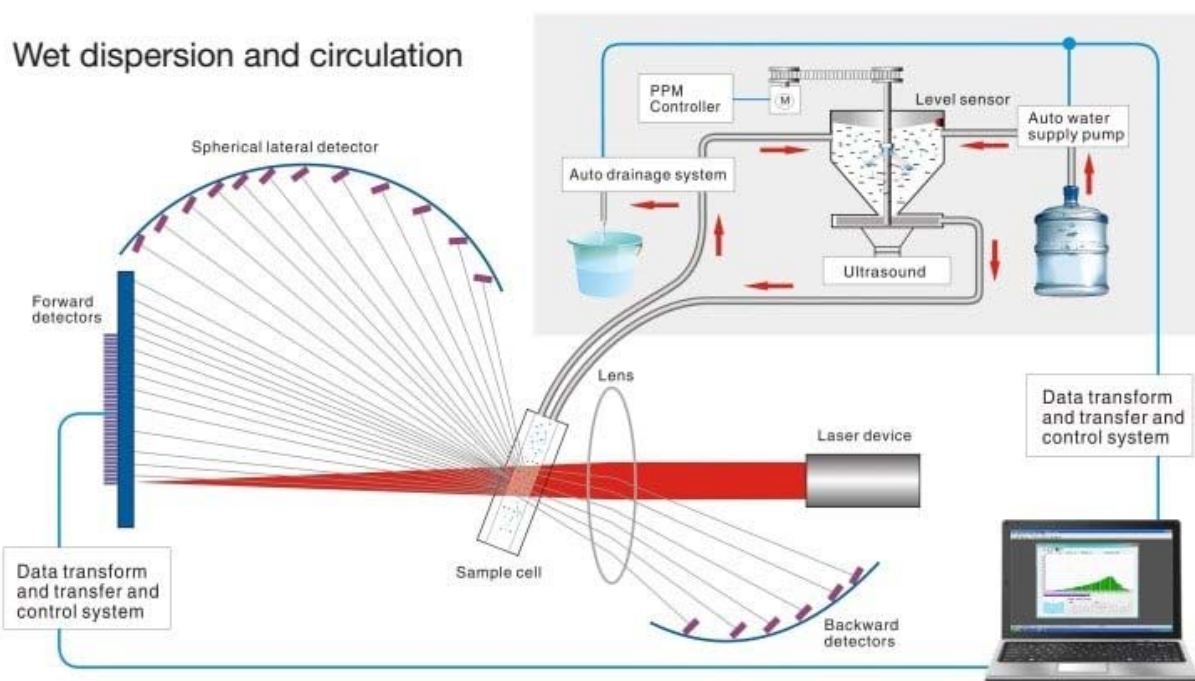
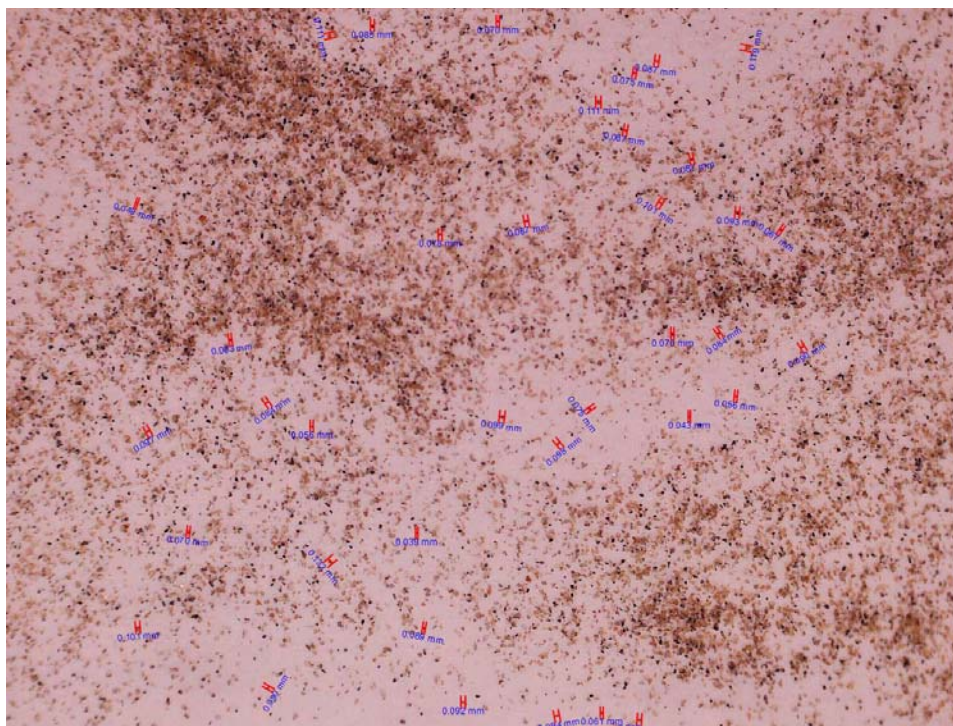


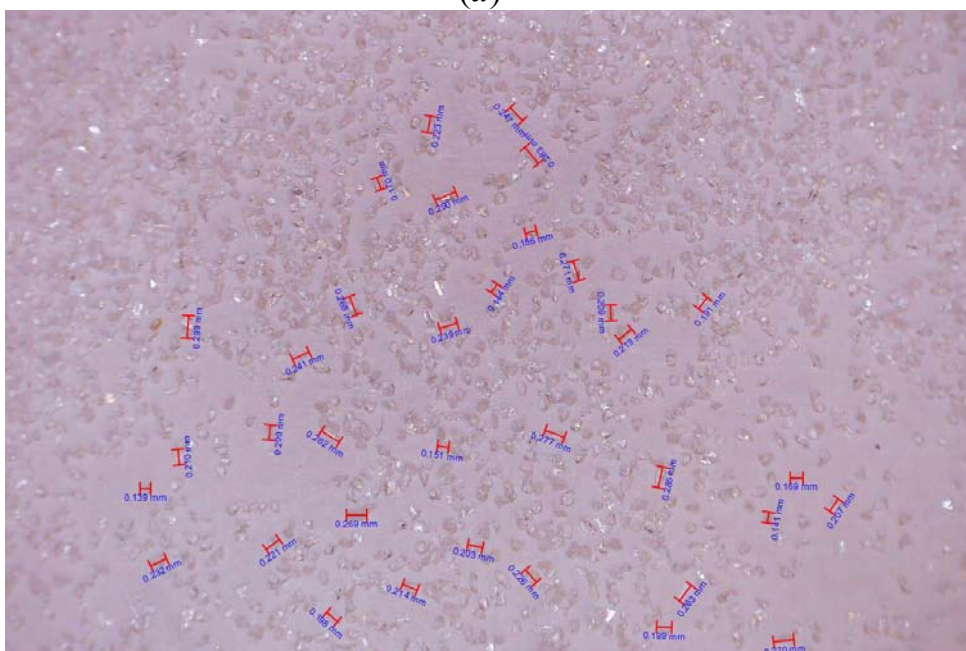
Рис. 2. Принцип работы лазерного анализатора при мокром диспергировании

На лазерном анализаторе была проведена серия опытов с образцами электрокорунда. В качестве экспериментальных образцов были выбраны электрокорунд нормальный (14А) с размером зерна основной фракции 14–10 мкм – рис. 3а. и белый электрокорунд (25А) с размером зерна основной фракции 250–200 мкм – рис. 3, б.





(a)



(б)

Рис. 3. Образцы электрокорунда нормального и белого с размером зерна основной фракции 14-10 мкм –а. и белого 250-200 мкм – б соответственно

Распределение, полученное в ходе анализа на Bettersizer 2600 для каждого образца на рис 4 а и б соответственно. Согласно диаграмме распределения размер частиц немного превышает заданные параметры для данных образцов, но находиться в пределах распределения.

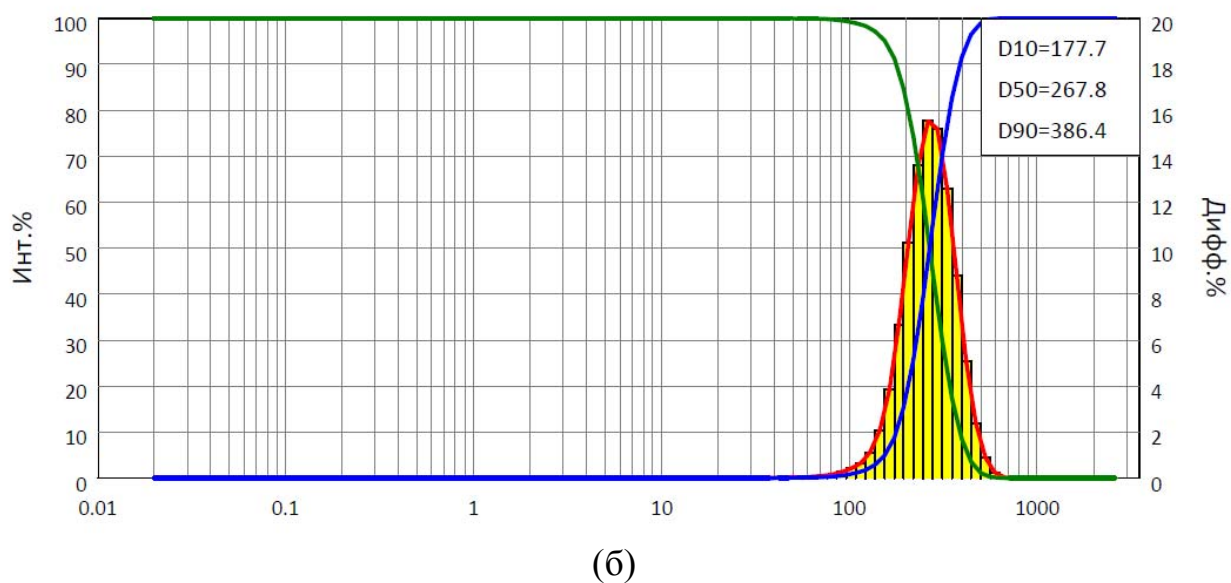
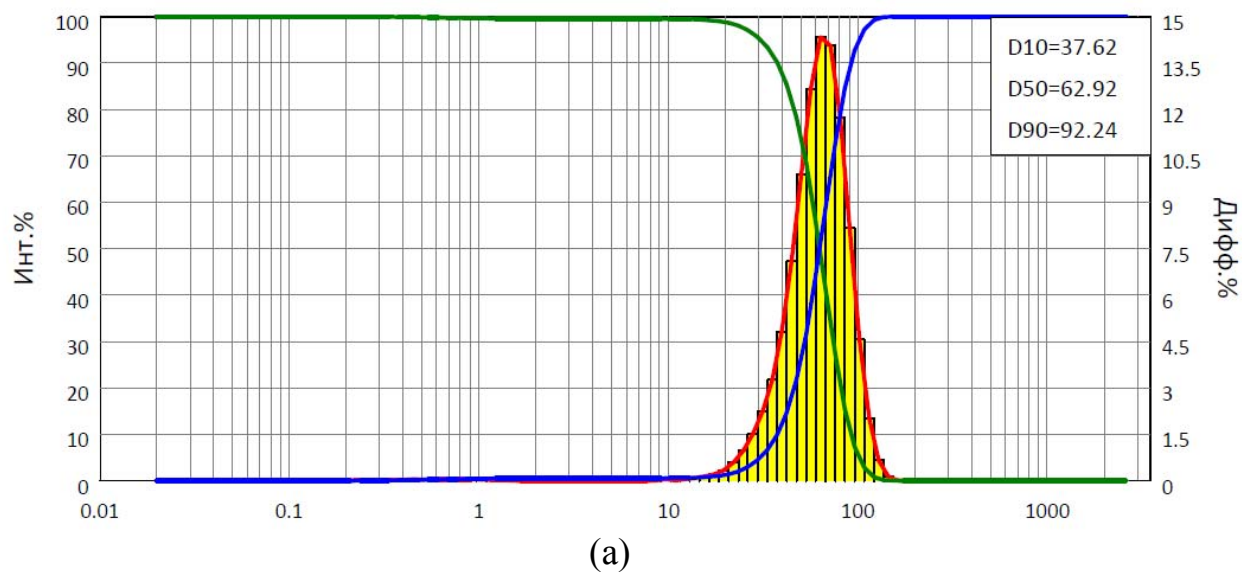


Рис. 4. Функции распределения образцов электрокорунда нормального (а) и белого (б)

Также был проведен дисперсионный анализ смеси двух образцов электрокорунда, результат представлен на рис. 5. На диаграмме видны два пика соответствующие каждому из образцов электрокорунда.

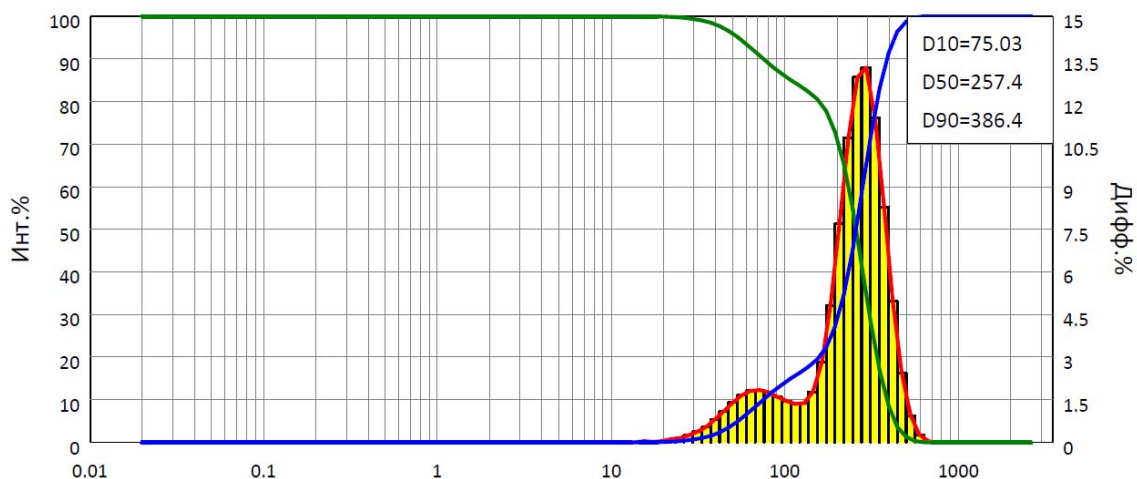


Рис. 5. Распределение смеси образцов электрокорунда

Полученные функции распределения позволяют более точно определить характеристики образцов пыли, что в дальнейшем улучшает подбор средств и установок очистки от пылегазовых выбросов. А также дисперсионный анализ пыли является одним из методов мониторинга состояния окружающего воздуха.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Коузов П.А. Основы анализа дисперсного состава промышленных пылей и измельченных материалов. – Издание 2-е, испр. – Л.: Химия, 1974. – 280 с.
2. Руководство пользователя. Лазерный анализатор размеров частиц Bettersizer 2600. – Казань: Беттерсайз РУС, 2018. – 82 с.
3. ACTTR Technology:Bettersizer 2600-WD Dry Wet Dual Mode Advanced Laser Particle Analyzer: [сайт]. URL: <https://product.acttr.com/en/mechanical-characteristic-c-59/particle-size-analyser-c-82/bettersizer-2600-wd-dry-wet-dual-mode-advanced-laser-particle-analyzer-p-303>

*Ефимова Н. Б.*

Волгоградский государственный аграрный университет, г. Волгоград, Российская Федерация

## ПОРЯДОК РЕКУЛЬТИВАЦИИ НАРУШЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ, ЗАНЯТЫХ ПРОМЫШЛЕННЫМ ОБЪЕКТОМ

*Аннотация:* В статье проанализирована последовательность проведения технического этапа рекультивации нарушенных земель в результате функционирования промышленного предприятия; представлена ведомость рекультивационных работ; рассмотрен порядок проведения биологического этапа рекультивации.

*Ключевые слова:* рекультивация нарушенных земель, технический этап, биологический этап, природоохранные мероприятия, агро степь.



## PROCEDURE FOR RECULTIVATION OF DISTURBED LAND, OCCUPIED BY AN INDUSTRIAL FACILITY

*Abstract.* The article analyzes the sequence of the technical stage of recultivation of disturbed lands as a result of the operation of an industrial enterprise; presents a list of recultivation works; considers the procedure for conducting the biological stage of recultivation.

*Key words:* recultivation of disturbed lands, technical stage, biological stage, environmental protection measures. agrostep.

Горно-обогатительный комбинат по добыче и обогащению калийных солей мощностью 2,3 млн.т/год 95% KCl Гремячинского месторождения расположен в Котельниковском районе Волгоградской области в 150 км к юго-западу от г. Волгограда и в 20 км к северо-востоку от районного центра г. Котельниково. Право пользования недрами с целью разведки и добычи калийных солей на Гремячинском месторождении предоставлено в соответствии с лицензией ВЛГ 14276ТЭ от 19 октября 2007 г. ООО «Евро-Хим-ВолгаКалий» сроком до 25.09.2030 г. Площадь лицензионного участка составляет 96,9 км<sup>2</sup>. Площадки участков, занятых под объектом, территориально относятся к Пимено-Чернянскому и Котельниковскому сельским поселениям: промплощадка - 124,9060 га; солеотвал - 162,1190 га; шламохранилище - 36,0 га. Общая площадь объекта составляет 871,9023 га (таблица 1).

Таблица 1

Площадь по объектам предприятия

Наименование площадки строительства	Отвод земель объекта, га	
	в постоянное пользование	под рекультивацию
Промплощадка ГОК	124,91	124,91
Рудник	5,9615	5,9615
Солеотвал	163,51	163,51
Шламохранилище 1 очередь	44,90	44,90
Шламохранилище 2 очередь	36,37	36,37

Шламохранилище 3 очередь	53,96	53,96
Шламохранилище 4 очередь	97,88	97,88
Шламохранилище 5 очередь	49,35	49,35
Испаритель	260,74	260,74
Стройбаза	19,50	19,50
Железнодорожная инфраструктура ГОКа	52,1401	69,5484
Подстанция 220 кВ	1,04	1,04
Техническое водоснабжение ГОКа	7,7808	39,643
Хозяйственно-питьевое водоснабжение ГОКа	1,7	14,87
Поверхностный склад взрывчатых материалов.	4,30	4,30
Всего	871,9023	916,9345

Все земли, занятые под предприятие относятся к категории сельскохозяйственных. Рекультивации подлежат нарушенные земли всех категорий, а также прилегающие земельные участки, полностью или частично утратившие продуктивность в результате негативного воздействия нарушенных земель. После прекращения разработки месторождения будет необходима ликвидация объектов поверхностного комплекса горно-обогатительного комбината (ГОК), при этом неизбежно нарушение земель. В связи с этим возникает необходимость рекультивации нарушенных земель после ликвидации объектов с целью возвращения земель в сельскохозяйственное производство на основании ст. 13 п. 6 Земельного кодекса РФ [3]. Рекультивация выполняется в 2 этапа: технический и биологический. Основная цель технического этапа рекультивации заключается в возврате нарушенных земель в состояние, пригодное для естественного восстановления почвенно-растительного покрова или дальнейшего проведения биологической рекультивации. Требования к рекультивации земель при сельскохозяйственном направлении включают:

1. формирование участков нарушенных земель, удобных для использования по рельефу, размерам и форме, поверхностный слой которых должен быть сложен породами, пригодными для биологической рекультивации;
2. планировку участков нарушенных земель, обеспечивающую производительное использование современной техники для сельскохозяйственных работ и исключаящую развитие эрозионных процессов и оползней почвы;
3. получение заключения агрохимической и санитарно-эпидемиологической служб об отсутствии опасности выноса растениями веществ токсичных для человека и животных.

Последовательность проведения технического этапа рекультивации нарушенных земель Котельниковского ГОКа представлены на рис. 1.

Основной целью биологического этапа рекультивации является восстановление природного или эффективного плодородия нарушенных почв,

причем степень плодородия определяется стандартными почвенными параметрами (совокупным почвенным баллом).

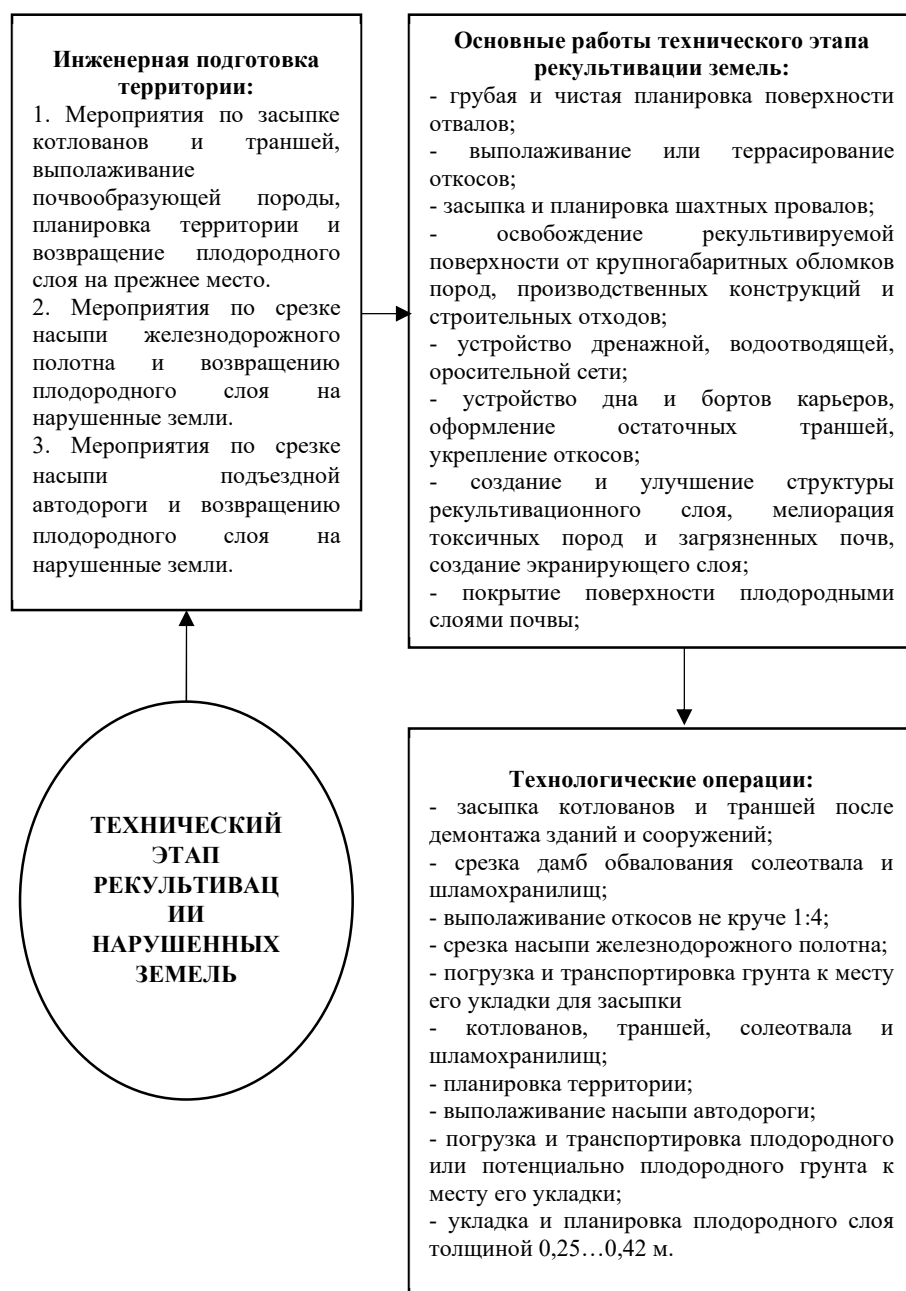


Рис. 1. Последовательность проведения технического этапа рекультивации нарушенных земель

Нарушенные в процессе строительства и эксплуатации предприятия земли рекультивируются под посев многолетних трав и восстановление лесонасаждений с целью увеличения лесного фонда и оздоровления окружающей среды. Ведомость рекультивации нарушенных земель представлена в табл. 2.

Таблица 2

## Ведомость рекультивации нарушенных земель Котельниковского ГОКа

№ п/п	Наименование	Толщина растительного слоя, м	Площадь рекультивации, га	Объем растит. грунта, м <sup>3</sup>
1	Рекультивируемая территория поверхностного комплекса после ликвидации ГОК			
	– рекультивация промплощадки	0,42	124,910	524622
	– рекультивация солеотвала и рассолосборника	0,42	163,51	686742
		0,42	282,46	1186332
	– рекультивация шламохранилищ	0,42	260,74	1095108
		0,42	5,9615	25038,3
	– рекультивация испарителя	0,42	19,50	81900
	– рекультивация комплекса рудника	0,42	1,04	4368
	– рекультивация территории стройбазы	0,42	4,30	18060
	– рекультивация территории подстанции 220 кВ			
	– рекультивация территории склада взрывчатых материалов			
	Итого	0,42	862,4215	3622170
2	Рекультивация нарушенных земель после ликвидации железнодорожной инфраструктуры ГОКа			
	– рекультивация нарушенных земель железнодорожной инфраструктуры ГОКа	0,35	69,5484	243419,4
	Итого	0,35	69,5484	243419,4
3	Рекультивация нарушенных земель после ликвидации сооружений технического водоснабжения, хозяйственно-бытового водоснабжения			
	– рекультивация нарушенных земель после ликвидации сооружений технического водоснабжения ГОКа;	0,25	39,643	99107,5
	– рекультивация нарушенных земель после ликвидации сооружений хозяйственно-питьевого водоснабжения ГОКа	0,25	14,87	37175
	Итого	0,25	54,513	136282,5

Эффективным способом проведения биологического этапа рекультивации является метод агростепей, позволяющий за достаточно короткий срок (2-3 года) возродить многовидовую травянистую растительность [1].

Агростепь представляет собой искусственный травяной биогеоценоз, формируемый для целей рекультивации сильно нарушенной степной территории – эколого-ориентированный метод формирования травостоя посредством посева смеси семян травянистых растений. Агростепь обладает следующими признаками, сходными с настоящими степями:

- 1) состав преобладающих видов растений-доминантов;
- 2) вертикальное сложение травостоя (выделяют 2-3 яруса);
- 3) густота стояния - покрытие поверхности почвы надземными частями растений;
- 4) внешний колорит - аспективность травостоя в различные периоды жизненного цикла;
- 5) противоэрозионная значимость и стойкость к воздействию животных при пастбищном использовании [4].

Биологический этап рекультивации продолжается в среднем 4 года и охватывает следующие мероприятия: подбор ассортимента многолетних трав (таблица 3), подготовку почвы, посев трав и уход за ними.

*Таблица 3*

Перечень видов трав и нормы высева семян

Наименование видов трав	Нормы высева, кг/га	Всего на рекультивацию, кг
Мятлик луковичный, типчак, тысячелистник, житняк широколистный, овсяница валлийская, ковыль Лессинга, виды клевера, люцерна желтая, донник, чабрец Маршалла	25-30	27508,035

Качество рекультивационных мероприятий контролируется двумя параметрами: состояние естественной или засеянной растительности; содержание в почве остаточных загрязнений. Передача землепользователю восстановленных участков возможна не ранее, чем через один полный вегетационный сезон с момента проведения полного цикла рекультивационных работ. Этап рекультивации считается завершенным, если проективное покрытие почвы растительностью, не имеющей признаков повреждения, во второй половине вегетационного периода достигает 50 % и более – на сухих песчаных почвах и 70 % и более – на остальных почвах. Отсутствует визуальное наличие загрязнений на объекте.

Природоохранные мероприятия по защите почв и земельных ресурсов на этапе производства работ сводятся к:

- а) экологическим требованиям и ограничениям при производстве работ;

- б) защите почв от развития деградационных процессов;
- в) сбору и ликвидации отходов, мусора и бытовых отходов, образующихся в процессе рекультивации;
- г) организации производственно-экологического контроля.

Производственный экологический контроль в процессе производства работ организуется за:

- качеством планировочных работ;
- соответствием выполненных работ утвержденному проекту рекультивации;
- своевременной реализацией природоохранных мероприятий;
- полнотой выполнения экологических, агротехнических, санитарно-гигиенических, строительных требований природоохранного законодательства;
- наличием и оборудованием пунктов мониторинга за состоянием окружающей среды.

Таким образом, эффективность реализации системы рекультивационных мероприятий оценивается по:

- результатам визуального контроля в процессе реализации проекта;
- результатам инспекции органами государственного контроля за состоянием земельных ресурсов и охраны окружающей среды;
- результатам экологического мониторинга.

Эффективность рекультивации нарушенных земель достигается при четком выполнении всех вышеназванных мероприятий.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ефимова Н. Б. Эколого-экономическая эффективность проведения природоохранных мероприятий на промышленном предприятии / Н. Б. Ефимова // Оптимизация сельскохозяйственного землепользования и усиление экспортного потенциала АПК РФ на основе конвергентных технологий: материалы Международн. науч.-практич. конф. – 2020. – Т 4. - С. 161-167.
2. Ефимова Н.Б., Уланова И. А. Механизм финансирования охраны окружающей среды и направления его совершенствования: монография / Волгоград: ИПК ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ «Нива», 2016. – 104 с.
3. Зарипов Ю.В., Осипенко Р.А., Залесова Е.С. Опыт рекультивации различных видов нарушенных земель // Экобиотех. - №4. – 2020. – С. 621-626.
4. Уланова И.А. Вопросы о необходимости внедрения инновационных технологий в природопользовании // Стратегические ориентиры инновационного развития АПК в современных экономических условиях: материалы международной научно-практической конференции. – Т.4. - 2016. - С. 325-329.

*Ефимова Н. Б.*

Волгоградский государственный аграрный университет, г. Волгоград,  
Российская Федерация

## **РЕАЛИЗАЦИЯ КОМПЛЕКСНОГО ПОДХОДА ПРИ ФОРМИРОВАНИИ РЕГИОНАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА**

*Аннотация:* В статье рассмотрен алгоритм обеспечения качественных характеристик окружающей среды при реализации комплексного подхода и представлена схема реализации системы экологического мониторинга.

*Ключевые слова:* экологический мониторинг, охрана окружающей среды, качественные характеристики, алгоритм.

*Efimova N. B.*

Volgograd state agrarian University, Volgograd, Russian Federation

## **IMPLEMENTATION OF AN INTEGRATED APPROACH IN THE FORMATION OF A REGIONAL ENVIRONMENTAL MONITORING SYSTEM**

*Abstract.* The article considers the algorithm for ensuring the quality characteristics of the environment in the implementation of an integrated approach and presents a scheme for implementing an environmental monitoring system.

*Key words:* environmental monitoring, environmental protection, quality characteristics, algorithm.

Техногенный подход к экономическому развитию имеет ряд негативных последствий антропогенного воздействия на природную среду в виде серьёзных экологических проблем: исчезновение редких видов животных и растений; загрязнение атмосферы, водных и земельных ресурсов токсичными веществами; необратимая деградация природных экосистем и, как результат, ухудшение здоровья людей и качества их жизни. Развитию вышеперечисленных процессов способствует практически абсолютная индустриализация производства, увеличение количества автомобильного транспорта, нерациональное природопользование и халатное отношение людей к окружающей среде. Таким образом, система «рациональное природопользование → охрана окружающей среды → устойчивое развитие» является приоритетной целевой установкой на современном этапе развития общества. Неотъемлемой частью этой системы является формирование эффективного инструментария анализа и оценки состояния окружающей среды и в конечном итоге - обеспечение качественных характеристик окружающей среды [1].

Экологический мониторинг является территориальной системой наблюдения, анализа и прогнозирования изменений состояния и качественных

характеристик окружающей среды. Основные виды и принципы проведения экологического мониторинга представлены на рис. 1.

Основными задачами системы экологического мониторинга являются:

- контроль уровня загрязнения, анализа и прогнозирования состояния окружающей среды и ее основных компонентов (мониторинг атмосферного воздуха, почвенных и водных ресурсов по физическим, химическим и гидробиологическим показателям), а также оценка результативности реализуемых мероприятий;

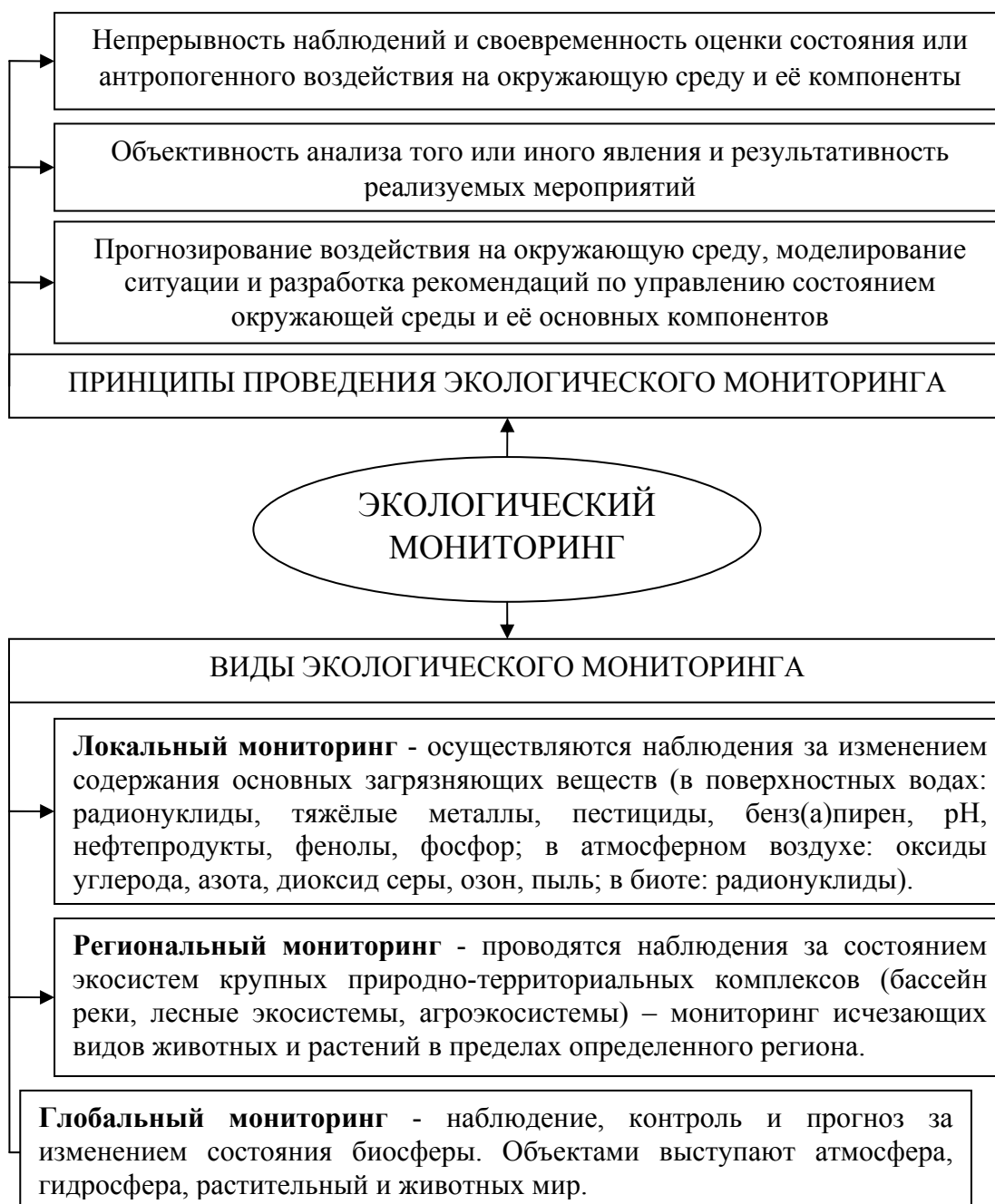


Рис. 1. Основные виды и принципы проведения экологического мониторинга



- обеспечение органов государственной власти и населения достоверной, систематической и оперативной информацией о состоянии и изменениях, происходящих в окружающей среде под влиянием антропогенной деятельности;
- обеспечение заинтересованных стейк-холдеров необходимой информацией и документами для определения мероприятий в области улучшения качественных характеристик окружающей среды, её компонентов и рационального природопользования, составления планов, стратегий и программ охраны окружающей среды [3].

Реализация экомониторинга осуществляется по следующим этапам (рис. 2).

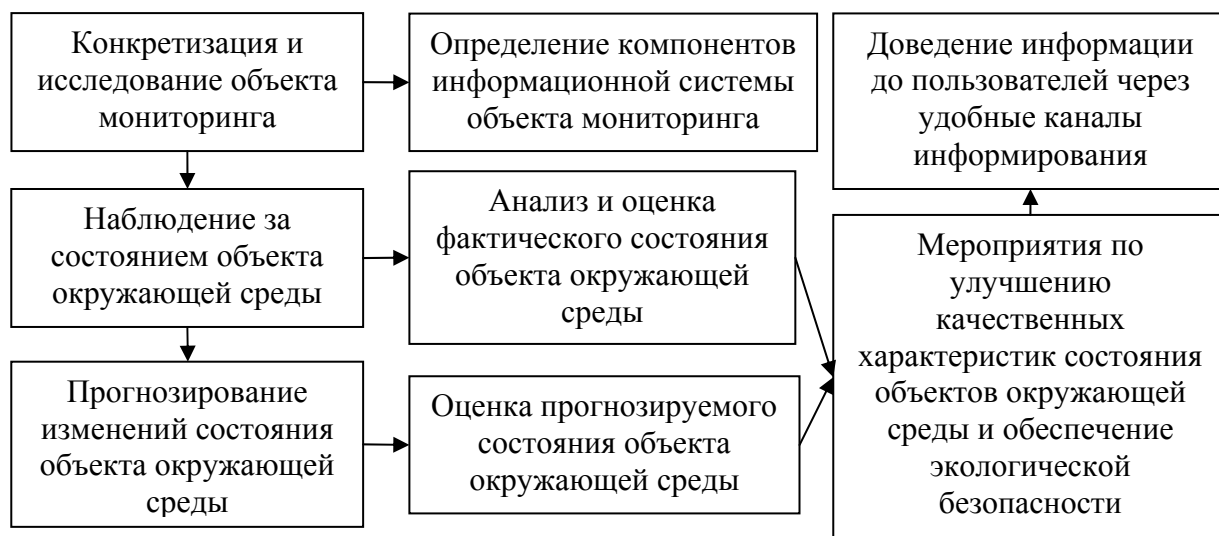
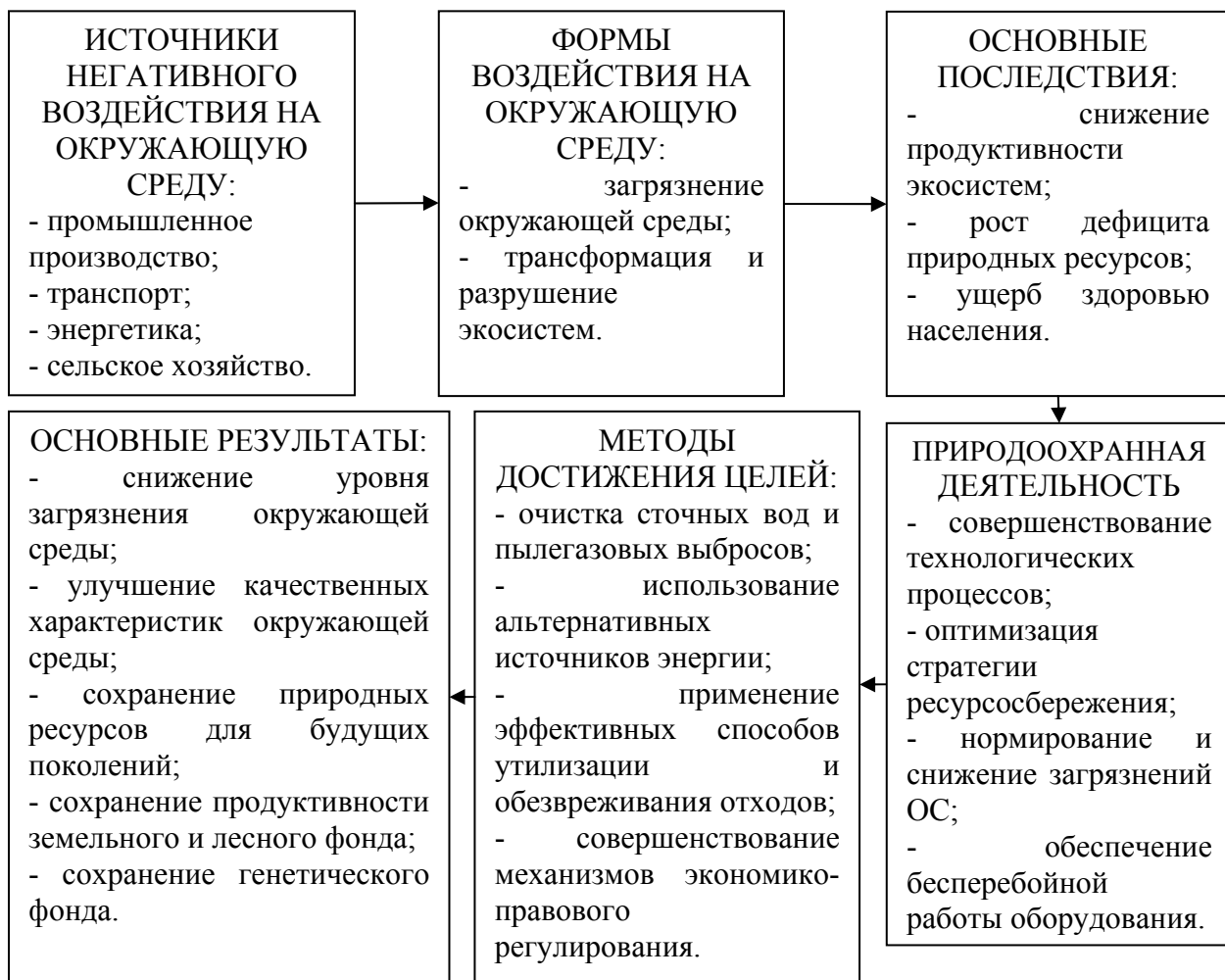


Рис. 2. Блок-схема реализации системы экологического мониторинга

Таким образом, мониторинг состояния окружающей среды можно охарактеризовать как информационно-аналитическую систему, включающую совокупность мероприятий по наблюдению, оценке и прогнозированию состояния и изменений окружающей среды, необходимых для формирования эффективной управленческой стратегии в области повышения уровня региональной экологической безопасности.

Алгоритм обеспечения качественных характеристик окружающей среды при реализации комплексного подхода представлен на рис. 3.

Сведения, полученные в результате проведения экологического мониторинга, являются основой для объективного анализа состояния окружающей среды и её компонентов, анализа и оценки принятия соответствующих управленческих решений по обеспечению качественного состояния окружающей среды [2].



*Рис. 3.* Алгоритм обеспечения качественных характеристик окружающей среды при реализации комплексного подхода

При проектировании системы экологического мониторинга в соответствии с представленным алгоритмом необходимо учитывать следующие требования: правильная постановка задач экологического мониторинга и конкретизация требований к информации, необходимой для его реализации; разработка принципов и механизмов получения информации системы мониторинга и их реализация; оценка достоверности полученной информации. Формирование эффективной системы экологического мониторинга базируется на системном подходе как совокупности последовательных, взаимосвязанных этапов передачи информации: от постановки задач до предоставления необходимых данных заинтересованным стейк-холдерам (рис. 4).

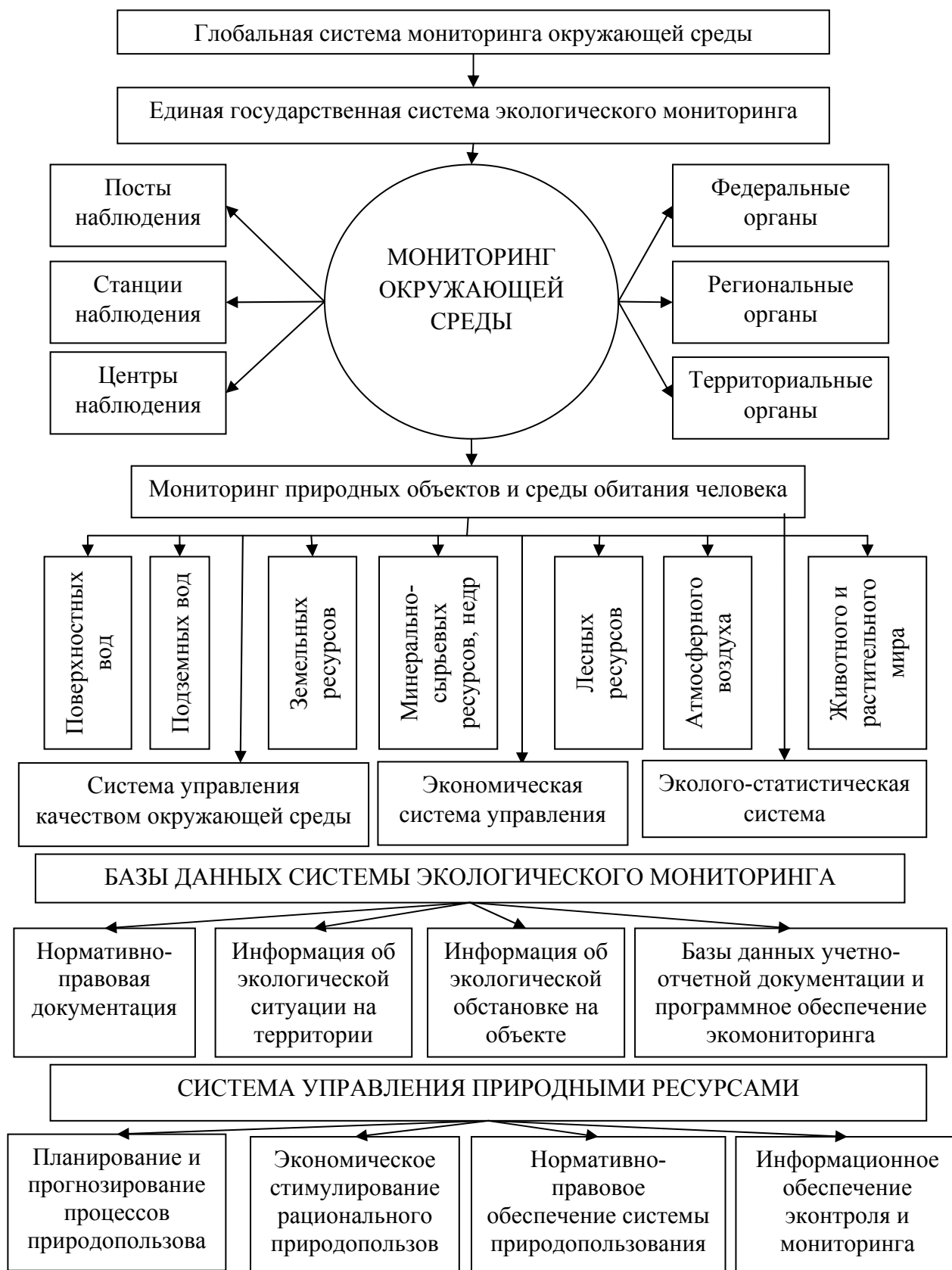


Рис. 4. Модель взаимодействия в рамках системы экологического мониторинга

Реализация проекта по формированию системы мониторинга окружающей среды обеспечит возможность эффективного выполнения задач по регулированию и контролю в области охраны окружающей среды на основе применяемых современных компьютерных и информационных технологий. Сформированная система позволит органам управления охраной окружающей среды осуществлять результативный экологический мониторинг и оперативно принимать управленческие решения на основе анализа накопленной информации, проводить эколого-ориентированную политику в области охраны окружающей среды, реализовывать контрольно-надзорные функции за деятельностью подконтрольных объектов, факторами окружающей среды [3]. Таким образом, будут решены основные задачи охраны окружающей среды, такие как:

- формирование системы нормирования с учётом реалий настоящего времени;
- разработка комплексного подхода к безопасному обращению с отходами и ликвидации накопленного ущерба окружающей среде;
- формирование системы особо охраняемых природных территорий, системы защиты редких видов растений, животных и грибов;
- реализация системы экологической безопасности территорий.

Следовательно, при реализации вышеперечисленных мероприятий возможно повышение эффективности работы системы экологического мониторинга всех компонентов окружающей среды.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ефимова, Н. Б. Механизм финансирования охраны окружающей среды и направления его совершенствования: монография [Текст] / Н. Б. Ефимова, И. А. Уланова. – Волгоград: ИПК ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ «Нива», 2016. – 104 с.
2. Корхова, П. А. Понятие, задачи и виды мониторинга земель / П. А. Корхова, Я. В. Алтанец [Текст] // MODERN SCIENCE. – 2020. - № 5. – С. 36-38.
3. Финогентова, А. В. Совершенствование системы государственного обеспечения качества окружающей среды [Текст] / А. В. Финогентова, Е. М. Ситникова // Сервис в России и за рубежом. – 2019. – № 2(84). – 83-94.

*Журавков В. В.*

Международный государственный экологический институт им. А. Д. Сахарова  
Белорусского государственного университета, Республика Беларусь, г. Минск

**КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ ПОДХОДЫ ПРИ РАЗРАБОТКЕ  
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКОГО РЕСУРСА «СИСТЕМА  
ОНЛАЙН-МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ КОМПОНЕНТОВ  
ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ Г. ОРШИ И ОРШАНСКОГО РАЙОНА**

*Аннотация.* В статье представлены концептуальные подходы по созданию информационного ресурса «Система онлайн-мониторинга состояния компонентов окружающей среды г. Орши и Оршанского района». Работа выполнялась в рамках Государственной программы «Охрана окружающей среды и устойчивое использование природных ресурсов» на 2016–2020 годы, утвержденной постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 17.03.2016 №205.

*Ключевые слова:* система онлайн-мониторинга, компоненты окружающей среды, ГИС-технологии, методы моделирования загрязнения окружающей среды.

*Zhuravkov V. V.*

International Sakharov Environmental Institute of Belarusian State University,  
Republic of Belarus, Minsk

**CONCEPTUAL APPROACHES IN THE DEVELOPMENT OF THE  
INFORMATION AND ANALYTICAL RESOURCE «ONLINE  
MONITORING SYSTEM OF THE STATE OF ENVIRONMENTAL  
COMPONENTS IN ORSHI AND ORSHAN REGION»**

*Annotation.* The article presents conceptual approaches to creating an information resource «System of online monitoring of the state of environmental components of the city Orsha and Orsha district». The work was carried out within the framework of the State Program «Environmental Protection and Sustainable Use of Natural Resources» for 2016–2020, approved by the Resolution of the Council of Ministers of the Republic of Belarus.

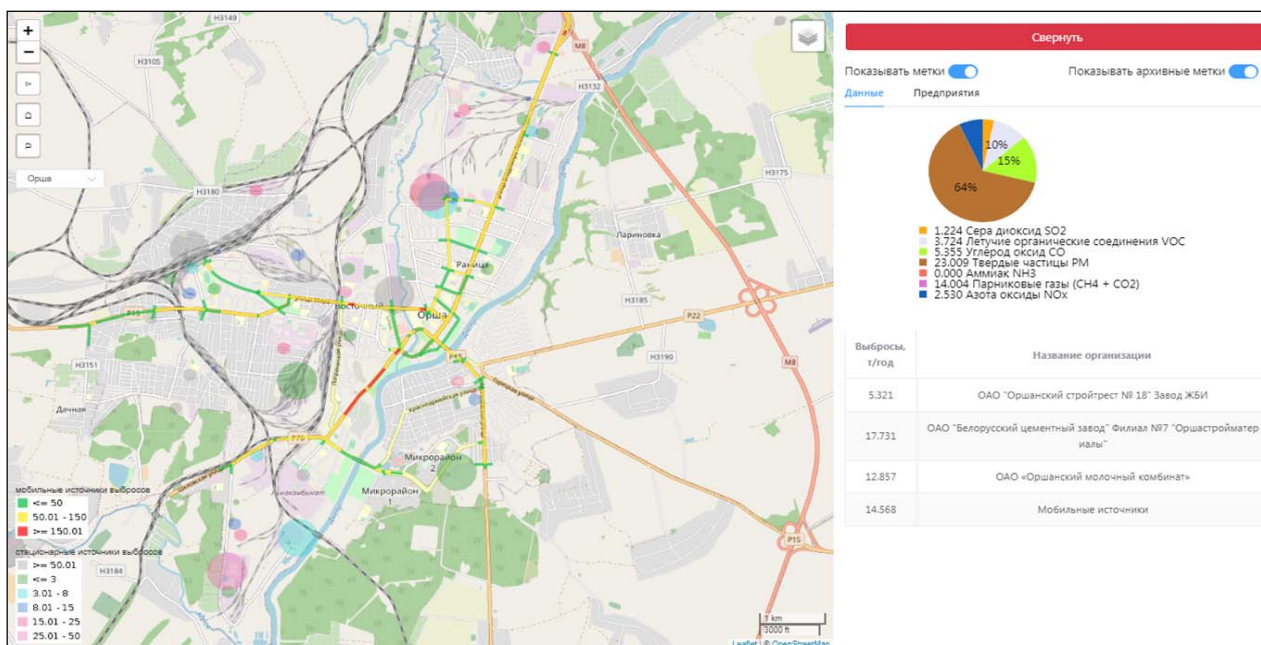
*Keywords:* online monitoring system, components of environment, GIS technologies, methods of environmental pollution modeling.

The strategic goal of the development of informatization in the Republic of Belarus for 2016–2022, approved at the meeting of the Presidium of the Council of Ministers dated 03.11.2015 No. 26, is to improve the conditions that promote the transformation of the spheres of human activity under the influence of information and communication technologies. In 2016–2022, one of the key tasks of this area is

the creation of a unified multi-level regional Web-based geoinformation system based on the principles of spatial crowdsourcing and the concept of public GIS [1-4].

As a result of the work, a Concept was also developed for the creation of an Information resource (hereinafter IR) based on modern information systems and technologies, best international practices and with the choice of optimal solutions for the gradual expansion of this IR for all environments and elements of environmental impact within the Orsha town and Orsha district (according to directions, including priority, considering water resources, land (soil), etc.). This IR implements the process of automated (with the participation of an operator in the online mode) monitoring of the state of environmental components based on the available (stored in the database) information with the possibility of its sequential accumulation to implement the possibility of various kinds of retrospective and chronological (statistical) observations and analysis.

IR «Online monitoring system of environmental components' state of Orsha town and Orsha district» is an open and license-free Web-based server software package based on GIS technologies and intended for storing and manipulating data, characterizing various components of the environment of the Orsha town of and the Orsha district of the Vitebsk region of the Republic of Belarus. IR is a software package in the form of a single single-page Web-application developed using a certain stack of technologies and platforms (frameworks), libraries and formats, which is located at <http://monitoring.iseu.by/>. Data entry and manipulation in the IR environment is carried out through a database using registration information (login and password). Screenshots are shown in Figures 1–4.



*Fig. 1. Information on emissions into the air and pollution of transport routes*



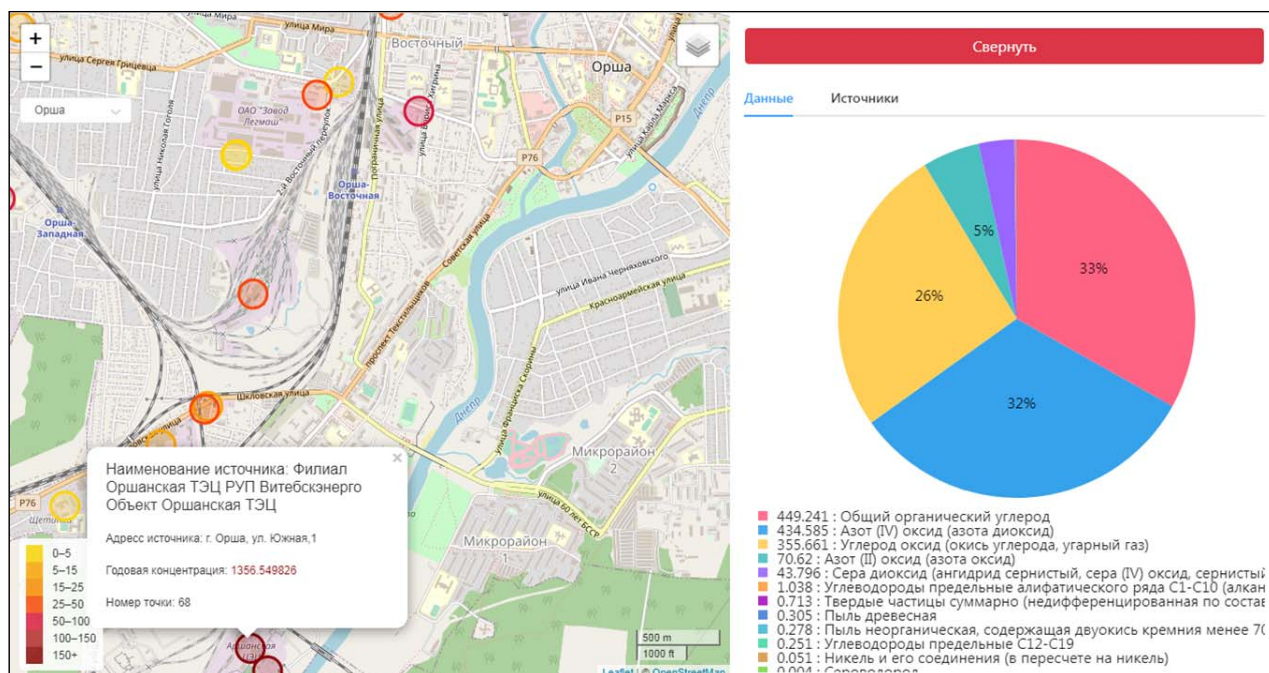


Fig. 2. Results of air monitoring

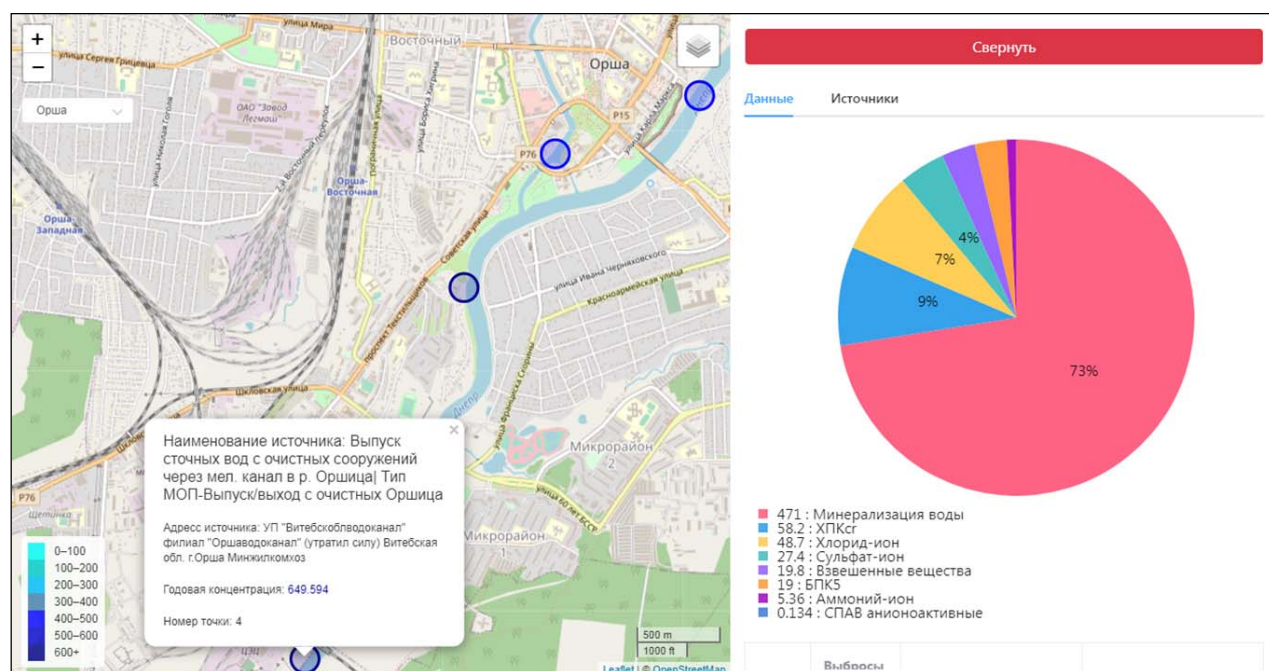
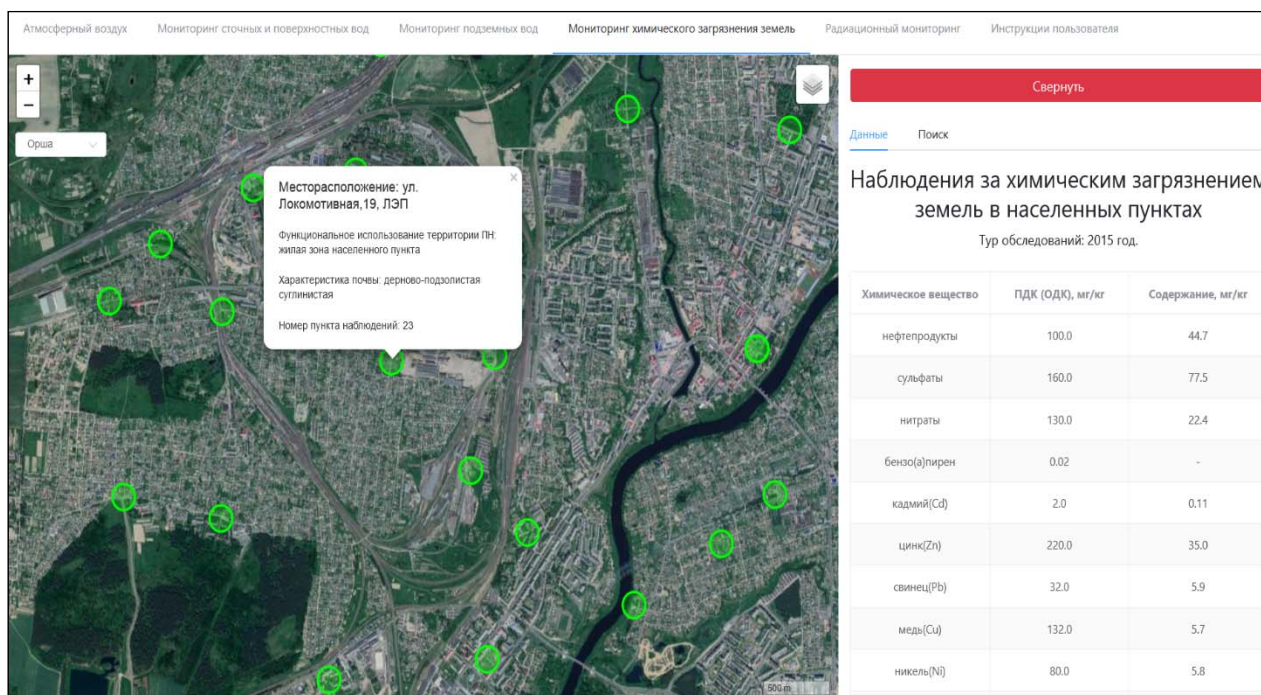


Fig. 3. Results of water monitoring



*Fig. 4. Results of soil monitoring using the Google Maps raster background*

Subsequently, the specified system can be improved in the direction of expanding its functionality to implement the possibility of automatic (without operator participation in real time) monitoring of the state of environmental components to clarify various characteristics and state of monitoring objects, which will require the design, implementation and adaptation (integration) of additional (specialized) hardware and software modules and related software.

## LITERATURE

1. Strategy for the development of informatization in the Republic of Belarus for 2016–2022 / Approved at a meeting of the Presidium of the Council of Ministers dated 03.11.2015 No. 26.
2. On approval of the State Program “Environmental Protection and Sustainable Use of Natural Resources” for 2016–2020: Resolution of the Council of Ministers of the Republic of Belarus, March 17, 2016, No. 205 // Etalon-Belarus [Electronic resource]. / Nat. center of legal inform. Rep. Belarus. – Minsk, 2016.
3. On approval of the State Program for the Development of the National Environmental Monitoring System in the Republic of Belarus for 2006–2010: Decree of the President of the Republic of Belarus, April 18, 2006, No. 251 // Etalon-Belarus [Electronic resource]. / Nat. center of legal inform. Rep. Belarus. – Minsk, 2016.
4. National environmental monitoring system of the Republic of Belarus: observation results, 2015 / Edited by M.A. Eresko [Electronic resource]. Electron. text, graph. data. (55.5 Mb), - Minsk, “BelRC “Ecology”. – 2016. – 1 electron. opt. disk (CD-ROM): color; 12 cm. – System requirements: Pentium II and higher; Windows XP.



*Иванова Л. В., Явно Д. А.*

Российский государственный университет туризма и сервиса, г. Москва,  
Российская Федерация

## **ПУТИ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ ПОВЫШЕННОЙ ЗАГРЯЗНЁННОСТИ ВОЗДУХА В МОСКВЕ**

*Аннотация:* В Москве существует большая проблема загрязнённости атмосферного воздуха. Этому способствует большое количество бензиновых автомобилей, а также старая и неразвитая система переработки и утилизации мусора и прочих отходов. Правительству необходимо обратить внимание на методы решения данной проблемы, разработанные и проверенные в странах Европы. С помощью созданных там способов решения есть возможность исправить экологическую обстановку Москвы, а именно снизить и минимизировать загрязнённость воздуха.

*Ключевые слова:* экологическая проблема, повышенная загрязнённость воздуха, переработка отходов.

*Ivanova L. V., Iavno D. A.*

Russian State University of Tourism and Service, Moscow, Russian Federation

## **WAYS TO SOLVE THE PROBLEM OF HIGH AIR POLLUTION IN MOSCOW**

*Abstract:* In Moscow, there is a big problem of air pollution. This is facilitated by a large number of gasoline cars, as well as an old and undeveloped system for recycling and disposing of garbage and other waste. The government should pay attention to the methods of solving this problem, developed and tested in European countries. With the help of the solutions created there, it is possible to correct the ecological situation in Moscow, namely, to reduce and minimize air pollution.

*Key words:* environmental problem, increased air pollution, waste recycling.

Москва - одна из мировых столиц. Самый большой и густонаселённый город Российской Федерации. Огромный город- огромный живущий организм, город, в котором 24 часа и 7 дней в неделю бурлит жизнь. В Москве проживает большое количество людей, все они работают, передвигаются по городу, ездят на машинах, общественном транспорте, прогуливаются по пешеходным зонам и паркам, едят в кафе и ресторанах, ходят в магазины, театры, кино, гуляют с друзьями, устраивают деловые встречи, занимаются своими хобби и увлечениями - в общем, делают всё, чтобы комфортно и продуктивно существовать в этом городе и мире.

Вся эта жизнедеятельность помимо пользы приносит и огромный вред жителям не только этого города, но и всей страны, всего земного шара.

Основной проблемой является огромный негативный эффект на экологическую обстановку: сотни, тысячи, миллионы тонн мусора, который производят люди ежедневно, выхлопные газы машин, отходы производств, находящихся в черте города – всё это не может не наносить вред экологии [4].

Перейдём к сухим цифрам:

по данным МосСтата на 1 января 2020 года в Москве на постоянной основе проживают 12678079 человек; так же ежегодно в столицу приезжают 2,5 миллиона иностранных граждан, 1,8 миллиона из которых неофициально остаются жить и работать в этом городе. Итого получается больше 14,4 миллиона человек.

так же по данным ЦОДД на конец 2020 года в Москве зарегистрировано около 8 миллионов автомобилей, 4 миллиона из которых ежедневно выезжают на дороги города.

Для удовлетворения потребностей в перемещении жителей столицы правительство каждый год строит всё новые и новые дороги, магистрали, эстакады, так за 2020 год в Москве было построено порядка 100 км новых дорог. Поскольку Москва является самым большим в России транспортным узлом, правительство делает на это большой акцент в развитии дорожной инфраструктуры, ведь ежедневно через Москву проходит порядка 12 тысяч тонн различного груза. Всё это ведёт к тому, что дорожная сеть Москвы становится слишком велика [3].

Столица занимает площадь в 2561 км<sup>2</sup>. По приблизительным расчётам дороги занимают 35 % от всей площади Москвы. А парки и зелёные насаждения всего 6,5%, имея площадь в 167 км<sup>2</sup>.

При этом ежегодно происходит уменьшение лесопарковых территорий в силу нехватки места для строительства новых, расширения и улучшения старых дорог.

Такое процентное соотношение приводит к тому, что воздух в Москве сильно загрязнён и не насыщен кислородом (не берём в расчёт, выдыхаемый человеком диоксид углерода) [7]. Из-за столь малого количества зелёных зон процесс фотосинтеза не происходит в нужном для города объёме. Этот факт и факт большого количества выхлопных газов и является одной из основных проблем экологического положения города Москвы [1].

Существует и другое явление, негативно влияющее на экологическое положение. Это проблема нахождения в черте города и городов-спутников промышленных предприятий, на которых с изрядной периодичностью происходит утечка и выброс в воздух загрязнённых газов.

На территории Москвы находится 16 ТЭЦ и 1 ГЭС, так же на территории столицы и городов-спутников находится 3 мусоросжигательных завода [8] - именно на них часто происходят выбросы газа, а также очистные сооружения и мусорные полигоны, мусоросортировочные заводы от которых так же идёт загрязнение воздуха.

Больше всего от заводов и свалок страдают районы Очаково, Алтуфьево-Бибирево-Лианозово, подмосковные Люберцы и Некрасовка (иногда

загрязняющие выбросы доходят до районов Выхино-Новогиреево-Измайлово), город-спутник Реутов, районы Бирюлёво-Царицино-Чертаново. Так, например, 26 мая 2016 года правительством Москвы было дано разрешение мусоросжигательному заводу МСЗ № 4 на выброс в атмосферный воздух до 530 тысяч тонн вредных (загрязняющих) веществ в год [5]. Данное разрешение действовало до 11 декабря 2020 года.

То есть за время действия этого разрешения мусоросжигательным заводом было выброшено в атмосферный воздух более 2 миллионов тонн загрязняющих, вредных веществ [2].

Эти проблемы требуют срочного вмешательства и решения. Нами предлагается следующий перечень действий для решения этой проблемы:

- ограничение количества автомобилей, въезжающих и передвигающихся по столице – это снизит количество ежедневно вырабатываемых выхлопных газов, снизит пропускную нагрузку с дорог общего пользования;

- как следствие из первого пункта, снизить площадь дорожного покрытия на территории Москвы;

- прекратить расширение (которое часто приводит к вырубке зелёных зон) основных магистралей;

- создать и ввести в действие программу по озеленению улиц города;

- создание дополнительных зелёных зон;

- вынос мусороперерабатывающих производств за черту городов, не ближе чем на 10 км;

- полная реконструкция мусороперерабатывающих производств и внедрение современных общемировых технологий по переработке [6];

- усиление контроля и законодательных ограничений по выбросу вредных веществ и утилизации отходов;

- усиленное внедрение новых технологий в общественный транспорт (отказ от бензиновых и дизельных двигателей и переход на электрическую тягу).

Теперь давайте посмотрим на то, как с подобной проблемой борются другие страны.

Для примера возьмём Королевство Нидерландов, а именно сами Нидерланды.

Несколько лет назад Правительство поручило объединению предприятий Нидерландов (Netherlands Enterprise Agency) начать работы по стимуляции развития электротранспорта в стране. Это было сделано для достижения таких целей, как уменьшение уровня шумовой нагрузки, снижение выбросов диоксида углерода, увеличение энергоэффективности и снижение уровня зависимости от ископаемых источников топлива.

Результатом данного распоряжения стала практически полная замена бензинового автопарка такси на электромобили. Так же благодаря определённым субсидиям населению стала происходить постепенная замена личного автотранспорта на электрокары. Этому способствовало снятие

налогообложения с таких машин и развитие за счёт правительства сети электрических зарядок для данных авто. Важным замечанием будет то, что парковка, как зарядка автомобиля бесплатна.

Эта тенденция получила своё развитие не только в личном, но и в коммерческом и общественном транспорте. Сейчас в столице Нидерландов Амстердаме не используются бензиновый общественный транспорт. А коммерческий встречается очень редко.

Так же снижению количества выхлопных газов способствовало развитие велосипедной инфраструктуры, велосипед есть практически у каждого жителя, и даже члены правительства добираются до своих рабочих мест, крутя педали.

Что касается переработки мусорных отходов: Нидерланды являются лидирующей в этой области страной. Весь мусор и прочие отходы перерабатываются, и лишь небольшое количество сжигается. На переработку и повторное использование идет 65% отходов. В случае с переработкой автомобилей и авиационной техники эта цифра находится на уровне 90% [9]. Так к примеру, старые велосипедные рамы используются для производства новых велосипедов, отходы продуктов питания перерабатываются в удобрения.

Так же в Нидерландах получила широкое распространение среди граждан и стала привычкой система раздельного сбора мусора. Эта система организовывается правительством, которые в свою очередь взимают за это с граждан налоги.

Существует разделение отходов по трём типам: «биоразлагаемые и прочие отходы» (сюда входят овощи, фрукты, яичная скорлупа, фольга, галогенные лампы и лампы накаливания, шерсть животных, кости, фильтры, коробки из-под молока или сока, подгузники, мешки для пылесоса), «бумага и картон» и «пластик, металл и упаковка» (пластиковые бутылки, чашки, банки, крышки, пластиковые пакеты и упаковочная пленка, консервные банки, алюминиевые лотки, контейнеры из-под соков, молочных продуктов).

Так же широко развита система автоматов, принимающих как пластиковые, так и стеклянные бутылки, за которые возвращается несколько центов. Созданы места сбора батареек, дисков, газовых баллонов. Так же многие магазины электроники принимают на утилизацию старую бытовую технику.

Примерно 80% этого мусора отправляется на мусороперерабатывающие предприятия, которые производят из него удобрения, биогаз для отопления зданий, углекислый газ для теплиц. Оставшиеся 20 процентов сжигаются для производства тепла и электроэнергии [10].

Подведём итог, проблема экологии, а в особенности загрязнённого воздуха, является болезненным вопросом для Москвы и ближайшего Подмосковья. Эта давняя и серьёзная проблема, которая несомненно требует наискорейшего вмешательства и начала разработки плана, и в последствии его реализации со стороны правительства и жителей. В противном случае есть риск ухудшения здоровья и повышения заболеваемости среди населения. Уже существуют проверенные временем методы борьбы с этой проблемой, которые

стоит заимствовать у других стран и применить в столице России для предотвращения ухудшения ситуации.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вильфанд Р.М., Кузнецова И.Н., Шалыгина И.Ю., Звягинцев А.М., Нахаев М.И., Захарова П.В., Лапченко В.А. Мониторинг и прогнозирование качества воздуха в Московском регионе// Междисциплинарный научный и прикладной журнал «Биосфера». 2014. Т.6. №4. С.339-350.
2. Доронкина, И. Г. Разработка технологических решений, повышающих эффективность комплексного управления твердыми бытовыми отходами / И. Г. Доронкина, О. Н. Борисова, Л. Я. Шубов // Сервис в России и за рубежом. – 2011. – № 8(27). – С. 108-120.
3. Егоров А.А., Гроздова О.И., Царева Ю.И. Исследование процесса рассеяния в атмосфере окиси углерода от автомобильного транспорта//Вестник РУДН. Серия. Экология и безопасность жизнедеятельности. 2003. №9. 37-44.
4. Локощенко М.А., Еланский Н.Ф., Трифанова А.В., Беликов И.Б., Скороход А.Н. О предельных уровнях загрязнения воздуха в Москве//Вестник Московского университета. Серия 5. География. 2016. №4. С.29-39.
5. Разрешение Правительства Москвы Департамента Природопользования и Охраны Окружающей Среды города Москвы №961414-2016 от 26.05.2016
6. Скобелев Д.О., Марьев В.А., Потапов Г.Г. Шубов Л.Я., Доронкина И.Г. Создание экотехнопарков – рациональный путь к развитию отрасли комплексной переработки отходов и использования вторичных ресурсов// Экология промышленного производства. 2018. №2 (102). С.7-21.
7. Чубарова Н.Е., Ларин И.К., Лезина Е.А. Экспериментальное и модельное исследование вариаций содержания диоксида азота в пограничном слое атмосферы в Москве// Вестник Московского университета. Серия 5. География. 2010. №2. С.11-18.
8. Шубов, Л. Я. Ситуация с отходами в Московском регионе: планы и реалии (продолжение) / Л. Я. Шубов, О. Н. Борисова, И. Г. Доронкина // Твердые бытовые отходы. – 2010. – № 2(44). – С. 27-35.
9. Шубов, Л. Я. Стратегия оптимизации комплексного управления твердыми бытовыми отходами в Российской Федерации / Л. Я. Шубов, О. Н. Борисова, И. Г. Доронкина // Экология промышленного производства. – 2017. – № 4(100). – С. 16-25.
10. Шубов, Л. Я. Оптимизация системы комплексного управления ТБО в Российской Федерации (обосновывающие материалы и стратегия) / Л. Я. Шубов, О. Н. Борисова, И. Г. Доронкина // Научные и технические аспекты охраны окружающей среды. – 2018. – № 1. – С. 2.

*Иванюкович В. А., Кот Е. В., Акантинова А. А.*

Международный государственный экологический институт им. А.Д. Сахарова  
Белорусского государственного университета, г. Минск, Республика Беларусь

## **МОБИЛЬНОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ УЧЕТА БЕЗОПАСНОГО ХРАНЕНИЯ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ХИМИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ НА ПРЕДПРИЯТИИ**

*Аннотация:* Описана структура и функциональные возможности мобильного приложения, предназначенного для учета и заказа химических веществ, используемых на предприятии. Приложение позволяет в режиме реального времени использовать базу данных созданную для этих целей на специализированном сайте.

*Ключевые слова:* учет химических веществ, безопасность, защита окружающей среды, свойства химических веществ, режим реального времени, химическое предприятие, мобильное приложение, технологии программирования, сайт.

*Ivaniukovich M. A., Kom E. B., Akantinova A. A.*

International A. Sakharov Environmental Institute at the Belarussian State University,  
Minsk, Republik of Belarus

## **MOBILE SOFTWARE FOR SAFE STORAGE AND USE OF CHEMICAL MATERIALS**

*Abstract:* The structure and functionality of a mobile application designed for accounting and ordering of chemicals used in an enterprise are described. The application allows to use on-line the database created on a specialized site.

*Keywords:* accounting of chemicals, safety, environmental protection, properties of chemicals, on-line, chemical enterprise, mobile application, programming technologies, website.

В развитых странах химическая промышленность составляет значительную часть внутреннего валового продукта, создавая при этом потенциальную опасность для окружающей среды и здоровья населения. Большие объемы использования химического сырья и выходной химической продукции вынуждают разрабатывать новые технологии их учета и защиты. Сегодня для этого применяются различные информационные технологии специального или общего назначения, такие как интегрированные системы управления производством на платформе 1С, электронные таблицы и т.п. Как правило, они не позволяют организовать ведение учета химических веществ непосредственно в ходе технологического процесса. Возможный путь оптимизации учета – использование в режиме реального времени мобильных

технологий для обмена данными участников технологического процесса со стационарными программными платформами и хранилищами данных.

В настоящее время специалисты многих химических компаний, университетов и исследовательских центров имеют возможность использовать специализированный web-сайт для учета химических веществ, созданный по заказу NASA и Гонконгского политехнического университета. Сайт предоставляет пользователям специальную платформу, которая может быть адаптирована под потребности и структуру промышленных предприятий, научно-исследовательских центров, университетских лабораторий и иных организаций, для которых актуален учет химических веществ.

Пользователи данного сайта неоднократно сообщали о том, что процесс учета достаточно проблематичен, так как многие компании, использующие данный web-сайт, имеют крупные склады и большие производственные мощности, часто рассредоточенные по большим территориям. У работников, отвечающих за складские запасы и следящих за использованием ресурсов, нет возможности вносить и изменять данные в режиме on-line. Это приводит к замедлению процесса учета, что влечет за собой удорожание продукции и создает множество проблем, связанных с неактуальностью данных, в том числе и влияющих на экологическую безопасность химических объектов. Для решения этой проблемы предлагается кроссплатформенное мобильное приложение, которое поможет решить данную проблему. Основные требования к разрабатываемому приложению следующие:

- поддержка наиболее популярных мобильных операционных систем iOS, Android и Windows Phone;
- аутентификация пользователя в системе;
- возможность редактирования данных;
- возможность добавления данных;
- доступ к необходимой информации о веществе (место хранения, количество, свойства и т.п.).

Создание кроссплатформенного приложения обусловлено необходимостью поддержки нескольких операционных систем. Реализация таких приложений связана с решением ряда проблем. Принципиальные различия в подходах построения графического интерфейса делают необходимым подстраивать приложение под требования к интерфейсу платформы. Различия в API в программных интерфейсах и реализациях функционалов также создают проблемы с интеграции.

Характерной особенностью кроссплатформенной разработки является создание единой логики приложения с корректно отображающимся интерфейсом и функционированием на разных платформах.

Основная часть программного продукта создана на языке C# в среде разработки Visual Studio. Для реализации требований кроссплатформенности мобильного приложения использован фреймворк Xamarin.Forms. Xamarin основан на Mono, open-source реализации платформы .NET. Фреймворк позволяет создавать приложения с помощью инструментов корпоративного

уровня, что позволяет проводить оптимизацию производительности приложения, а также исследование их в среде выполнения для быстрого поиска ошибок. Тестирование разработки проводится на реальных устройствах в тестовом облаке Xamarin. Система включает в себя собственный компилятор C#, среду выполнения, а также основные .NET-библиотеки. Благодаря этому достигается запуск программ, написанных на языке C#, в операционных системах, отличных от Windows, в том числе и в мобильных Android, iOS и Windows Phone, обеспечивая при этом корректность логики программы и визуализации интерфейсов. Использование фреймворка Xamarin.Forms дает ряд преимуществ. В процессе разработки создается единый код для всех платформ. Xamarin предоставляет прямой доступ к собственным API каждой платформы. При создании приложений может быть использована платформа .NET и язык программирования C#. Xamarin Forms поддерживает все упомянутые мобильные платформы. В фреймворке визуальный интерфейс состоит из страниц, которые занимают все пространство экрана, что очень удобно для разработчиков.

Пользовательские интерфейсы Xamarin.Forms отображаются с использованием собственных элементов управления целевой платформы, что позволяет приложениям Xamarin.Forms сохранять соответствующий внешний вид для каждой платформы. Пользовательские средства визуализации предоставляют разработчикам возможность настроить внешний вид интерфейсов и поведение элементов управления Xamarin.Forms на каждую платформу, соответствуя кодам самой платформы.

Для создания интерфейсов приложения используется язык разметки XAML, основанный на расширенном языке форматирования xml, который позволяет создавать объекты декларативно. Созданные в XAML объекты по своей природе совместимы с web-технологиями.

Общая архитектура приложения спроектирована с использованием шаблона MVVM (Model-View-ViewModel). Основное преимущество данного подхода – разграничение логики приложения и логики визуальной части. Каждый модуль отвечает только за свою конкретную функцию. Благодаря такому разграничению код становится более гибким и простым в поддержке. Шаблон MVVM состоит из трех компонентов: модели (Model), модели представления (ViewModel) и представления (View). Модель хранит данные и не связана с бизнес-логикой приложения. Приложение содержит отформатированные данные, соответствующие модели, и обеспечивает доступ к виджетам, отображающим информацию на экране. ViewModel обеспечивает связь модели с представлением, организуя логику поведения представления в соответствии с работой модели.

Важной задачей при разработке подобных приложений является ограничение доступа к использованию программного продукта. В предлагаемом приложении каждый пользователь имеет свой собственный логин и пароль. Аутентификация проводится через отправку запроса на сервер. Для взаимодействия приложения с сайтом (сервером) используется библиотека .NET



Refit, которая позволяет применять протокол REST и формат Json для создания простого интерфейса с понятным набором входных и выходных параметров. В запросе отправляется e-mail, password, а также булевский флаг returnSecureToken, который будет указывать, необходимо ли серверу вернуть токен (электронный ключ для доступа к чему-либо). Токен будет необходим в дальнейшем для получения данных с сервера. Модуль аутентификации содержит три поля для ввода (User Name, Account и Password) и кнопку Login, касание к которой будет запускать процесс аутентификации.

Непосредственно реализация логики данной страницы представлена в классе LoginPageModel. Основным в данном классе является метод CheckLogin, который, в свою очередь, вызывает метод LoginAsync.

В этом методе происходит проверка корректности введенных данных и контроль состояния сети (есть ли интернет-соединение). В случае отрицательного результата проверки выводится информация об ошибке. Если все условия выполнены, вызывается метод LoginAsync и при успешном его завершении происходит переход на основную страницу.

Метод LoginAsync, используя сервис WebClientService, отправляет запрос на сервер. Если ответ получен, происходит сохранение токена, в противном случае отображается ошибка.

Здесь же реализована логика, позволяющая запоминать состояние пользователя (авторизован ли он), для того, чтобы в следующий раз при запуске приложения не нужно было снова вводить персональные данные.

Чтобы узнать, где именно находится конкретное вещество, при помощи страницы-проводника организуется поиск папок. Папки создаются в соответствии с требованиями пользователей и могут соответствовать, например, организационной структуре предприятия. В приложении отображена текущая иерархия папок с их содержимым. Благодаря набору папок обеспечивается быстрый поиск материалов на складе.

Визуальное представление страницы-проводника реализовано в классе SearchBrowsePageModel.xaml.cs. Данные подгружаются через GET запрос, с помощью интерфейсов IFoldersApi для получения папок и IMaterialsApi для получения сведений о материалах (химических веществах). Получение данных происходит в момент инициализации данной страницы – в методе InitAsync.

В методе InitAsync происходит отправка запроса для получения папок и запроса для получения сведений о материалах (химических веществах). Модель ответа FoldersResponse имеет поля Name, Id, ParentId.

После получения данных происходит выборка папок первого поколения (начальное состояние страницы-проводника) с помощью запросов LINQ (Language-Integrated Query). В качестве источника данных могут выступать объекты различных типов, но независимо от типа источника LINQ работает одинаково. На этой же странице организован поиск веществ с предоставлением всей интересующей пользователя информации с использованием фильтров, сортировки по нескольким критериям, статуса (всего 3 статуса: active – в данный момент вещество используется, located – имеется на складе, pending –

ожидание поступления на склад). При изменении значения поля “Status” автоматически происходит выборка материалов, статус которых соответствует выбранному, и обновление их свойств.

Со страницы материалов есть возможность перейти к редактированию конкретного химического вещества и внести необходимые данные.

Для отображения месторасположения конкретного химического вещества на складе или в структурном подразделении предприятия подключаются карты Google Map. Создание этого блока связано с тем, что часто различные подразделения предприятия территориально разделены.

Взаимодействие созданного прототипа мобильного приложения с сайтом учета химических веществ, используемых на производстве, обеспечивает реализацию основных требований к программному продукту, в том числе ограничение доступа к хранящимся данным, создание пользователями удобной файловой системы для быстрого доступа к необходимым данным, подключение карт Google Map для отображения местоположения конкретного химического вещества, редактирование и сортировку данных.

Организация оперативного управления хранением и использованием химических веществ является необходимым элементом обеспечения безопасности производства и нераспространения опасных материалов.

*Игнатенко Т. В., Строкин Д. М.*

Сибирский федеральный университет, г. Красноярск, Российская Федерация

## **МОНИТОРИНГ РАСТЕНИЯМИ-ИНДИКАТОРАМИ ЗАГРЯЗНЕНИЙ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ПРОМЫШЛЕННЫМИ ПРЕДПРИЯТИЯМИ**

*Аннотация.* В работе рассматривалась динамика всхожести растений-индикаторов в почве из-под древесных растений (тополя, березы, яблони, ели) произрастающих вблизи 6 (шести) промышленных предприятий г. Красноярска. Выявлено, что тополь наиболее эффективно реагирует на загрязнения. Предлагается ярусная посадка деревьев вблизи промышленных предприятий с учетом эффективности их поглотительной способности вредных веществ.

*Ключевые слова:* Промышленные предприятия, растения-индикаторы, древесные растения, вредные вещества, загрязнения, динамика всхожести.

## **MONITORING BY PLANTS-INDICATORS OF ENVIRONMENTAL POLLUTION BY INDUSTRIAL ENTERPRISES**

*Annotation.* The paper considers the dynamics of germination of indicator plants in the soil from under woody plants (poplar, birch, apple, spruce) growing near 6 (six) industrial enterprises in Krasnoyarsk. It was revealed that poplar reacts most effectively to pollution. The long-line planting of trees near industrial enterprises is proposed, taking into account the efficiency of their absorption capacity of harmful substances.

*Key words:* Industrial enterprises, indicator plants, woody plants, harmful substances, pollution, germination dynamics.

Нестабильная экологическая обстановка в промышленно развитых городах объясняется комплексом различных факторов, наиболее значимыми из которых являются промышленные предприятия - источники опасных загрязнений, наносящие существенный вред всему живому. Несомненно, что важное значение имеет модернизация предприятий, позволяющая уменьшить или ликвидировать выбросы опасные для живой среды. Если попадание вредных веществ в окружающую среду все-таки сохраняется, то важно умело нейтрализовать их, например, с помощью растений. Известно, что растения обладают способностью поглощать вредные вещества.

Целью настоящей работы было определение того, какие из древесных растений наиболее эффективны в выполнении этой функции в зависимости от вида предприятия рядом, с которыми они произрастают.

Для достижения цели использовали метод биоиндикации. Это метод обнаружения и оценки воздействия абиотических и биотических факторов на живые организмы при помощи биологических систем. Благодаря методам биоиндикации можно судить об осуществлении ответной реакции наиболее чувствительных к отдельным агентам видов растений или по накоплению вредных веществ в теле растений.

В настоящей работе рассматривали динамику роста травянистых тест-растений на почвах из-под древесных растений произрастающих в различных по чистоте и загрязненности экологических зонах. Тем самым определяли сравнительную реакцию деревьев на загрязнения почв, расположенных вблизи различных предприятий.

В работе рассматриваются разные виды почвенного покрова в зависимости от района с различными предприятиями и в экологически чистой зоне. Вред окружающей среде наносят не только крупные, но и мелкие производства.

Для достижения цели была изучена реакция на загрязнения почв из-под четырех видов древесных растений: тополя (*Populus*), березы повислой

(*Betula pendula*) и яблони (*Mālus*), а также из-под ели. Отбор проб почвы проводился на 7 участках согласно требованиям ГОСТ 17.4.4.02-84 [3]: Красноярский алюминиевый завод Русал, Красноярская ТЭЦ-1, Красноярская ТЭЦ-2, Красноярская ТЭЦ-3, Красноярский завод синтетического каучука (СК), Красноярский котельный завод, Ранеточный сад. Первые 6 (шесть) относятся к площадям с различной степенью загрязнения от предприятий. Ранеточный сад, расположенный в Академгородке – имеет условно чистые площади.

При контроле загрязнения почв предприятиями промышленности пробные площадки намечают вдоль векторов "розы ветров". На карты или планы наносят расположение источника загрязнения, пробных площадок и мест отбора точечных проб. Для контроля санитарного состояния почвы в зоне влияния промышленного источника загрязнения пробные площадки закладывают на площади, равной 3-кратной величине санитарно-защитной зоны [4].

При отборе проб руководствовались требованиями ГОСТ 17.4.4.02-84 «Отбор проб проводят для контроля загрязнения почв и оценки качественного состояния почв естественного и нарушенного сложения» [3]. Для анализа объединенную пробу составляли не менее чем из трехточечных проб, взятых с одной пробной площадки. Масса объединенной пробы должна быть не менее 1 кг. Почва готовилась по всем требованиям, предъявляемым к ней, насыпалась по 100 г в емкости одинаковые по форме и размеру, увлажнялась. В почву высевали семена кресс-салата, которые выполняли роль тест-объектов, помещали их в условия с температурой  $24^{\circ}\pm 2^{\circ}$  и ежедневно следили за всхожестью семян и динамикой их роста. Все образцы находились в одинаковых условиях. В течение 10 дней результаты записывались в таблицу. Динамика роста растений по высоте их прироста представлена на рис. (рис.1, 2, 3, 4, 5, 6).

Результаты данного исследования показали, что почва рядом со всеми обследованными предприятиями отрицательно влияет на динамику роста тест-объектов (рис.1, 2, 3, 4, 5, 6).

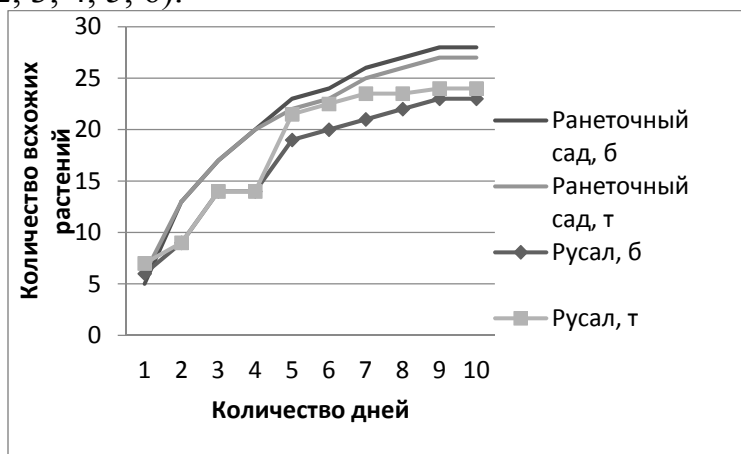


Рис. 1. Динамика роста кресс-салата в почве из-под березы и тополя Русала и Ранеточного сада

Вблизи Русал наиболее активный рост кресс-салата наблюдается в почве из-под тополя, менее активный из-под березы. В последние дни наблюдений разница между экспериментальными образцами сглаживается, но остается существенной.

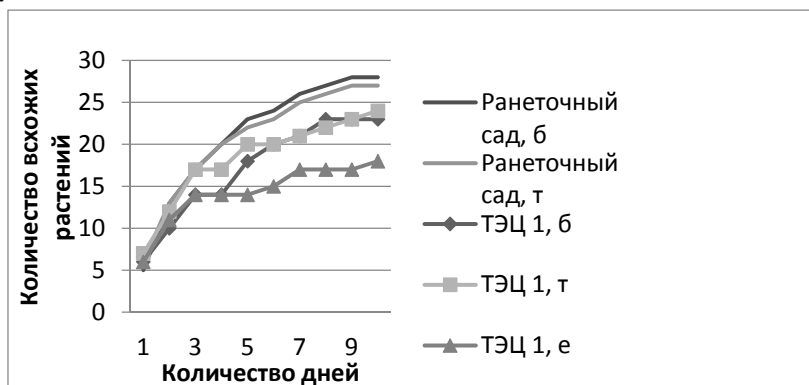


Рис. 2. Динамика роста кресс-салата в почве из-под березы и тополя ТЭЦ 1 и Ранеточного сада

Вблизи ТЭЦ-1 динамика роста кресс-салата в почве из-под тополя и березы, более активна, чем из-под ели. Между экспериментальными образцами нет существенного различия. Рост кресс-салата в почве из-под ели существенно отстает в скорости роста. Это означает, что вблизи ТЭЦ-1 наиболее активно поглощают вредные вещества тополь и береза. Значительно отстает от них ель.

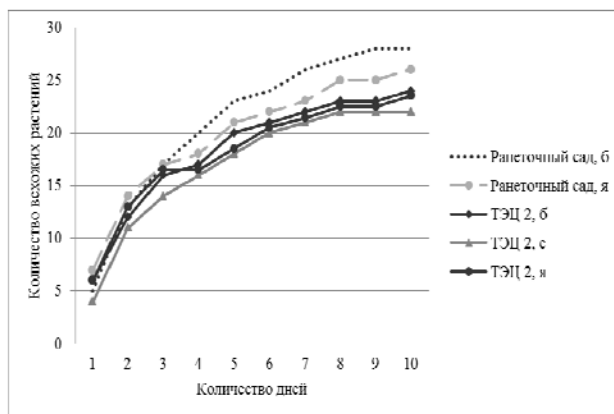


Рис. 3. Динамика роста кресс-салата в почве из-под яблони, ели и березы ТЭЦ-2 и Ранеточного сада

Вблизи ТЭЦ-2 наименьшая разница в скорости роста кресс-салата наблюдается между тем, который произрастает в почве из-под яблони экспериментального образца и чистой зоны. Из эксперимента следует, что яблоня наиболее активна в плане оздоровления среды вблизи ТЭЦ-2. Далее следует береза, а затем ель.

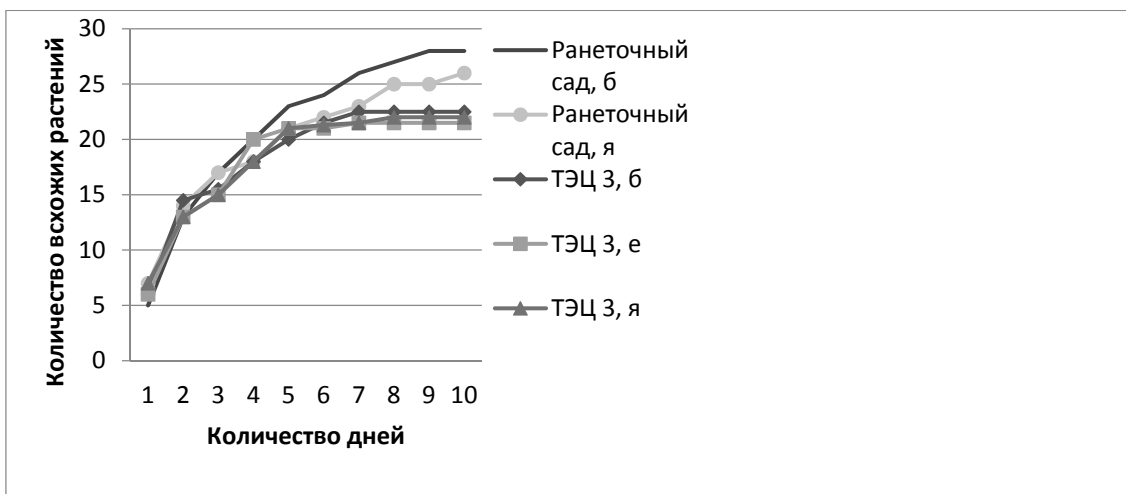


Рис. 4. Динамика роста кресс-салата в почве из-под березы, ели и яблони ТЭЦ-3 и Ранеточного сада

Вблизи ТЭЦ-3, также как вблизи ТЭЦ-2, яблоня наиболее активна в плане оздоровления среды. Далее следует береза, а затем ель.

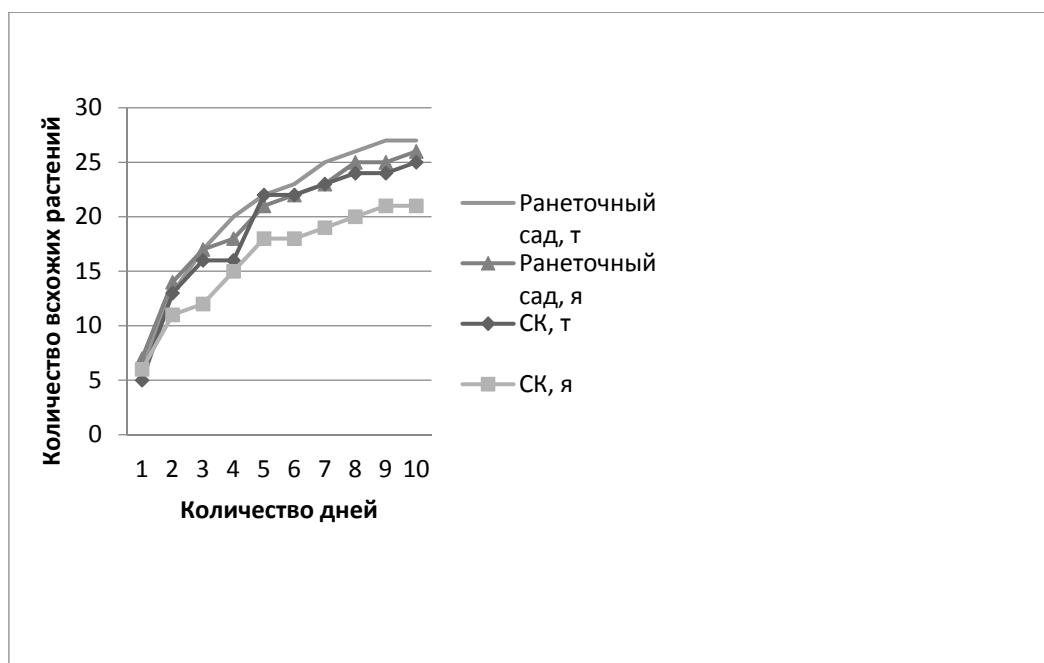


Рис. 5. Динамика роста кресс-салата в почве из-под тополя и яблони завода СК и Ранеточного сада

Вблизи завода СК наиболее эффективно проявляет себя тополь. Кресс-салат произрастающий в почве из-под яблони отстает в скорости роста.

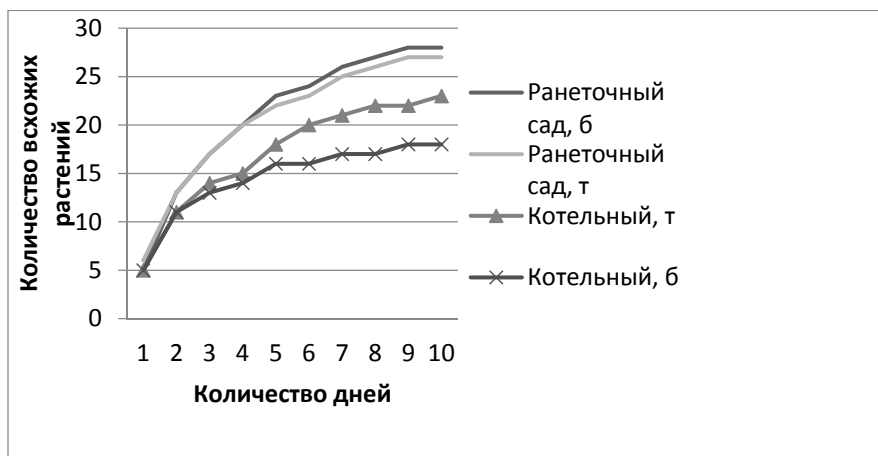


Рис. 6. Динамика роста кресс-салата в почве из-под березы, тополя котельного завода и Ранеточного сада

Вблизи котельного завода наиболее активный рост кресса-салата наблюдается в почве из-под тополя, наименее активный в почве из-под березы.

Результаты эксперимента свидетельствуют о том, что вблизи всех предприятий, где был посажен тополь, он наиболее эффективно сорбировал вредные вещества из почвы и его в первую очередь можно рекомендовать для посадок с целью оздоровления окружающей среды. Береза и яблоня находятся на втором месте по выполнению этой функции и зависят от вида предприятия, рядом с которым они произрастают.

Предложена принципиальная схема посадок зеленых насаждений вблизи промышленных предприятий. Наибольший эффект может представлять ярусная посадка деревьев в пределах санитарно-защитной зоны. Первый ярус – тополь, далее в зависимости от вида предприятия второй ярус – береза, третий – яблоня или второй ярус – яблоня, третий – береза, четвертый – ель.

Таким образом, эффективным средством регенерации загрязненного воздуха и экономически-выгодным вложением в промышленных районах города являются правильно и грамотно расположенные древесные растения, которые делают экологию города более благоприятной.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 17.4.2.01-81 «Охрана природы. Почвы. Номенклатура санитарного состояния».
2. ГОСТ 17.42.02-83 «Охрана природы. Почвы. Классификация химических веществ для контроля загрязнения».
3. ГОСТ 17.4.4.02-84 «Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа».
4. Биологический контроль окружающей среды: биоиндикация и биотестирование: учеб.пособие для студ. высш. учеб. заведений / О. П. Мелехова, Е. И. Егорова, Т. И. Евсеева и др.; под ред. О. П. Мелеховой и Е. И. Егоровой. - М.: Издательский центр «Академия», 2007. 288 с.

Ильбулова Г. Р.<sup>1,2</sup>, Суюндукова Я. Т.<sup>1,2</sup>, Хасанова Р. Ф.<sup>1,2</sup>, Семенова И. Н.<sup>1,2</sup>,  
Суюндукова М. Б.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Институт стратегических исследований Республики Башкортостан, Сибайский филиал, г.Сибай, Российская Федерация

<sup>2</sup>Сибайский институт (филиал) Башкирского государственного университета, г. Сибай, Российская Федерация

## **ОСОБЕННОСТИ НАКОПЛЕНИЯ МЕДИ, ЦИНКА И ЖЕЛЕЗА В ПОЧВАХ И РАСТЕНИЯХ В УСЛОВИЯХ ГОРОДА БЕЛОРЕЦК**

*Аннотация.* Изучено содержание тяжелых металлов в почвах и в надземных и подземных органах *Taraxacum officinale* Wigg., произрастающих на территории г.Белорецка Республики Башкортостан. В почвах и в одуванчике лекарственном выявлен пониженный уровень меди и повышенный - цинка и железа. Исследуемые тяжелые металлы в растениях накапливаются по акропетальному типу.

*Ключевые слова:* тяжелые металлы, *Taraxacum officinale* Wigg., г.Белорецк.

*Ilbulova G. R.<sup>1,2</sup>, Suyundukov Ya. T.<sup>1,2</sup>, Khasanova R. F.<sup>1,2</sup>, Semenova I. N.<sup>1,2</sup>,  
Suyundukova M. B.<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>Institute for Strategic Studies of the Republic of Bashkortostan, Sibay branch, Sibay, Russian Federation

<sup>2</sup>Sibai Institute (branch) of Bashkir State University, Sibai, Russian Federation

## **FEATURES OF ACCUMULATION OF COPPER, ZINC AND IRON IN SOILS AND PLANTS IN THE CONDITIONS OF THE CITY OF BELORETSK**

*Abstract.* The content of heavy metals in soils and in aboveground and underground organs of *Taraxacum officinale* Wigg., growing on the territory of Beloretsk, Republic of Bashkortostan, was studied. In the soils and in the dandelion officinalis, a reduced level of copper and an increased level of zinc and iron were detected. The studied heavy metals in plants accumulate according to the acropetal type.

*Key words:* heavy metals, *Taraxacum officinale* Wigg., Beloretsk.

В настоящее время атмосфера большинства городов интенсивно насыщается газообразными и пылевидными отходами транспортных средств и промышленных предприятий [1]. В результате ухудшаются условия существования сопредельных компонентов окружающей среды и создается угроза для здоровья населения [3]. В связи с этим возникает необходимость в мониторинге и оценке уровня антропогенных воздействий для учета комплексного характера загрязнения и диагностики ранних нарушений в наиболее чувствительных компонентах биотических сообществ [4].



Растения считаются наиболее надежными индикаторами для оценки загрязнения природной среды различными токсическими веществами. Это связано с тем, что в результате стрессового воздействия они не могут покинуть место загрязнения и вынуждены адаптироваться к условиям с помощью физиолого-биохимических и анатомо-морфологических перестроек организма. Фиксация и оценка этих изменений дают достоверную картину условий места произрастания растений и отражают состояние городской среды [8]. В настоящее время одуванчик лекарственный (*Taraxacum officinale* Wigg.) используется в качестве объекта биоиндикации загрязненных и урбанизированных территорий [6, 10].

Цель работы: изучение содержания тяжелых металлов (ТМ) в почвах и в надземных и подземных органах *Taraxacum officinale* Wigg. на территории г.Белорецка Республики Башкортостан.

Исследования проводились в 2020 году. Почвенные и растительные образцы для анализа были отобраны на территории г.Белорецка согласно общепринятой методике [7] на следующих пробных площадках (микрорайонах) (рис.1): 1 – Косогорный; 2 – Первомайский; 3 – Центральный; 4 – Выселки; 5 – Лука; 6 – Укшук; 7 – Заречный; 8 – Октябрьский; 9 – Мраткино; 10 – Замата-1; 11 – Замата -2. Содержание ТМ (Cu, Zn, Fe) определяли атомно-абсорбционным методом на аппарате Contr AA 300, подвижные формы извлекали ацетатно-аммонийным буфером с pH 4,8 (ААБ).

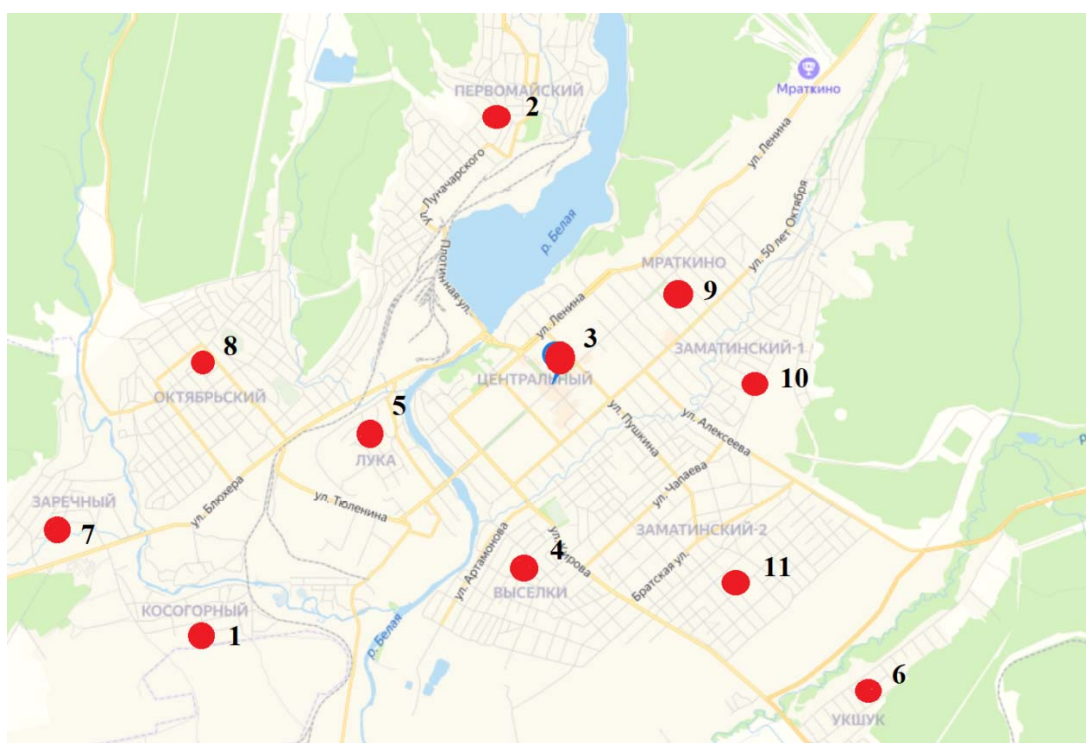


Рис. 1. Карта – схема расположения точек отбора проб почв и растительности

Экологическую оценку загрязнения почв ТМ исследуемой территории осуществляли сравнением фактических результатов анализа для меди и цинка с предельно допустимыми концентрациями (ПДК) и для железа региональным

геохимическим фоном [7, 9]. Для экологической оценки чистоты растительного сырья использовали нормативное содержание ТМ в растениях: максимальное допустимое содержание (МДУ) меди 30 мг/кг, цинка – 50 мг/кг [2]. Содержание железа на уровне 240 мг/кг считается нормой, а выше 750 мг/кг – токсичной концентрацией [4].

Результаты исследования почв на содержание ТМ показаны в табл. 1.

Таблица 1

Содержание ТМ в почвах г. Белорецк

Пробные площадки	Содержание металлов, мг/кг		
	Cu	Zn	Fe
ПП1	19,6*/1,1**	164/20	3328/172
ПП2	29/3,8	1309/663	7804/177
ПП3	37/5,9	281/83	2516/61
ПП4	26/9,3	203/33	2877/78
ПП5	48/10,2	903/233	7713/156
ПП6	23/4,1	302/61	8064/54
ПП7	23/1,6	208/27	5412/32
ПП8	21/2,3	209/33	3234/97
ПП9	19/1,6	196/56	4515/102
ПП10	27/2,8	545/217	6412/133
ПП11	29/2,4	572/228	6745/128
ПДК <sub>вал</sub> / ПДК <sub>подв</sub>	55/3	100/23	27533/3800 (фон)

Примечание: \*валовые и \*\*подвижные формы ТМ

Установлено, что наибольшие концентрации Cu выявлены в почвах территории микрорайона Лука (ПП5). При этом по валовым формам металла превышение ПДК не отмечено, а по подвижным формам оно составило в 3,4ПДК.

Высокое содержание валового и подвижного Zn наблюдалось в почвах ПП2 (Первомайский), где превышение ПДК по валовым формам составило 13,0 раз, по подвижным - в 28,8 раз.

Превышение фона по валовым и подвижным формам Fe в исследуемых почвах не отмечено. Наибольшие его концентрации отмечены по валовым формам в почвах ПП6 (Укшук), а по подвижным – в ПП2 (Первомайский).

Особенности накопления изученных ТМ в *T. officinale*, представлены на рис. 2, 3, 4.

Исследованиями выявлено, что концентрация меди в *T. officinale* Wigg в надземных частях варьирует в пределах от 5,2 до 16,5 мг/кг, в подземных – от 7,4 до 17,5 мг/кг (рис. 2), не превышая МДУ, равный 30 мг/кг.

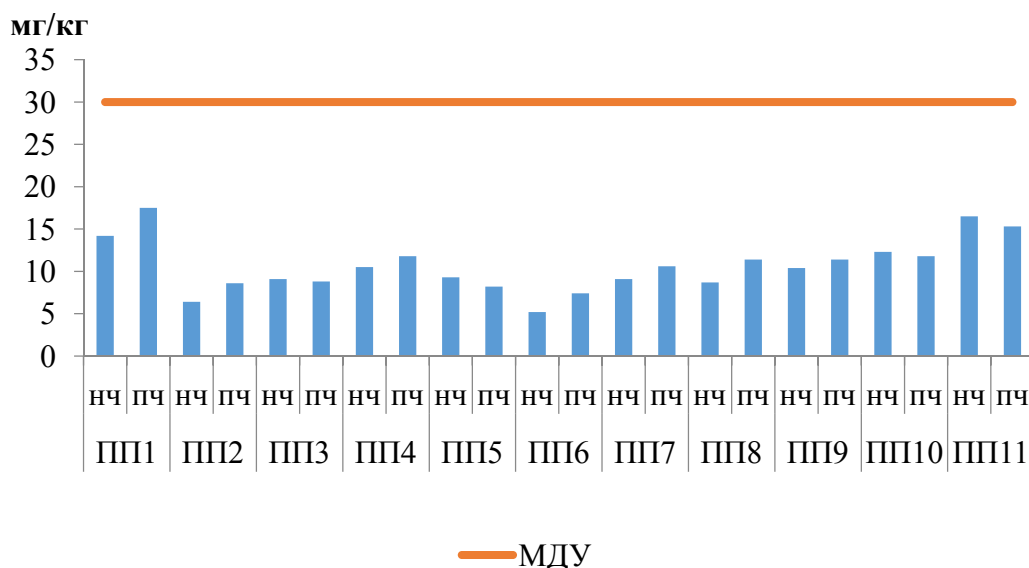


Рис. 2. Содержание Cu в надземной (нч) и подземной (пч) частях *Taraxacum officinale* Wigg.

Значения содержания цинка в надземных частях *T. officinale* варьировали в пределах от 64,0 до 264,0 мг/кг, в корнях - от 90,0 до 315,0 мг/кг, превышая МДУ (50 мг/кг) от 1,28 (надземная часть, ПП2) до 6,3 раз (подземная часть, ПП11) (рис. 3). Для растений одуванчика характерен по акропетальный тип концентрации цинка.

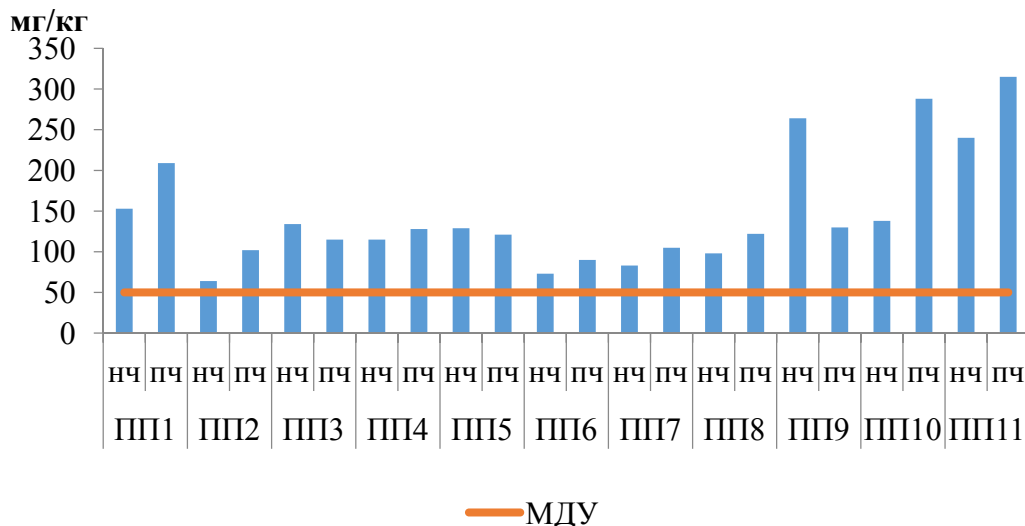


Рис. 3. Содержание Zn в надземной (нч) и подземной (пч) частях *Taraxacum officinale* Wigg

Содержание железа в надземных частях растительных образцов варьировало в пределах от 1988,0 до 4308,0 мг/кг, в подземных – от 1983,0 до 6192,0 мг/кг (рис. 4). Наибольшее накопление, превышающее токсичную концентрацию (750 мг/кг) в 8,2 раза, выявлено в корнях на ПП11 (Замата-2), а

наименьшее - в корнях на ПП7 (Заречный). Установлено, что данный элемент накапливается в растениях по акропетальному типу.



Рис. 4. Содержание Fe в надземной (нч) и подземной (пч) частях *Taraxacum officinale* Wigg

Таким образом, почвы г. Белорецк характеризуются низким содержанием меди, высоким - цинка и железа, превышающим уровни ПДК и фона. Характер концентрации и соотношения металлов в почве нашел отражение в их накоплении растениями *T. officinale* Wigg., в которых отмечен пониженный уровень меди и повышенный - цинка и железа, которые накапливаются в них по акропетальному типу.

Работа подготовлена за счет финансового обеспечения выполнения государственного задания ГАНУ «Институт стратегических исследований Республики Башкортостан» на 2021 год (руководитель темы – Я.Т. Суюндуков).

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Воскресенская О.Л. Организм и среда: факториальная экология. // Экология. - Йошкар-Ола, 2004. – 175 с.
2. Временные максимально допустимые уровни (МДУ) некоторых химических элементов и госсипола в кормах сельскохозяйственных животных. Утверждены Главным Управлением Ветеринарии министерства сельского хозяйства РВ, 1991.
3. Калверт С. Защита атмосферы от промышленных загрязнений. М.: Металлургия. - 1988. – 286 с.
4. Матвеев Н.М., Павловский В.А., Прохорова Н. В. Экологические основы аккумуляции тяжелых металлов сельскохозяйственными растениями в лесостепном и степном Поволжье. – Самара: Самарский университет, 1997. – 100 с.

5. Мелехова О. П., Егорова Е.И. Биологический контроль окружающей среды. // Экология. – 2007. – С. 362 – 365.
6. Никольский В.И. Одуванчик *Taraxacum officinale* как возможный объект фенотипического мониторинга природных экосистем // Экология. – 1990. - С. 99-102.
7. Опекунова М.Г. Биоиндикация загрязнений: учеб. пособие. СПб: Изд-во С.-Петербург. ун-та, 2004. – 209 с.
8. Пестова Л.В., Рязанцева О.В. Биоиндикация автотранспортного загрязнения городских территорий. // Ползуновский вестник. – 2014. – №4. – С. 99-112.
9. Предельно допустимые концентрации (ПДК) и ориентировочно-допустимые концентрации (ОДК) химических веществ в почве: Гигиенические нормативы. М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2006. 15 с.
10. Савинов, А.Б. Анализ фенотипической изменчивости одуванчика лекарственного (*Taraxacum officinale* Wigg.) из биотопов с разными уровнями техногенного загрязнения. // Экология. - 1998. - № 5. - С. 362–365.

*Капитанчук Д. М., Черниченко Н. С.*

Приднестровский государственный университет им. Т.Г. Шевченко, г. Тирасполь, Приднестровская Молдавская Республика.

### **ОЦЕНКА ОПАСНОСТИ ВЫБРОСОВ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ ПРИ ПОЖАРЕ НА ПОЛИГОНЕ ООО «ЭКО-ПРОМ»**

*Аннотация.* В работе произведен расчет количества выбросов вредных веществ при пожаре на полигоне с ТБО, а также расчет сил и средств для тушения пожара на полигоне ООО «Эко-Пром».

*Ключевые слова:* пожар, полигон ТБО, выбросы вредных веществ.

*Kapitanchuk D. M., Chernichenko N. S.*

Pridnestrovian State University named after T.G. Shevchenko, Tiraspol, Transnistrian Moldavian Republic.

### **ASSESSMENT OF THE DANGER OF EMISSIONS OF POLLUTING SUBSTANCES DURING A FIRE AT THE LANDFILL LLC "ECO-PROM"**

*Annotation.* In the work, the calculation of the amount of emissions of harmful substances during a fire at the landfill with solid waste was made, as well as the calculation of forces and means for extinguishing a fire at the landfill of LLC "Eco-Prom".

*Key words:* fire, solid waste landfill, emissions of harmful substances.

Все, что производится человечеством для удовлетворения его потребностей в виде продуктов питания, одежды, мебели, машин, т. е. все, что

добывается, строится, выпускается промышленностью и выращивается сельским хозяйством – рано или поздно превращается в отходы.

Твёрдые бытовые отходы (ТБО) – это биологические или искусственные пищевые продукты, непригодные к употреблению в результате потери своих, потребительских свойств. Также это могут быть предметы быта или подобные товары, утратившие свой вид или пришедшие в непригодное состояние.

Увеличение численности населения в городах и развитие промышленности неизбежно приводит к увеличению количества образующихся отходов, которые при неправильном сборе, несвоевременном удалении и неудовлетворительном обезвреживании, ухудшают экологическую обстановку и наносят экологический ущерб окружающей природной среде, вызывая загрязнение всех основных геосфер Земли. Санитарная очистка городов от отходов является неотъемлемым элементом жизнеобеспечения нашего общества.

Захоронение отходов на свалках и полигонах является наиболее широко практикуемым и экономически более выгодным способом обезвреживания и утилизации твердых бытовых отходов, но, к сожалению, оно порождает массу экологических и санитарно-гигиенических проблем, в том числе связанных с пожарной опасностью ТБО. [1] Несмотря на это, такой способ утилизации ТБО еще долгое время будет оставаться наиболее распространенным, а значит, риск возникновения пожаров на полигонах и последующие за ними выбросы вредных веществ, при горении, будет постоянно сохраняться, как для окружающей природной среды, так и для людей, проживающих в непосредственной близости к ним.

Необходимым условием для совершенствования системы обращения с ТБО является проведение регулярных исследований их характеристик, а именно определение их морфологического, фракционного и химического состава.

Например, усредненный морфологический состав ТБО г. Тирасполь, представляющий собой количественное присутствие отдельных компонентов, отображен на гистограмме 1.

### УСРЕДНЕННЫЙ МОРФОЛОГИЧЕСКИЙ СОСТАВ ТБО ГОРОДА ТИРАСПОЛЬ.

- |                       |                         |                 |
|-----------------------|-------------------------|-----------------|
| ■ Бумага, картон      | ■ Пищевые отходы        | ■ Прочие отходы |
| ■ Пласмассы, полимеры | ■ Текстильные отходы    | ■ Древесина     |
| ■ Металл              | ■ Стекло                | ■ Резина, кожа  |
| ■ Кости               | ■ Камни, керамика, гипс |                 |

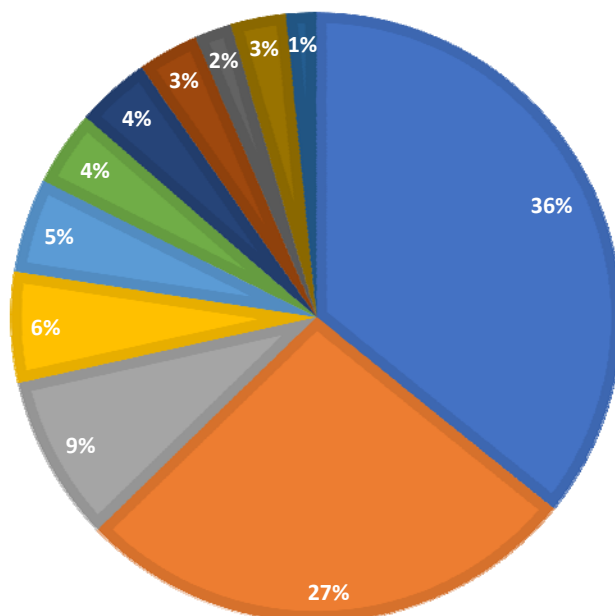


Рис. 1. Усредненный морфологический состав ТБО города Тирасполь.

Такие показатели как степень благоустройства жилого фонда, благосостояние населения, сезоны года, климатические и другие условия существенно влияют на процентное соотношение морфологического состава ТБО, поэтому в силу этих причин он весьма условен.

За последние пятьдесят лет состав ТБО пополнился компонентами, которые могут представлять серьезную опасность для здоровья людей, так и для окружающей природной среды. Это связано с тем, что отходы современных городов содержат большое количество различных поллютантов. Состав ТБО городов включает более сотни наименований токсичных соединений, и среди них - красители, пестициды, тяжелые металлы, формальдегид и др. Отдельно стоит упомянуть такие составляющие ТБО как пластмассы и синтетические материалы. Их особенность состоит в том, что они практически не подвергаются процессам биологического разрушения, а следовательно, могут десятки лет находиться в объектах окружающей природной среды.

Все вышеописанные факторы, связанные с ТБО, непосредственно приводят к обострению санитарно-эпидемической обстановки как в самих городах, так и в прилегающих к ним районах, что также приводит к отрицательному влиянию на состояние их атмосферы, гидросферы и литосферы.

Еще более опасное влияние на здоровье человека и состояние окружающей среды ТБО оказывают при горении. Это связано с тем, что в образующемся дыме опасных и вредных веществ в некоторых случаях в тысячи раз больше, чем в «обычном» воздухе. Эти токсичные вещества могут быть в крайне устойчивом виде, а следовательно, это позволяет им находиться в природных средах неопределенное число лет, постепенно накапливаться и с пылью попадать в организм человека, а также разноситься на большие расстояния. К этим продуктам неполного сгорания относится множество опасных веществ, среди которых углеводороды, фенолы, азотзамещенные вещества, полихлорированные дибензодиоксины и десятки других.

По данным территориальных управлений всего на территории Приднестровской Молдавской Республики за 2020 год эксплуатировалось 81 полигон (свалки), из них 6 – полигонов, 38 – свалок в удовлетворительном состоянии, а 37 свалок – в неудовлетворительном состоянии.

Поскольку полигон ТБО является источником опасности, возрастает актуальность рассмотрение факторов пожара, воздействующих на обслуживающий персонал, жителей окрестных населенных пунктов, окружающую среду и материальные ценности. В первую очередь это пламя и искры, которые могут образовываться на поверхности полигона, токсичные продукты горения и термического разложения, дым, а также опасные факторы взрыва, происшедшего в результате взрыва биогаза, обрушение оборудования, коммуникаций, в результате образования пустот в прогоревшем массиве. Однако в настоящее время отсутствуют какие-либо требования по пожарной безопасности, а на этапе проектирования полигонов ТБО, вопросам пожарной безопасности и проявлению процессов возгорания и тления не придается должного значения.

Нами была проведена оценка опасности выбросов загрязняющих веществ, на здоровье людей при пожаре на полигоне ООО «Эко-Пром» в Слободзейском районе, в искусственно созданных условиях. Расчет выбросов вредных веществ и оценка убытков, понесенных при пожаре на полигоне, проводились по методике В.Ф. Протасова. [3] Результаты расчетов отражены в табл. 1.

*Таблица 1*

Сводная таблица расчетов выбросов вредных веществ при пожаре на полигоне ООО «Эко-Пром»

Объем сгоревших ТБО	877,716 м <sup>3</sup>
Масса горючего вещества, сгорающая в единицу времени.	20,412 кг/с
Удельная массовая скорость выгорания (при разном составе)	0,027 кг/(м <sup>2</sup> ·с)
Коэффициент экологической ситуации и экологической значимости в Слободзейском районе	0,9
Масса сгоревших ТБО	220 т



Окончание табл. 1

Масса выброшенных в атмосферу вредных веществ.	
Твердые частицы	0,275 т
Сернистый ангидрид	0,66 т
Окислы азота	1,1 т
Оксид углерода	5,5 т
Сажа	0,1375 т

Расчеты показали, что общее количество выброшенных в атмосферу вредных веществ составит 7,6725 тонн, а экономический ущерб составит 13897,50 рублей ПМР.

Также нами был проведен расчет сил и средств для тушения пожара по методике Иванникова В.П. [2]. Результаты расчетов отражены в табл.2.

Таблица 2

Сводная таблица расчетов сил и средств для тушения пожара на полигоне ООО «Эко-Пром»

Время свободного развития пожара до прибытия первого пожарного подразделения	43 мин.
Путь, пройденный огнем	26,6 м.
Площадь пожара (форма пожара – круговая)	2221 м <sup>2</sup>
Площадь тушения пожара	756 м <sup>2</sup>
Требуемый расход воды на тушение пожара	151 л/с
Требуемый расход воды на защиту	38 л/с
Требуемое количество стволов на тушение	27 ствол РС-70
Фактический расход воды на тушение пожара	155,4 л/с
Фактический расход воды на защиту	44,4 л/с
Общий фактический расход воды на тушение пожара и защиту объекта	198,8 л/с
Требуемое количество пожарных машин основного назначения	6 авт.
Численность личного состава необходимого для тушения пожара	71 чел.
Требуемое количество пожарных отделений	15 отдел.

Расчеты показали, что для тушения пожара на полигоне ТБО ООО «Эко-пром» численности личного состава СВПЧ №2 (город Бендеры) будет недостаточно и придется привлекать личный состав СВПЧ из других близлежащих городов.

Для улучшения работы полигона и повышении его экологической и пожарной безопасности нами были сформулированы и предложены следующие рекомендации:

- так как на полигоне с ТБО ООО “Эко-пром” отсутствует система дегазации, то рекомендуем приобрести установку по высокотемпературной утилизации биогаза класса "НТ";

- учитывая тот факт, что автопарк полигона не обновлялся с советских времен и состоит в основном из бульдозеров на базе тракторов С-100 и ДТ-75, предлагаем заменить его на современные высокопроизводительные машины, а именно:

- ✓ Мультилифт для полигона КАМАЗ-43118 6х6 с крюком KROMANN ML16A.50.6;

- ✓ Гусеничный бульдозер Dressta TD-20M;

- ✓ Погрузчик Dressta серии 534 LA массой 20,8 т со стальными колесами;

- ✓ Компактор Cat 826K;

- ✓ Универсальный бульдозер для работы с отходами Cat D9T;

- ✓ Уплотнитель TANA E260.

- так же рекомендуем укомплектовать полигон поливовой машиной КО-806, которая будет вести дежурства в период особой пожароопасности, что снизит риск возгораний на полигоне с ТБО.

Таким образом разработанные рекомендации и предложения технического и организационного характера, необходимость которых выявила проделанная работа, позволят повысить уровень пожарной безопасности полигона ТБО ООО “Эко-пром” и сохранить жизнь и здоровье его работников, а также населения, проживающего в непосредственной близости от самого полигона.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Венцюлис, Л. С. - Система обращения с отходами: принципы организации и оценочные критерии. 2007.
2. Иванников В.П., Ключ П.П., “Справочник руководителя тушения пожара”. 1987.
3. Протасов В.Ф. “Здоровье и охрана окружающей среды в России”. 2011.

*Карпова Н. В.*

Новочеркасский инженерно-мелиоративный институт имени А.К. Кортунова, филиал ФГБОУ ВО Донской ГАУ, город Новочеркасск, Российская Федерация

## ОСОБЕННОСТИ СНЕГА В КАЧЕСТВЕ ИНДИКАТОРА СОСТОЯНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

*Аннотация.* В статье рассмотрено как с помощью снежного покрова можно оценить негативное влияние на окружающую среду, которое связано с загрязнением воздуха и почв, может привести к ухудшению экологической ситуации.

*Ключевые слова:* снег, окружающая среда, атмосфера, ландшафт, загрязнение, территория, вымывание атмосферы, сухое осаждение.

*Karpova N. V.*

Novocherkassk Engineering and Reclamation Institute named after A.K. Kortunova, branch of FSBEI HE Donskoy State Agrarian University, Novocherkassk, Russian Federation

## **FEATURES OF SNOW AS AN INDICATOR ENVIRONMENTAL CONDITIONS**

*Abstract.* The article discusses how, with the help of snow cover, it is possible to assess the negative impact on the environment, which is associated with air and soil pollution, can lead to a deterioration of the ecological situation.

*Key words:* snow, environment, atmosphere, landscape, pollution, territory, atmospheric washout, dry deposition.

Снег является одной из разновидностей атмосферных осадков. По мере формирования снежного покрова создается уникальный слой снега, который способен дать качественную и количественную оценку содержания загрязнителей в атмосферных осадках, накопленных в зимний период. Обладая высокой сорбционной способностью, снег способен аккумулировать в своем составе практически все вещества, поступающие в атмосферу. Таким образом, различные накопленные вредные элементы способны стать причиной загрязнения почвы и водоемов, поступающие туда посредством талых вод. Следовательно, снег обладает рядом свойств, с помощью которых его можно рассматривать как своеобразный индикатор загрязнения окружающей среды.

По мере образования снежного покрова концентрация загрязняющих веществ в снегу оказывается на 2-3 порядка выше, чем в атмосферном воздухе из-за процессов сухого и влажного выпадения примесей. Вследствие естественного процесса концентрирования, содержание вредных элементов можно определить простыми методами с высокой точностью результатов.

Загрязнители атмосферы могут быть в твердом, жидком и газообразном состоянии. Так как аэрозоли и газообразные примеси улавливаются атмосферной влагой, то атмосферные осадки можно использовать для определения степени загрязнения атмосферы на конкретной местности.

Являясь накопителем загрязнений, снег позволяет оценить степень загрязнения атмосферы за несколько месяцев. Исходя из полученных результатов, можно произвести оценку экологического состояния снега, а в последующем и воды, которая попадет в реку и почву. Также при исследовании проб снега из разных мест можно получить вполне полное представление о степени и характере загрязнения территории, а также обнаружить его источники и причины.

Снег является результатом замерзания водяного пара, который находится в атмосфере, то есть это зимняя форма атмосферных осадков. Снег имеет кристалльную структуру, в основе которой лежат замерзшие микроскопические капли воды. При прохождении через холодные атмосферные слои воздуха капли

замерзают и за счет скопления друг с другом образуют снежинки. Когда их размеры увеличиваются, они медленно опускаются на землю. Образ кристаллов различен, но у всех 6 граней. Такая форма обусловлена физическими законами замерзания воды. Главными факторами ее создания являются температура воздуха и уровень его влажности.

Ландшафтные условия территории тесно взаимосвязаны с физико-механическими свойствами снега. Снежный покров несет большую информацию о погодных явлениях в границах своего расположения.

Разумеется, с момента появления снега на поверхности земли его свойства меняются в силу воздействия различных факторов.

Режим погоды, рельеф, растительный покров, давление ветра, уровень солнечной радиации, влажность воздуха и другие условия активно влияют на физико-механические свойства снега и его структуру.

Главными характеристиками снежного покрова служат продолжительность его залегания, плотность, высота и уровень запаса воды в снеге, но в то же время в рамках механического воздействия можно выделить такие важные свойства как твердость снега, сопротивление резанию, его плотность, а также коэффициенты сцепления, внешнего и внутреннего трения (табл. 1).

*Таблица 1*

Физико-механические свойства снега

Показатель	Характеристика
Плотность	Выражается в $\text{г/см}^3$ . Значение показателя изменяется от 0,04 до 0,7 $\text{г/см}^3$ . Плотность варьируется от температуры окружающей среды. Величина склонна увеличиваться под воздействием сжимающей нагрузки.
Твердость	Измеряется в $\text{кг/см}^2$ . Показатель отображает способность сопротивления проникновения твердого тела. Увеличивается при повышении уровня температуры и плотности, а также, не смотря на механические воздействия.
Сопротивление резанию	Выражается коэффициентом, величина которого фиксирует усилие в кг. Отображает суммарное сопротивление скалывания, сжатия, разрыва и силы трения. Показатель увеличивается при понижении температуры и возрастанию плотности.
Коэффициент внешнего и внутреннего трения	Показатели зависят от свойств снежного покрова, скорости скольжения, удельного давления на поверхности соприкасающихся объектов, а также от их материала и качества отделки. С увеличением скорости скольжения величина коэффициента внешнего трения будет снижаться.

Также снег может служить достоверным признаком чистоты атмосферного воздуха зимой, так как все живые организмы, способные выполнить эту функцию, находятся в состоянии анабиоза в этот период времени.

Снежный покров влияет на все природные процессы и хозяйственную деятельность людей. Сплошное покрытие поверхности снегом способно защитить землю от эрозии и дефляции. Снег влияет на такие показатели как давление, температурный режим, влажность, осадки, запыленность атмосферы. Благодаря своей аккумулялирующей способности можно получить различную информацию об экологическом состоянии окружающей среды, поэтому недооценивать значение снега нельзя.

Одним из важнейших факторов негативно, влияющих на здоровье населения является загрязнение атмосферного воздуха. Выбросы промышленных объектов с воздушными потоками переносятся на большие расстояния. Косвенным показателем состояния загрязнения атмосферы могут служить данные о химическом составе проб атмосферных осадков и снежного покрова.

Доказано, что на территории нашей страны существует хорошая возможность использования снежного покрова в качестве косвенного индикатора состояния атмосферы в условиях урбанизированных территорий с множеством источников загрязнения. Полученные результаты характеризуют степень загрязнения слоя атмосферы, в котором образуются облака.

Данные о содержании веществ в снежном покрове позволяют оценить степень загрязнения атмосферы в зимний период на различных территориях, а также обнаружить ареалы распространения загрязнителей техногенного происхождения.

Информация в снеге может накапливаться 2 способами:

- 1) вымывание атмосферы;
- 2) сухое осаждение.

Под влажным вымыванием понимается поглощение загрязнителей снегом во время его образования в облаке и последующее выпадение на подстилающую поверхность.

Сухое выпадение загрязняющих веществ происходит под действием гравитационных сил непосредственно из атмосферы при ее контакте со снежным покровом. Существенное влияние на процессы осаждения оказывают метеорологические условия: скорость, направление ветра, влажность воздуха и другие.

Наличие коррелятивных зависимостей между веществами-загрязнителями атмосферного воздуха и их содержанием в снежном покрове позволяют использовать этот тип депонирующей среды для экспрессной геоэкологической оценки общего уровня загрязнения урбанизированных районов. Для города Омска и Омской области характерен устойчивый снежный покров.

Кроме того, снежный покров как обладает рядом свойств, делающих его удобным индикатором при оценке экологического состояния территорий. Геохимические аномалии в снежном покрове отражают состояние атмосферы, суммируя воздействие природных и техногенных факторов, влияющих на динамику экологической функции. Снежный покров отражает границы распространения загрязнения на период их образования и позволяет отслеживать происходящие процессы. Анализ заражения снежного покрова может служить косвенным показателем загрязнения воздушного бассейна. В период снеготаяния, находящиеся в снеге вредные вещества мигрируют в поверхностные воды, донные осадки, почвы и подстилающие их горные породы, причем ареал их распространения значительно превышает контуры геохимических аномалий в снежном покрове. Содержание загрязняющих элементов в снежном покрове зависит от степени антропогенного влияния и может серьезно варьироваться. Одна проба по всей высоте снежного покрова дает информацию о загрязнении за весь период от установления снежного покрова до момента отбора пробы, а послойный отбор проб снежного покрова позволяет получить динамику загрязнения за зимний сезон.

Таким образом, негативное влияние на окружающую среду, которое связано с загрязнением воздуха и почв, может привести к ухудшению экологической ситуации. Важно определить, как влияют факторы на окружающую среду. Изучение особенностей снежного покрова позволяет выявить степень загрязнения городской территории.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ерофеев, Б.В. Экологическое право / Б.В. Ерофеев. - М.: Юриспруденция, 2017. - 40 с.
2. Муравьев А.Г., Пугал Н.А., Лаврова В.Н. Экологический практикум: Учебное пособие с комплектом карт-инструкций / Под ред. к.х.н. А.Г. Муравьева. – СПб.: Крисмас+, 2003. – 176 с
3. Новиков, Александр Николаевич; Иващук О. А. Загрязнение Атмосферного Воздуха При Эксплуатации И Обслуживании Автотранспорта / Новиков Александр Николаевич; О. А. Иващук, Л.Ф. Ставчикова. - Москва: РГГУ, 2017. - 37 с.
4. Романов А.В. Исследование свойств и особенностей снега // Старт в науке. – 2016. – № 5. – С. 143-146; URL: <http://science-start.ru/ru/article/view?id=453> (дата обращения: 25.04.2021).
5. Формирование механизма использования городских территорий Карпова Н.В. Экономика и экология территориальных образований. 2019. Т. 3. № 1. С. 56-63.
6. Экологическая составляющая городской территории и ее воздействие на состояние окружающей среды Карпова Н.В. Вестник Южно-Российского государственного технического университета (Новочеркасского

политехнического института). Серия: Социально-экономические науки. 2015. № 4. С. 123-127.

*Карпова Н. В.*

Новочеркасский инженерно-мелиоративный институт имени А.К. Кортунова, филиал ФГБОУ ВО Донской ГАУ, город Новочеркасск, Российская Федерация

## **СОСТОЯНИЕ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА В РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ**

*Аннотация.* Статья посвящена оценке состояния атмосферного воздуха в Ростовской области. Проведен сравнительный анализ загрязнения атмосферного воздуха в Ростовской области в 2017-2019 годах, а также проведено сравнение среднегодовых концентраций со средним значением по России в 2019 году.

*Ключевые слова:* выбросы, атмосферный воздух, стационарные источники, антропогенное воздействие, загрязняющие вещества, концентрация.

*Karpova N. V.*

Novocherkassk Engineering and Reclamation Institute named after A.K. Kortunova, branch of FSBEI HE Donskoy State Agrarian University, Novocherkassk, Russian Federation

## **STATE OF ATMOSPHERIC AIR IN THE ROSTOV REGION**

*Abstract.* The article is devoted to the assessment of the state of atmospheric air in the Rostov region. A comparative analysis of atmospheric air pollution in the Rostov region in 2017-2019 was carried out, as well as a comparison of the average annual concentrations with the average value for Russia in 2019.

*Key words:* emissions, atmospheric air, stationary sources, anthropogenic impact, pollutants, concentration.

Ростовская область представляет собой один из самых индустриально развитых регионов России, где расположены крупнейшие промышленные предприятия страны: металлургия, машиностроение, энергетика. Экономический успех, как и везде в мире, приводит к ряду экологических проблем.

Загрязнение воздуха считается одной из основных экологических проблем Ростовской области. Основными источниками загрязнения являются автомобили и энергетические установки.

Таблица 1

## Характеристика уровня загрязнения воздуха, тысяч тонн

Наименование показателя	2017год	2018 год	2019 год
Всего выброшено в атмосферу загрязняющих веществ от стационарных источников выделения тыс. тонн	164,9	169,1	194,9
выбросы наиболее распространенных загрязняющих атмосферу веществ, отходящих от стационарных источников:			
твердые вещества	36,4	33,4	36,9
газообразные и жидкие вещества, из них:	128,5	135,7	157,9
диоксид серы	35,3	43,9	54,1
оксиды азота	24,7	23,7	30,7
оксиды углерода	24,1	23,1	24,7
углеводороды (без летучих органических соединений)	30,8	31,7	34,3
летучие органические соединения	12,4	12,1	12,7
Выбросы от автомобильного транспорта, из них	451,8	457,9	472,6
азота диоксид	50,8	51,5	53,1
аммиак	1,2	1,2	1,2
ангидрид сернистый	2,7	2,7	2,8
летучие органические соединения	46,1	46,7	48,2
метан	1,8	1,9	1,9
сажа	0,9	0,9	0,93
углерода оксид	348,3	353	364,3
Выбросы от железнодорожного транспорта, из них	2,0	2,3	2,5
азота диоксид	1,2	1,5	1,7
ангидрид сернистый	0,1	0,008	0,0007
летучие органические соединения	0,1	0,2	0,2
метан	0,01	0,01	0,01
сажа	0,1	0,2	0,2
углерода оксид	0,3	0,4	0,5
Общий объем выбросов в атмосферный воздух от всех источников	618,7	629,3	670,0

Общий объем выбросов в атмосферный воздух к 2019 году составил 670 тысяч тонн. Большая доля выброшенных в атмосферу вредных веществ исходит от автомобильного транспорта, число вредных выбросов в 2019 году составило 472,6 тысяч тонн по сравнению с 2018 годом оно возросло на 20,8 тысяч тонн.

На степень и уровень токсичности загрязнения воздуха выбросами автомобилей влияют:

- развитие инфраструктуры;
- качество используемого топлива;



– техническое состояние автомобилей.

На втором месте по объемам выбросов в атмосферу находятся стационарные источники выбросов. С 2017 по 2019 год они увеличились на 30 тысяч тонн и составили 194,9 тысячи тонн. Большая часть выбросов приходится на промышленные предприятия. Большое количество вредных загрязнителей попадает в атмосферу с предприятий города Новочеркасска: ОАО «ОГК-2» НчГРЭС, ОАО «ЭПМ – Новочеркасский электродный завод», ОАО «Новочеркасский завод синтетических продуктов», ООО «ПК Новочеркасский электро-возостроительный завод», МУП Тепловых сетей, ОАО «Завод авиационного технологического оборудования 31»; г. Ростова-на-Дону: МУП «Теплокоммунэнерго», ОАО «ТГК-8» филиал «Ростовская городская генерация», Комбайновый завод «Ростсельмаш», ООО «Ростовский литейный завод», ОАО «РПВК «Роствертол», филиал СКЖД ОАО «РЖД», Комбайновый завод ООО «Ростсельмаш», ЗАО «Эмпилс» – лакокрасочный завод, ЗАО «Юг Руси», ОАО «КОМАТ», ОАО «10 ГПЗ»; г. Таганрога: ОАО «Тагмет», ОАО «23-й металлообрабатывающий завод», ОАО ТПТС «Теплоэнерго», ОАО ТКЗ «Красный котельщик», ЗАО «Кирпичный завод», ОАО «Таганрогская авиация», ОАО «ТАНТК им. Бериева», ОАО «Таганрогский морской торговый порт» ОАО «Стройдеталь».

Таблица 2

Сравнение среднегодовых концентраций со средним значением по России за 2019 год

Примеси	Среднее значение по России <sup>3</sup> мг/м <sup>3</sup>	Концентрация вредных примесей								
		Азов	Волгодонск	Новочеркасск	Ростов-на-Дону	Таганрог	Цимлянск	Шахты	Миллерово	Таганрог
Взвешенные вещества	0,122	0,181	0,080	0,400	0,238	0,167	0,016	0,263	–	–
Диоксидсеры	0,007	0,002	0,005	0,013	0,004	0,002	<0,001	0,003	0,005	0,004
Оксидуглерода	1,4	1,4	0,8	3,4	1,9	2,3	<1	2,0	4,4	7,1
Диоксидазота	0,041	0,044	0,008	0,020	0,048	0,075	0,002	0,066	0,010	0,030
Оксидазота	0,025	0,040	0,009	0,020	0,026	0,056	0,002	0,039	0,010	0,020
Сероводород	0,002		0,001		<0,001		<0,001	0,001	0,001	<0,001
Фенол	0,003			0,003	0,002					
Аммиак	0,033				0,030				0,030	
Фторидводорода	0,004			0,012	0,009					
Хлоридводорода	0,049					0,085				0,090
Формальдегид	0,009	0,010	0,012	0,021	0,013				0,014	
Бенз(а)пирен, C <sub>x</sub> H <sub>10</sub> -6	2,1	0,6	0,1	16,4	1,7	0,3	–	0,6	–	

В 2019 году в городах Ростовской области уровень загрязнения взвешенными веществами (пылью), оксидом углерода, диоксидом азота,

оксидом азота, плавиковой кислотой, соляной кислотой, бенз (а) пиреном и формальдегидом превышает средний по стране. Концентрация взвешенных веществ выше среднего по стране в городах Новочеркасск, Таганрог, Ростов-на-Дону, Азов и Шахты.

Уровень загрязнения угарным газом выше среднего по стране в городах Новочеркасск, Ростов-на-Дону, Таганрог, Миллерово и Шахты. В городах Азов, Ростов-на-Дону, Таганрог и Шахты зафиксирован уровень загрязнения атмосферного воздуха диоксидом азота выше среднего по стране.

Уровень загрязнения атмосферы окисленным азотом превышает среднее значение концентраций по стране в городах Азов, Ростов-на-Дону, Таганрог и Шахты. Уровень загрязнения атмосферного воздуха фтористым водородом выше средней по стране только в Ростове-на-Дону и Новочеркасске. Уровень загрязнения атмосферного воздуха формальдегидом выше средней по стране в городах Азов, Волгодонск, Новочеркасск, Ростов-на-Дону и Миллерово.

Для снижения негативного антропогенного воздействия на атмосферный воздух Ростовской области необходимо принять следующие меры:

- замена местных котлов на центральное отопление;
- замена угля и мазута природным газом;
- перевод на электропривод компрессоров, сваебойных агрегатов, насосов;
- озеленение населенных пунктов;
- корректировать взаимное расположение источников выбросов и населенных пунктов с учетом направления ветра; выбор места для постройки равноправное промышленное предприятие;
- повторное использование отходящих газов;
- очистка топлива и сырья от вредных примесей;
- замена сухих методов обработки пылящих материалов на влажные.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Экологический вестник Дона [Электронный ресурс] // Официальный сайт Министерства природных ресурсов и экологии Ростовской области - 2019. - Режим доступа: URL: <https://xn--d1ahaoghbejbc5k.xn--p1ai/projects/19/> (дата обращения: 20.04.2021).
2. Экология природных ресурсов [Электронный ресурс] // Основные мероприятия по охране атмосферного воздуха - Режим доступа: URL: <https://oblasti-ekologii.ru/ecology/zagryaznenie-atmosfery/ohrana-atmosfernogo-vozduha>. (дата обращения: 19.04.2021)
3. Гуляев, М.В. Оценка приоритетов в сфере обеспечения экологической безопасности региона [Текст] / М.В. Гуляев // Новый университет. Серия: Экономика и право. – 2014.
4. Василенко В. Н., Урбан Г. А., Куренков А. Г., Толчеева С. В., Покуль С. Ю. О состоянии окружающей среды и природных ресурсов Ростовской области в 2017 году // Экологический вестник Дона. - 2018. - С. 368.

5. Экологическая составляющая городской территории и ее воздействие на состояние окружающей среды Карпова Н.В. Вестник Южно-Российского государственного технического университета (Новочеркасского политехнического института). Серия: Социально-экономические науки. 2018. № 4. С. 123-127.

*Картышев М. О., Ардашев И. О.*

ООО «Центр экологической безопасности гражданской авиации», г. Москва, Российская Федерация

## **ВЛИЯНИЯ ТРАЕКТОРНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ВОЗДУШНЫХ СУДОВ НА ЗАШУМЛЕНИЕ ПРИАЭРОДРОМНОЙ ТЕРРИТОРИИ**

*Аннотация.* Анализ влияния траекторных характеристик воздушных судов на зашумление территории по результатам проведенных экспериментальных исследований позволил обосновать необходимость учета фактического разброса линий пути и профилей полета воздушных судов для формирования сценария эксплуатации аэродрома и последующего проведения расчета уровней авиационного шума на местности.

*Ключевые слова:* воздушное судно, авиационный шум, мониторинг, траектория полета

*Kartyshev M. O., Ardashev I. O.*

JCB “Civil aviation environmental safety center”

## **INFLUENCE OF AIRCRAFT TRAJECTORIES ON NOISE IMPACT IN AERODROME AREA**

*Abstract.* Impact analysis of the aircraft trajectory characteristics on aerodrome vicinity noise based on experimental studies results substantiated the requirement to take into account the actual spread of the track lines and flight profiles of aircraft to form an aerodrome scenario for calculation aircraft noise levels.

*Key words:* Aircraft, aircraft noise, monitoring, flight trajectory.

Точность результата расчета контуров авиационного шума (АШ) заданного индекса на приаэродромной территории определяется степенью полноты учета исходных данных о полетах воздушных судов (ВС) в соответствии со сценариями эксплуатации аэродрома относительно фактически осуществляемому сценарию.

Одним из определяющих параметров при оценке уровней шума на местности является траекторные характеристики выполнения полетов воздушных судов, а также сценарий эксплуатации аэродрома, включая

интенсивность использования каждой установленной инструкцией по производству полетов схемы маневрирования ВС.

Имеющиеся методики расчета уровней АШ на местности имеют ряд допущений, которые не позволяют с достаточной точностью определить уровень шума заданного индекса, в том числе из-за нерешенной проблемы учета разброса линий пути и профиля полета ВС в каждой узловой точке расчетной сетки. При подготовке исходных данных учитываются только установленные маршруты выполнения взлетно-посадочных операций и стандартные профили полета ВС, что увеличивает пределы погрешности расчетных контуров АШ и влечет за собой недостоверное определение размеров зон акустического воздействия ВС на прилегающей к аэродрому территории.

Проводимая испытательной лабораторией Центра экологической безопасности гражданской авиации работа направлена, в том числе, на определение влияния разброса линий пути движения ВС на результаты расчета контуров эквивалентного уровня шума, их корреляции с установленными фактическими уровнями шума, полученных натурным способом при полетах ВС, а также определение предела погрешности расчетного метода относительно результатов инструментальных измерений.

В рамках исследования данного вопроса на первом этапе был проведен продолжительный мониторинг акустической обстановки вблизи аэродрома Внуково с фиксацией местоположения ВС в пространстве при выполнении операции взлет с одним курсом по двум маршрутам. Регистрация акустических и траекторных параметров проводилась с помощью автоматизированного комплекса мониторинга авиационного шума EcoFlight 14.11. За период измерений было зафиксировано более 500 ВС следующих с исследуемым курсом взлета, что позволило получить достаточную выборку данных.

По результатам первичного анализа траекторий движений ВС и уровней шума в трех точках расположения пунктов мониторинга АШ были построены функции распределения значений уровней шума, оценены параметры этих распределений и определены факторы, влияющие на разброс значений измерений шума в местах проведения наблюдений. По результатам анализа установлен фактор, вносящий наибольший вклад в разброс значений уровней шума, а именно – разброс линий пути и профилей полета ВС.

Фиксация траекторных характеристик движения ВС с применением СМАШ, с последующим определением функции распределения линий пути от пройденного расстояния ВС [1] и отклонений относительно утвержденных маршрутов движения ВС, позволило определить территории, в границах которых отклонения ВС от установленных схем движения вносят наибольший вклад в шумовую обстановку и выявить необходимость детального подхода к определению исходных данных для расчета уровней шума для данной местности [2].

По результатам исследований на основе полученной функции распределения отклонений ВС были вычислены наиболее вероятные параметры

набора высоты и координаты линии пути следования ВС. Набор этих параметров позволил сформировать «усредненную» траекторию движения ВС, выполнивших операцию взлет с данным курсом.

Для определения уровней шума в точке на местности, используемых в будущем как опорные значения для оценки расхождения расчетного метода и результатов прямых измерений уровней АШ, был проведен расчет неопределенности результатов измерений для оценки достаточности выборки акустических параметров. Объем данных, полученных с применением системы мониторинга АШ, позволил получить результат с уровнем неопределенности измерений  $U(95)$  менее 1,5 дБА [3], что свидетельствует о достаточности выборки акустических параметров и полноте исследований. Это позволило использовать результаты сбора акустических и траекторных параметров ВС в качестве опорных значений для их экстраполяции на заданную интенсивность полетов ВС.

При различном наборе исходных данных о траекториях ВС было выполнено сравнение результатов моделирования уровней шума в опорных точках с фактическими измерениями:

- все ВС выполняли движение по утвержденным линиям пути и выдерживали стандартный профиль набора высоты;
- все ВС выполняли движения по усредненной линии пути и профилю набора высоты;
- каждое ВС имело собственное реальное пространственное положение.

В результате проведенных исследований было установлено, что в качестве исходных данных при проведении расчета уровня АШ для каждой точки на местности необходимо учитывать фактический разброс линий пути и профилей полета ВС — это позволяет определять наиболее достоверные значения уровней АШ на местности при полетах ВС.

Указанный подход позволяет значительно повысить точность расчетного метода, особенно это актуально для территорий, в границах которых ВС имеют наибольшие отклонения от установленной траектории полета. Наиболее подходящим способом для проведения детализированного расчета является получение исходных данных с применением систем мониторинга авиационного шума, позволяющих, в том числе, осуществлять сбор траекторных характеристик ВС.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дос 9911 «Руководство по рекомендуемому методу расчета контуров шума вокруг аэропортов», 2019г.
2. Картышев М.О. «Предварительная оценка результатов аэродромных экспериментальных исследований авиационного шума с использованием информации бортового регистратора полетных данных», V Открытая всероссийская (XVII Научно-техническая) конференция по аэроакустике, 2017 г.

3. ГОСТ 34100.3-2017 «Неопределенность измерения», межгосударственный стандарт, 2017г.

*Картышев М. О.*

ООО «Центр экологической безопасности гражданской авиации», г. Москва, Российская Федерация

## **ВЕРИФИКАЦИЯ РАСЧЕТНЫХ ГРАНИЦ СЕДЬМОЙ ПОДЗОНЫ ПРИАЭРОДРОМНОЙ ТЕРРИТОРИИ АЭРОДРОМОВ**

*Аннотация.* В работе показана возможность уточнения расчетных границ шумовой зоны приаэродромной территории на основании результатов работы системы мониторинга авиационного шума. Приведен опыт анализа данных автоматизированных пунктов мониторинга авиационного шума в районе аэродрома Внуково.

*Ключевые слова:* Приаэродромная территория, авиационный шум, шумовой мониторинг, действия по снижению шума.

*Kartyshev M. O.*

Civil aviation environmental safety center, Moscow, Russian Federation

## **COMPUTED SEVENTH SUBZONE AROUND AIRPORTS CONTOURS VERIFICATION**

*Abstract.* The paper shows the possibility of clarification the calculated aircraft noise boundaries with sufficient accuracy based on aircraft noise monitoring system data. Experience of aircraft noise monitoring stations in the area of the Vnukovo airfield data analysis is presented.

*Key words:* Aerodrome vicinity, aircraft noise, noise monitoring, actions to reduce noise.

При обосновании границ седьмой подзоны приаэродромной территории (ПАТ) в соответствии с правилами выделения подзон, утвержденные постановлением Правительства РФ №1460 от 2.12.2017 г. [1] необходимо пользоваться расчетными методами, что заведомо влечет за собой неточности при определении границ шумового воздействия при полетах воздушных судов. Несовершенство расчетных методов построения контура равного уровня звука обусловлено в том числе непостоянством комбинации параметрических характеристик воздушных судов (ВС) (скороподъемность, масса, мощность двигателей, точность выдерживания заданной линии пути и др.).

Границы седьмой подзоны ПАТ, как зоны с особыми условиями использования территории, определяют ограничения прав собственников

земельных участков на их использование, что в конечном итоге повлечет в той или иной мере финансовые потери. Установление неправомерных ограничений может быть оспорено в случае обоснования собственниками земельных участков фактического отсутствия уровней авиационного шума (АШ) при полетах ВС, превышающих допустимые значения в том числе с учетом перспективного развития аэродрома. В случае же установления заниженных размеров границы шумового воздействия аэродром будет обязан не нарушать границу шумовой зоны и, соответственно, снижать интенсивность полетов, частично или полностью прекращать ночную эксплуатацию, ограничивать эксплуатацию ВС шумных типов.

В этом случае проблема шума препятствует расширению пропускной способности (ПС) аэродрома, приводя к возникновению противоречия между содержанием понятий «эксплуатационная»  $C_{экс}$ , «экономическая»  $C_{экон}$  и «экологическая»  $C_{экол}$  ПС аэродрома [2]. Экологическая ПС аэродрома выражается максимальным количеством ВС, обслуживаемых за определенный период времени при заданных не нарушенных экологических ограничениях. Определение «экологическая» ПС означает ограничение «эксплуатационной» ПС таким образом, что удовлетворяются требования окружающей среды. Если в регионе расположения аэродрома имеется реальная потребность в воздушных перевозках, то экономическая ПС – это оптимальное значение между такой потребностью и экономической возможностью ее реализации, то есть эффективная ПС. На стадии проектирования аэродрома экономическая ПС фактически является базовой характеристикой и определяется в техническом задании на проектирование.

Все виды пропускной способности аэродрома взаимосвязаны. Реальная ПС аэропорта определяется минимальным значением среди трех выделенных видов ПС:

$$C = \min(C_{экс}; C_{экон}; C_{экол}).$$

Проектной и эксплуатационной задачей является обеспечение таких условий эксплуатации в районе аэродрома, когда экологическая ПС не будет ограничивать экономическую ПС, наиболее определяющую эффективность деятельности аэродрома.

Одним из решений этой задачи, позволяющим уточнить расчетную границу шумовой зоны на текущий и проектируемый периоды с достаточной точностью – это ее верификация по результатам длительного мониторинга авиационного шума. Система мониторинга авиационного шума позволяет собирать, систематизировать и анализировать данные в требуемом объеме длительности измерений.

Для достижения наивысшей экономической ПС необходимо подходить к процедуре установления границ седьмой подзоны приаэродромной территории и устанавливать требования к точности разрабатываемого контура авиационного шума во избежание снижения экологической ПС в случае неграмотного подхода к поставленной задаче.

Установление границы шумовой зоны, определяющей ограничение прав граждан, без ее верификации по результатам длительного мониторинга шума приведет либо к экономическим потерям оператора аэродрома, либо к социальной напряженности, вызванной необоснованными ограничениями прав граждан на использование их земельных участков. Система мониторинга авиационного шума позволяет собирать, систематизировать и анализировать данные в требуемом объеме длительности измерений, который несопоставим с результатами даже очень грамотно организованных краткосрочных измерений с привлечением большого числа наблюдателей и портативных шумомеров.

Кроме подтверждения размеров расчетной шумовой зоны, основной целью верификации является выявление территории, которая однозначно, вне зависимости от конфигурации аэродрома, будет ограничена линией равного уровня шума заданного индекса, определяющего недопустимость к проживанию из условий возможного нанесения вреда здоровью человека при оказании продолжительного воздействия авиационного шума. Проведение верификации позволяет определить границы буферной зоны, в границах которой возможно «управлять авиационным шумом», т.е. проводить мероприятия по минимизации шумового воздействия путем внесения изменений в порядок осуществления полетов на аэродроме [2].

В течение последних 7 лет в районе аэродрома Внуково постоянно функционирует 4 стационарных автоматизированных пункта мониторинга АШ, в том числе с учетом положений ГОСТ Р 53187-2008 [3], с 2020 года их количество в разные периоды составляет от 8 до 12 пунктов мониторинга. На основании проводимой исследовательской работы испытательной лабораторией Центра экологической безопасности гражданской авиации реализован программный продукт [www.noise.aero](http://www.noise.aero). В настоящее время разработана и сертифицирована третья модификация пункта мониторинга авиационного шума собственной разработки ООО «ЦЭБ ГА» - Ecoflight 14.11. Кроме того, в результате длительного анализа шумовых событий автоматизированными пунктами мониторинга АШ в ряде аэродромов однозначно выявлено несовершенство предлагаемых расчетных способов установления границ 7 подзоны. Фактическое различие уровней шума заданного индекса достигает до 6-10 децибел в контрольных точках и установлено, что форма ожидаемого (полученного расчетным способом) контура авиационного шума принципиально различается с фактической.

Применение системы мониторинга авиационного шума для верификации границ седьмой подзоны ПАТ – это не только подтверждение границы седьмой подзоны, но и механизм выделения отдельных шумовых зон для которых принятие управленческих решений по организации работы аэродрома позволит изменить шумовую обстановку в ее границах в интересах проживающего населения.



## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Постановления Правительства Российской Федерации от 2 декабря 2017 г. № 1460 «Об утверждении Правил установления приаэродромной территории, Правил выделения на приаэродромной территории подзон и Правил разрешения разногласий, возникающих между высшими исполнительными органами государственной власти субъектов Российской Федерации и уполномоченными Правительством Российской Федерации федеральными органами исполнительной власти при согласовании проекта решения об установлении приаэродромной территории».
2. Регламент (ЕС) № 598/2014 Европейского парламента от 16 апреля 2014 г. «Об установлении правил и процедур в отношении введения эксплуатационных ограничений, связанных с шумом, в аэропортах Союза в рамках сбалансированного подхода и отмены Директивы 2002 / 30 / ЕС».
3. ГОСТ Р 53187-2008 «Акустика. Шумовой мониторинг городских территорий».

*Кривоносова И. А., Кусова И. В.*

Уфимский государственный авиационный технический университет, г. Уфа, Российская Федерация

### **ОЦЕНКА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ТЕПЛОЭЛЕКТРОЦЕНТРАЛИ КАК ИСТОЧНИКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

*Аннотация.* В работе проведен анализ загрязнения окружающей среды теплоэлектроцентралью. Выявлены основные источники загрязнения и приоритетные загрязняющие вещества. Выполнен расчет выбросов загрязняющих веществ. Рассчитана плата за негативное воздействие на окружающую среду.

*Ключевые слова:* Теплоэлектроцентраль, окружающая среда, загрязняющие вещества, выбросы, сбросы, плата за негативное воздействие на окружающую среду.

*Krivososova I. A., Kusova I. V.*

Ufa State Aviation Technical University, Ufa, Russian Federation

### **ASSESSMENT OF THE ACTIVITY OF A COGENERATION PLANT AS A SOURCE OF ENVIRONMENTAL POLLUTION**

*Annotation.* The analysis of environmental pollution by the cogeneration plant was carried out. The main sources of pollution and priority pollutants are identified. Emissions of pollutants are determined. The payment for the negative impact on the environment is computed.

*Key words:* Cogeneration plant, environment, pollutants, emissions, discharges, payment for negative environmental impact.

Топливо-энергетический комплекс России остается главным загрязнителем окружающей среды. Это связано с тем, что предприятия по добыче и переработке природных углеводородов в структуре хозяйства страны удерживают лидирующие позиции. Нефть и газ остаются главными источниками энергоресурсов и техногенных выбросов.

Теплоэнергетика способствует климатическим изменениям, образованию парникового эффекта и кислотных дождей, значительному уменьшению запасов природных ресурсов, влияет на изменение химического состава водных объектов, является источником загрязнения атмосферы вредными выбросами, пылью, а также радиоактивного и химического загрязнения литосферы.

На основании вышеизложенного, рассмотрение данной темы является актуальным.

В связи с этим, целью данной работы является анализ загрязнения окружающей среды объектом теплоэнергетики.

Объектом исследования является структурная единица электроэнергетики – теплоэлектроцентраль, использующая в качестве основного вида топлива природный газ, и в качестве резервного – мазут.

Теплоэлектроцентраль (ТЭЦ) – это разновидность тепловой электростанции, которая является источником тепловой энергии в централизованных системах теплоснабжения, в виде технологического пара и горячей воды (в том числе и для обеспечения горячего водоснабжения и отопления жилых и промышленных объектов), а так же производит электроэнергию в теплый период года.

Исследуемая теплоэлектроцентраль входит в состав Южно-Уральской дирекции тепловодоснабжения. В ее основные задачи входит:

- выработка тепловой энергии и подача ее потребителю, а именно подача тепла в систему теплоснабжения в замкнутом контуре;
- подача тепла на производственные участки ОАО «РЖД» и в муниципальные здания поселка;
- выработка и подача ГВС (горячего водоснабжения);
- текущий ремонт и содержание котельной и вспомогательного оборудования [1].

На рис. 1 наглядно представлена схема производственной структуры ТЭЦ.

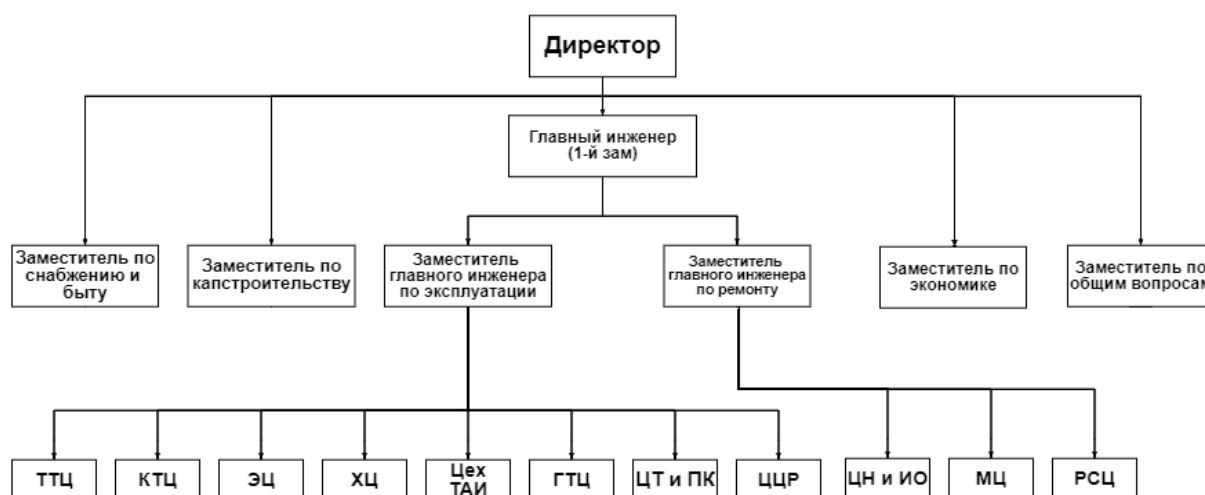


Рис. 1. Цеховая организационно – производственная структура ТЭЦ

ТТЦ – топливно-транспортный цех; КТЦ – котельно-турбинная установка; ЭЦ – электрический цех; ХЦ – химический цех; Цех ТАИ – цех тепловой автоматизации измерений; ГТЦ – гидротехнический цех; ЦТ и ПК – цех теплоснабжения и подземных коммуникаций; ЦЦР – цех централизованного ремонта; ЦН и ИО – цех наладки и испытания оборудования; МЦ – механический цех; РСЦ – ремонтно-строительный цех

Анализируя рис. 1, можно выявить основные цеха и установки, в которых происходит образование загрязняющих веществ, негативно влияющих на окружающую среду, к ним относятся: топливно-транспортный цех, котельно-турбинная установка, химический цех.

Основными источниками загрязнения окружающей среды являются непосредственно котел, в котором сгорает топливо, дымовые трубы, через которые дымовые газы попадают в атмосферу, система водоподготовки, использующая в качестве реактивов различные химические вещества (кислоты, щелочи и т.п), отходы от сжигания мазута (твердые частицы).

Результатом работы ТЭЦ является загрязнение атмосферы продуктами горения топлива. Исследуемая теплоэлектроцентраль использует в качестве топлива мазут, приоритетными загрязняющими веществами являются оксиды азота, оксиды углерода, твердые частицы (летучая зола), диоксид серы и бензапирен (концентрация которого мала, так как используется современная технология сжигания топлива, обеспечивающая высокий коэффициент полноты окисления).

Технологический процесс производства электроэнергии и тепла тесно связан с водоподготовкой и водопотреблением. Выделим некоторые виды взаимодействий ТЭЦ с окружающей средой:

– водоподготовка и водопотребление способствуют изменению естественного материального баланса водной среды (сточные воды содержат химические вещества от процессов химводоочистки: растворы едкого натра, соляной кислоты, солей аммиака, трилона Б);

– выбросы теплоты, теплых сточных вод, вследствие чего возможно локальное постоянное повышение температуры в водоеме, изменение распределений осадков, испарений, туманов [3].

Приоритетными загрязняющими веществами сточных вод являются натрий, хлориды и сульфаты. Сточные воды ТЭЦ смешиваются с хозяйственнобытовыми и сбрасываются в общую систему канализации города.

Выполнен расчет платы за негативное воздействие деятельности ТЭЦ на окружающую среду. Общая сумма платы за негативное воздействие ТЭЦ на окружающую среду составила 453 167,76 руб., вклад загрязняющих веществ в размер платы за негативное воздействие на атмосферу и гидросферу представлен на рис. 2, 3.

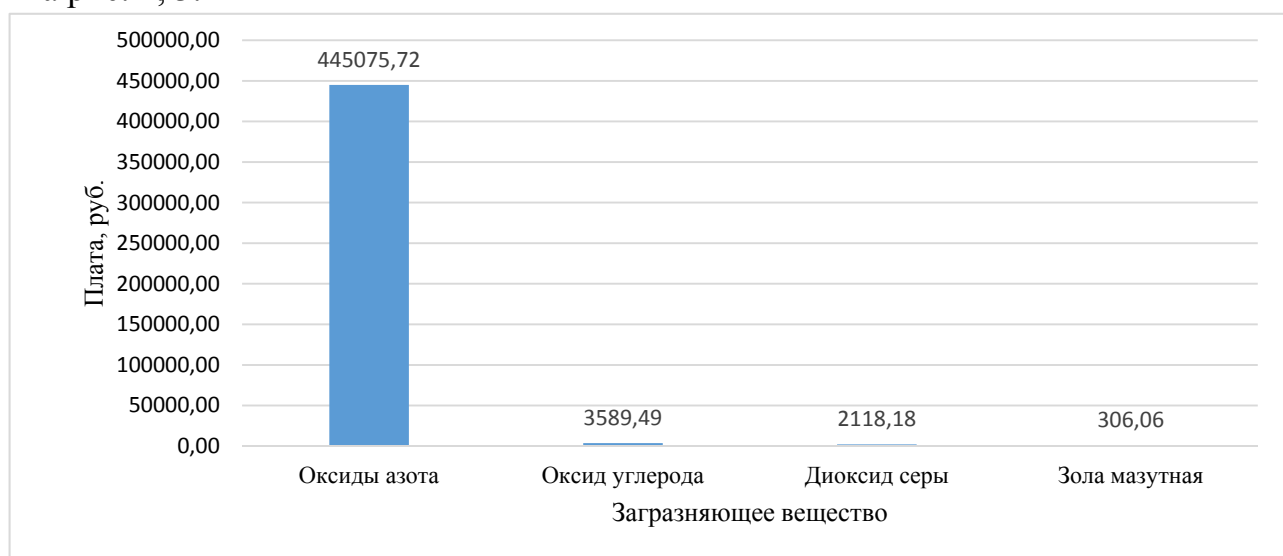


Рис. 2. Вклад загрязняющих веществ в размер платы за негативное воздействие на атмосферу

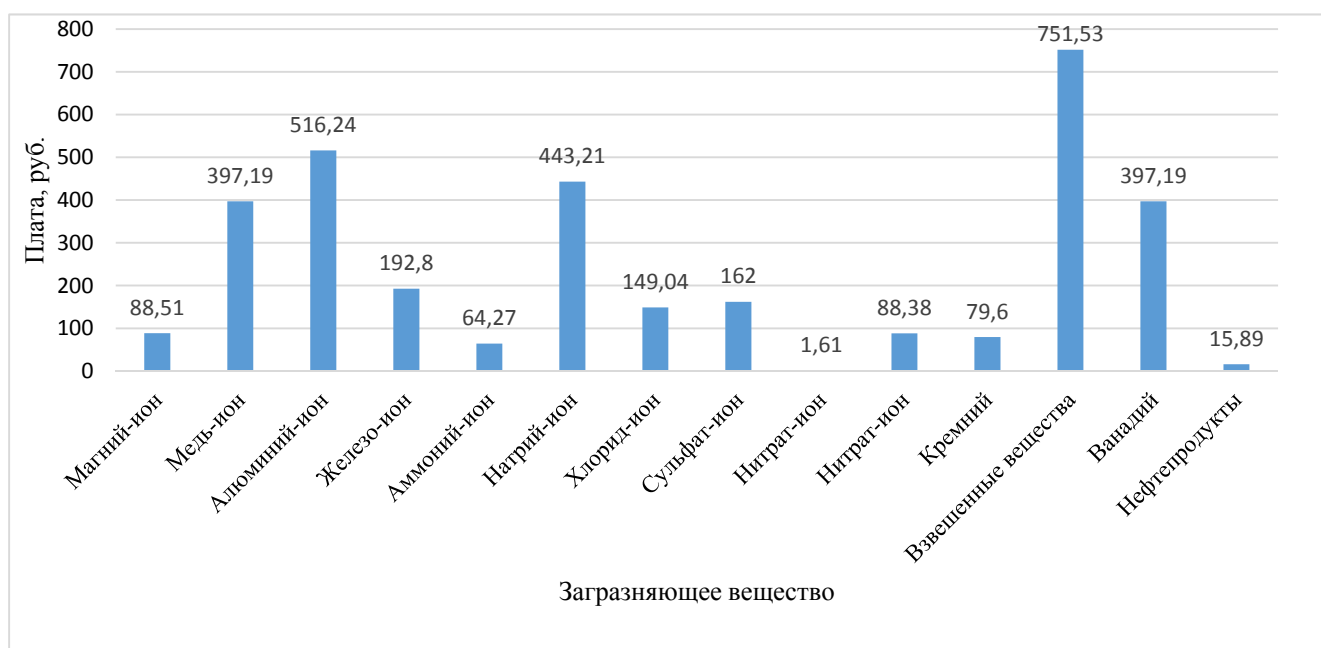


Рис. 3. Вклад загрязняющих веществ в размер платы за негативное воздействие на гидросферу

Из рис. 2 видно, что наибольший вклад в размер платы за негативное воздействие на атмосферу приносят оксиды азота.

Как видно из рисунка 3, наибольший вклад в размер платы за негативное воздействие на гидросферу вносят взвешенные вещества.

Таким образом проведен анализ деятельности теплоэлектростанции, как источника загрязнения окружающей среды. Основными источниками загрязнения являются дымовая труба и сточные воды. Выявлены приоритетные загрязняющие вещества, оказывающие негативное влияние на окружающую среду, а именно: выбрасываемые в атмосферу (оксиды азота, оксиды углерода, диоксид серы, бенз(а)пирен и твердые частицы); сбрасываемые в систему канализаций (теплые сточные воды, с примесями от процессов химводоочистки). Выявлено, что в процессе работы образуется малое количество отходов, следовательно, отсутствует необходимость в их утилизации и сооружении отвалов. Рассчитаны выбросы загрязняющих веществ в атмосферу, наибольший вклад приносит оксид углерода 563,090 т/год. Рассчитана плата за негативное воздействие на окружающую среду.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ТЭЦ – надежный источник производства энергии [ Электронный ресурс] URL: <http://www.combienergy.ru/stat/966-TEC-nadejnyy-istochnik-proizvodstva-energii> (дата обращения: 19.04.2021).
2. Быстрицкий Г.Ф., Гасангаджиев Г.Г., Кожиченков В.С. Общая энергетика (Производство тепловой и электрической энергии). – М.: КНОРУС, 2014. – 408 с.
3. Водоподготовка в энергетике/Копылов А.С., Лавыгин В.М., Очков В.Ф.//стереот. – М.:Издательский дом МЭИ. 2016. – 309 с.

*Леонов В. Ю.<sup>1</sup>, Николайкин Н. И.<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Центр экологической безопасности гражданской авиации, г. Москва, Российская Федерация

<sup>2</sup>Московский государственный технический университет гражданской авиации (МГТУ ГА), г. Москва, Российская Федерация

## **О НЕОБХОДИМОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ВАЛИДАЦИИ РЕЗУЛЬТАТОВ РАСЧЁТА МЕСТНОГО КАЧЕСТВА ВОЗДУХА АЭРОПОРТОВ ОТ АВИАЦИОННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

*Аннотация.* В статье приводится анализ известных моделей расчета загрязненности воздуха аэропортов от основных двигателей воздушных судов. Для обеспечения необходимой точности расчета концентраций при рассеивании загрязняющих веществ для сценария с высокой интенсивностью полетов самолетов требуется значительное количество исходных данных и проведение

валидации результатов расчёта сравнением их с массивами данных, замеренных в аэропорту ранее.

*Ключевые слова:* аэропорт, двигатели, загрязнение воздуха, моделирование, валидация.

*Leonov V. Yu.<sup>1</sup>, Nikolaykin N. I.<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Center for Environmental Safety of Civil Aviation, Moscow, Russian Federation

<sup>2</sup>Moscow State Technical University of Civil Aviation" (MSTU GA), Moscow, Russian Federation

## **ON THE NEED OF THE CALCULATION RESULTS VALIDATION OF THE AIRPORTS LOCAL AIR QUALITY**

*Abstract.* The article provides an analysis of known models for calculating airports air pollution from main aircraft engines. To ensure the necessary accuracy of calculation of concentrations when dispersing pollutants for a scenario with high aircraft flight intensity, a significant amount of initial data is required and the calculation results are validated by comparing them with the data arrays measured at the airport earlier.

*Keywords:* airport, engines, air pollution, modeling, validation.

Негативное влияние, оказываемое функционированием аэропортов при эксплуатации наземных и воздушных источников, принято характеризовать, в том числе, по уровням и расчетным границам загрязнения окружающей среды. Воздушные суда (ВС) проявляют себя одновременно в качестве наземных и воздушных источников аэропорта, где основные авиадвигатели (АД) ВС могут быть преобладающим источником выбросов загрязняющих веществ (ЗВ) в аэропортах.

Выбросы ЗВ от основных двигателей ВС, принято определять в пределах взлетно-посадочного цикла (ВПЦ) ИКАО, который ограничивается высотой 914 метров над уровнем земли [1]. Стандартный эмиссионный ВПЦ разрабатывался для целей сертификации и демонстрации соответствия действующим стандартам на эмиссию. Также по умолчанию эмиссионный ВПЦ используется в виде искусственной модели для последующего расчета эмиссии ЗВ от основных двигателей ВС, для которой характерно наличие отклонений по сравнению с реальными условиями в различных аэропортах, что показано в примере методики [2].

При разработке моделей расчета местного качества воздуха аэропортов от основных двигателей ВС следует использовать более надежные эксплуатационные данные, характеризующие конкретный аэропорт. Эти данные должны быть основаны на замерах времени характерного для структуры рулежных дорожек конкретного аэропорта, времени руления ВС от взлетно-посадочной полосы (ВПП) до места стоянки на перроне и, наоборот, от места стоянки на перроне до ВПП при выруливании, включая возможное время

ожидания для взлета с ВПП конкретного аэродрома. Использование замеренных значений времени руления в конкретном аэропорту позволяет более точно оценить эмиссию на этапе руления при работе АД на режиме малого газа в рамках ВППЦ.

Источником загрязняющих веществ, в рассматриваемом случае являются основные двигатели движущихся ВС. Они влияют на концентрацию ЗВ в приземном слое атмосферы, которая также зависит от местоположения ВС на территории аэропорта, удельного массового расхода топлива, динамики движения выхлопных газов в атмосфере и их перемешивания с окружающим воздухом. В итоге в приземном и нижних слоях атмосферы образуется шлейф ЗВ от АД ВС.

При взаимодействии газов реактивной струи с окружающей атмосферой происходит окисление продуктов сгорания авиатоплива и образуются новые химические соединения.

Расчетные модели оценки местного качества воздуха вблизи аэропортов, прошли верификацию группы моделирования в таких аэропортах как: ADMS-Airport (Великобритания), AEDT/EDMS (США), LASPORT (Германия, Швейцария), ALAQS-AV (Франция), PEGAS (Россия), что отражено в 2016 г. в докладе на десятом совещании Комитета по охране окружающей среды от воздействия авиации ИКАО [3].

Представленные модели расчета концентраций ЗВ в шлейфе газов реактивной струи дают возможность получить лишь приблизительные результаты. Это связано с тем, что используются упрощенные эмпирические модели описания физических процессов в турбулентном воздушном потоке от струи без учета воздействия струй разных АД друг с другом и без учёта протекания химических реакций. При этом используется разделение на «категории моделирования самолетов» [1], что, прежде всего, сказывается на увеличении неопределенности результатов расчётов. Особенно низкая точность расчета рассеивания имеет место для сценария с высокой интенсивностью полетов ВС.

Таким образом, в конкретном аэропорту требуется проведение комплекса научных исследований, включающих проведение валидации результатов расчёта. Необходимо показать насколько хорошо модель и расчетная программа описывают реальные условия аэропорта. Чаще всего для сравнения используются массивы экспериментальных данных, полученных в этом аэропорту ранее.

Для валидации важно, чтобы такие массивы натурных измерений были достаточно полными, что лучше всего достигается проведением длительного мониторинга с использованием автоматизированного оборудования накопления и обработки данных измерений.

По мере накопления научных знаний существующие модели оценки местного качества воздуха вблизи аэропортов будут совершенствоваться.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Doc 9889, Руководство по качеству воздуха в аэропортах. ИКАО, 2011, URL: [https://www.icao.int/publications/Documents/9889\\_cons\\_en.pdf](https://www.icao.int/publications/Documents/9889_cons_en.pdf). С. 1 – 210.
2. Картышев О.А. Методика расчета выбросов загрязняющих веществ двигателями воздушных судов гражданской авиации / Картышев О.А., Медведев В.В., Запорожец А.И. – Москва: ФГУП ГосНИИ ГА, ЗАО Центр экологической безопасности ГА, 2007 г.
3. Doc 10069, САЕР/10, ICAO. Доклад десятого совещания Комитета по охране окружающей среды от воздействия авиации. Приложение А. 2016. С. 68 – 69.

*Сокольская Е. А., Метрофанова Н. А.*

Астраханский государственный университет, г. Астрахань, Российская Федерация

### **НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ОРГАНИЗАЦИИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ПО ПРОИЗВОДСТВУ АММИАКА, АММИАЧНОЙ СЕЛИТРЫ И НЕОРГАНИЧЕСКИХ КИСЛОТ НА ПРИМЕРЕ АО «КАЗАЗОТ»**

*Аннотация.* В статье раскрываются экологические проблемы производства минеральных удобрений и аммиака. Выделяются и описываются характерные особенности экологического мониторинга атмосферного воздуха на предприятии по производству аммиачных удобрений, аммиака и неорганических кислот на примере АО «КазАзот». Значительное внимание уделяется мероприятиям в области охраны атмосферного воздуха и рациональному использованию природных ресурсов.

*Ключевые слова:* Аммиак, аммиачная селитра, азотная кислота, экологический мониторинг, загрязнение атмосферного воздуха, природоохранные мероприятия.

*Sokolskaya E. A., Metrofanova N. A.*

Astrakhan State University, Astrakhan, Russian Federation

### **SOME ASPECTS OF THE ATMOSPHERIC AIR ECOLOGICAL MONITORING ORGANIZATION AT THE ENTERPRISE FOR THE PRODUCTION OF AMMONIA, AMMONIUM NITRATE AND INORGANIC ACIDS USING THE EXAMPLE OF KAZAZOT JSC**

*Abstract.* The article reveals the environmental problems of the production of mineral fertilizers and ammonia. The characteristic features of environmental monitoring of atmospheric air at the enterprise for the production of ammonia fertilizers, ammonia and inorganic acids are highlighted and described using the



example of KazAzot JSC. Considerable attention is paid to measures in the field of atmospheric air protection and rational use of natural resources.

*Key words:* Ammonia, ammonium nitrate, nitric acid, environmental monitoring, air pollution, environmental protection measures

В настоящий момент одной из ведущих отраслей промышленности является химическое производство, включающее в себя производство минеральных удобрений, аммиака и неорганических кислот. Значение химической промышленности для других отраслей и сфер деятельности человека масштабно и значимо. Особенно большую роль играет обеспечение химической продукции быстро развивающегося сельского хозяйства, а именно различными видами удобрений.

К основным видам минеральных удобрений относятся азотные, а именно аммиачная селитра, карбамид, сульфат аммония, водные растворы аммиака и т.д.

Азот имеет исключительно важное значение в жизнедеятельности и росте растений. Так, он является составной частью хлорофилла, без которого невозможен фотосинтез. Азот участвует в образовании белковых веществ, необходимых для построения живой клетки. Растения могут потреблять азот в виде нитратов и ионов аммония, т.е. только связанный азот. Относительно небольшие количества связанного азота образуются из атмосферного благодаря деятельности почвенных микроорганизмов. Однако в связи с ускоренными темпами развития земледелия растения нуждаются в дополнительном внесении в почву азотных удобрений, которые получают в результате промышленного связывания атмосферного азота.

Азотные удобрения отличаются друг от друга по содержанию в них азота, по форме соединений азота, фазовому состоянию и т.д. По выпуску и использованию в сельском хозяйстве наиболее важным и универсальным азотным удобрением является аммиачная селитра [5].

Аммиачная селитра, или нитрат аммония ( $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ) представляет собой кристаллическое вещество белого цвета, которое содержит азот в аммонийной и нитратной формах, что достаточно легко усваиваются растениями. Аммонийный азот, непосредственно участвующий в синтезе белка, быстро усваивается растениями в период роста; нитратный азот усваивается относительно медленно, поэтому действует более продолжительное время [6]. Аммиачная селитра – наиболее эффективна из известных азотных удобрений. Вносится под большинство сельскохозяйственных культур во все типы почв; отличается высокой усвояемостью азота [2, 6].

Несмотря на то что внесение аммиачных удобрений оказывает положительный эффект на жизнедеятельность растений, процесс производства аммиака и селитры сопровождается образованием загрязняющих веществ, что обусловлено достаточно высокой опасностью исходных продуктов.

К негативному воздействию на окружающую среду при производстве азотных удобрений относятся загрязнение атмосферного воздуха, сброс

неочищенных сточных вод и загрязнение почвенного покрова, обусловленное в первую очередь выбросами в атмосферу поллютантов в ходе производственной деятельности предприятий [1].

Аммиачная селитра, аммиак и азотная кислота – основная химическая продукция, получаемые при производстве на предприятии АО «КазАзот», являющимся единственным промышленным объектом в данной сфере не только в г. Актау, но и по всей Республики Казахстан. Преимущество выпуска аммиачной селитры – применение данного продукта не только в качестве основного удобрения, но и в добыче урана и производстве взрывчатых веществ.

Обороты производимой продукции наращиваются ежегодно, вследствие чего возрастает вероятность загрязнения всех компонентов окружающей среды, в т.ч. атмосферного воздуха. В связи с этим основными направлениями экологической политики предприятия является осуществление производственного экологического мониторинга в соответствии с программой производственного экологического контроля, включающего в себя мониторинг атмосферного воздуха в зоне активного загрязнения объекта и на границе СЗЗ.

В ходе осуществления производственного экологического мониторинга на предприятии выполняется операционный мониторинг, заключающийся в контроле соблюдения технологического регламента производственного процесса по объемам выбросов загрязняющих веществ в атмосферу; мониторинг эмиссий, включающий в себя наблюдения за выбросами токсичных веществ на основных источниках выбросов; мониторинг воздействия или оценку фактического состояния загрязнения атмосферного воздуха в конкретных точках наблюдения на местности.

К основным загрязняющим веществам, выбрасываемых в атмосферный воздух от источников выбросов предприятия, относятся аммиак, оксиды азота, диоксид и оксид углерода, диоксид серы, метан, пыль минеральных удобрений. Список основных источников выбросов токсичных веществ в атмосферу приведен в табл.1.

*Таблица 1*

Характеристика основных источников загрязнения атмосферного воздуха  
АО «КазАзот»

№	Наименование источника производства	Характеристика производственных процессов	Загрязняющие вещества
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
1	Печь ППР-600	При сжигании природного газа в данной печи происходит выброс ЗВ через трубу	Диоксид азота, оксида углерода

1	2	3	4
2	Факел сброса CO <sub>2</sub>	В результате очистки конвертированного газа происходит выброс диоксид углерода в атмосферу через трубу	Диоксид углерода
3	Абсорбционная колонна	В результате абсорбции окислов азота происходит выделение 3В через трубу	Диоксид азота, аммиак
4	Ёмкости приёма и хранения азотной кислоты	При приеме и хранении азотной кислоты выделяются пары кислоты	Диоксид азота
5	Дымовая труба ГПЭС	Охлажденные выхлопные газы двигателя отводятся в атмосферу системой выхлопных газопроводов через металлическую дымовую трубу	Диоксид азота, оксид азота, оксид углерода, диоксид серы

На предприятии АО «КазАзот» предусмотрено внедрение ряда мероприятий, которые направлены на снижение негативного воздействия на атмосферный воздух, а именно контроль за соблюдением природоохранного законодательства; контроль параметров и концентраций оксида углерода, оксида и диоксида азота, пыли неорганической, аммиака в соответствии с нормативами ПДВ инструментально-лабораторным методом. Периодичность контроля – согласно проекту ПДВ (ежеквартально, ежегодно).

Кроме этого, на промышленном объекте принята программа мероприятий, предпринимаемых в условиях чрезвычайной ситуации и нештатных ситуаций, например, аварий. В случае возникновения неконтролируемой ситуации на предприятии предпринимаются все возможные меры по её скорейшему прекращению, локализации и ликвидации последствий.

Также для сохранения благоприятной окружающей среды АО «КазАзот» проводит ряд природоохранных мероприятий. Мероприятия в области охраны окружающей среды включают в себя рациональное использование природных

ресурсов; улучшение системы мониторинга окружающей среды; соблюдение нормативно-технической документации; внедрение новых прогрессивных технологий, модернизацию технологического оборудования.

Так, в целях соблюдения норм ПДК оксида и диоксида азота в санитарно-защитной зоне воздушного бассейна (1000 м) осуществляется очистка отработанных газов после абсорбционных колонн. Очистка этих газов производится методом селективного каталитического восстановления окислов азота газообразным аммиаком на ванадиевом катализаторе АВК-10 при температуре 230-300°C и давлении 0,34 МПа. Данный метод считается эффективным в защите окружающей среды от загрязнений производства аммиачной селитры и аммиака [3, 4].

Отсюда следует, что в настоящее время на АО «КазАзот» налажена система производственного экологического мониторинга, включающая в себя мониторинг атмосферного воздуха на границе ССЗ, что актуально в связи с возрастающей степенью влияния химической промышленности на биосферу. Помимо этого, на предприятии реализуются мероприятия по защите окружающей среды и здоровья населения от негативного воздействия производственных процессов.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Итс 2-2015 Производство аммиака, минеральных удобрений и неорганических кислот / Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям, 2016. – 24-28с.
2. Азотные удобрения: виды и свойства. [Эл. ресурс] – Режим доступа: [https://www.newchemistry.ru/printletter.php?n\\_id=2179](https://www.newchemistry.ru/printletter.php?n_id=2179) (Дата обращения: 26.04.2021 г.)
3. Годовой отчет АО «КазАзот» 2018 год. [Эл. ресурс] – Режим доступа: [https://kase.kz/files/emitters/KZAZ/kzazp\\_2018\\_rus.pdf](https://kase.kz/files/emitters/KZAZ/kzazp_2018_rus.pdf) (Дата обращения: 26.04.2021 г.)
4. Компания КазАзот – производитель аммиака и аммиачной селитры. [Эл. ресурс] – Режим доступа: <http://www.kazazot.kz> (Дата обращения: 26.04.2021 г.)
5. Производство аммиачной селитры. [Эл. ресурс] – Режим доступа: [https://revolution.allbest.ru/manufacture/00777243\\_0.html#text](https://revolution.allbest.ru/manufacture/00777243_0.html#text) (Дата обращения: 26.04.2021 г.)
6. Производство аммиачной селитры. [Эл. ресурс] – Режим доступа: <https://www.bibliofond.ru/view.aspx?id=810538#text> (Дата обращения: 26.04.2021 г.)

Милюткин В. А.,<sup>1</sup> Толпекин С. А.,<sup>1</sup> Бородулин И. В.,<sup>2</sup> Азарков Е. А.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО Самарский государственный аграрный университет,  
г. Самара, Российская Федерация

<sup>2</sup>ООО «Эковолга», г. Самара, Российская Федерация

## **БИОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ РЕГИОНАЛЬНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОДОЕМОВ СУЛЬФАТАМИ ПО КОНЦЕНТРАЦИИ СИНЕ-ЗЕЛЕННЫХ ВОДОРОСЛЕЙ С ИХ СБОРОМ**

*Аннотация.* В статье предлагается способ проведения мониторинга загрязнения водных экосистем химическими веществами фосфатами, активизирующими развитие биосистем и в частности на развитие сине-зеленых водорослей (СЗВ) - главным образом цианобактерии. Данные водоросли, наряду с полезным эффектом – образование и выделение кислорода, имеют также отрицательные последствия, создавая в конце своего развития с окончанием летнего периода (теплых температур), также вредные вещества-токсины опасные для здоровья человека, животных, рыб за счет своей токсичности и потребления кислорода на разложение при гниении после окончания вегетации.

*Ключевые слова:* экология, сине-зеленые водоросли, цианобактерии, мониторинг, управление, сбор, технические средства.

Milyutkin V. A., <sup>1</sup>Tolpekin S. A., <sup>1</sup>Borodulin I. V., <sup>2</sup>Agarkov E. A. <sup>2</sup>

<sup>1</sup>Samara State Agrarian University, Samara, R.F.

<sup>2</sup>ООО "Ekovolga", Samara, Russian Federation.

## **BIOLOGICAL MONITORING OF REGIONAL POLLUTION OF WATER BODIES WITH SULPHATES BY CONCENTRATION OF BLUE-GREEN ALGAE**

*Annotation.* The article proposes a method for monitoring the pollution of aquatic ecosystems with chemicals nitrogen, phosphorus, which have a positive effect on the development of biosystems and in particular on the development of blue-green algae (BGA) - mainly on cyanobacteria. Cyanobacteria, along with the beneficial effect - the formation and release of oxygen, also have negative consequences, forming at the end of their development with the end of summer (warm temperatures), also harmful substances-toxins that have a negative effect on humans and animals due to its toxicity and oxygen consumption during decomposition and decay after the end of the growing season.

*Key words:* ecology, blue-green algae, cyanobacteria, monitoring, management, collection, technical means.

**Введение.** Проблема поддержания положительной экологии водных объектов последнее время приобретает особое значение. Из-за ошибок человека в

преобразовании природы ради своего благополучия, окружающая среда часто выходит из равновесного баланса, при этом в первую очередь опять же страдает человек. В наших исследованиях изучается объективно - отрицательное воздействие на окружающую среду-природу загрязнение водоемов (в нашем случае р.Волга [1,2] (рис.1) и водотоков отходами производства: фосфатами, при использовании моющих средств в быту и производстве, а также при внесении фосфорных удобрений в сельском хозяйстве.

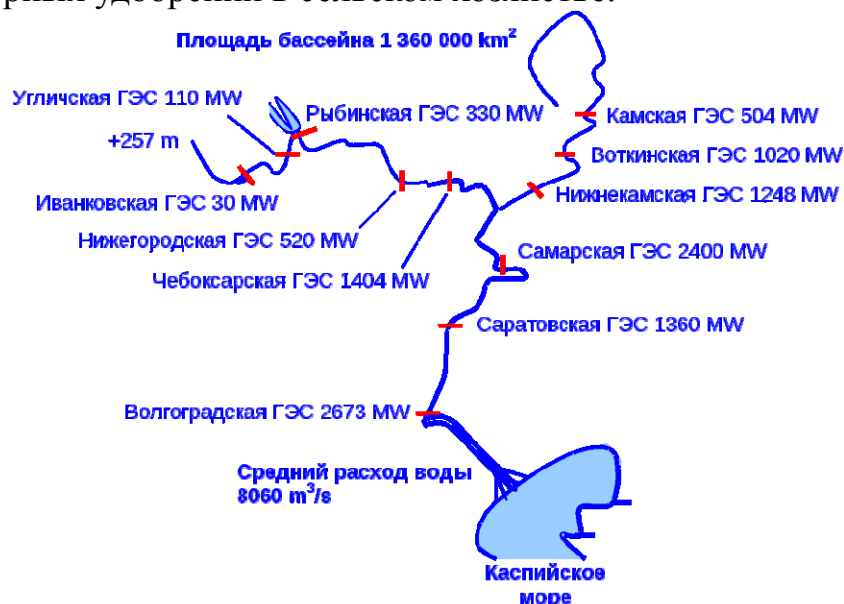


Рис. 1. Расположение гидроэлектростанций и водохранилищ Волжско-Камского каскада

В дальнейшем приходится прикладывать значительные усилия для устранения причиненного ущерба природе. В частности неоспоримо-важное решение энергетической проблемы для страны - строительством ГЭС создало грандиозную проблему снижения скорости воды, ее самоочищения от СЗВ, особенно продуктивно развивающихся и загрязняющих Волгу в огромных водохранилищах перед ГЭС. Часто отрицательное антропогенное воздействие на окружающую природу устранить невозможно и человек должен приспосабливаться к данным нежелательным обстоятельствам, созданным им же.

Анализ проблемы и предложения по решению. АО «Эковолга», Международная академия аграрного образования и Самарский государственный аграрный университет последние 10 лет проводят совместные исследования по разработке мероприятий возможной корректировки и локальному «управлению» в региональных водных объектах сезонного масштабного развития СЗВ – особенно опасных сине-зеленых водорослей (цианобактерий), выделяющих токсины при отмирании в конце лета. Наша инициативная научно-практическая работа позволяет сделать определенные выводы и предложения: I – по технологиям и техническим средствам частичного решения имеющихся проблем [1-10], II-обсудить предложенную методику биологического

мониторинга загрязнения воды фосфатами по концентрации СЗВ в границах региона, расположенного у водотока или водоема, и по возможности ее использовать.

По пункту - I нами разработан ряд технологий и технических средств: 1 – по механизированному сбору СЗВ как в водоемах, так и в водотоках различными-ми техническими средствами[3-5]; 2 – по локальной защите мест массового посещения людьми открытых водных объектов; 3 – по заготовкам СЗВ и их сушке с возможностью хранения для межсезонного использования при переработке [6] после сбора; 4 – по обработке водных объектов химическими и биологическими средствами; 5 – по переработке и использованию в качестве органических удобрений при возделывании полевых культур; 6 – по искусственному выращиванию для применения в качестве возобновляемых энергетических средств [7–8], 7 – по подготовке к переработке и переработке водорослей для получения био-газа и биотоплива III поколения; 8–по очистке водоемов от донных отложений, насыщенных как правило СЗВ с их эффективным использованием в качестве органических удобрений. Новизна наших исследований оформлена 25 патен-тами на изобретения и полезные модели.

По пункту – II нами предлагается локальная оценка загрязнения водоемов и водотоков СЗВ в близи городов с использованием мониторинга причин их интенсивного развития путем тестирования загрязнения водной среды. Так как ве-гетацию СЗВ значительно стимулируют в основном фосфаты, поступающие в воду с промышленными и бытовыми отходами, а также с полей агрофирм, то по их количеству и изменению цвета воды при «цветении» СЗВ, могут быть определены источники, вызывающие загрязнение воды по их концентрации. То есть тестирование концентрации СЗВ можно проводить приборами с автоматизированным фиксированием показателей, их преобразованием и сравнительной оценкой по тарировочным образцам. Для этих целей за основу целесообразно использовать модернизированный прибор ТАУМЕТР для измерения светопропускания стекла. Вместо проверяемой степени затенения стекла с использованием прозрачной плоской емкости исследуется концентрация водно-водорослевого образца с интересуемого участка водоема или водотока по сни-жению свето-пропускной способности тестируемого образца (рис.1) [9-10].

Естественным образом водоросли снижают свето-пропускную способность воды и соответственно чем выше концентрация СЗВ, тем меньше света от осветителя попадает на фотоприемник. Данная информация, при ее передаче, например в Росприроднадзор, позволит принять оптимальное редуцирующее решение к организациям, загрязняющим воду. Для непрерывного тестирования концентрации водорослей в воде в месте замера размещаются две прозрачные пластины на определенном расстоянии друг от друга с возможностью протока воды с водорослями между ними. Все остальные операции замера, обработки и передаче информации по концентрации водорослей в воде для принятия необ-ходимых решений аналогичны.

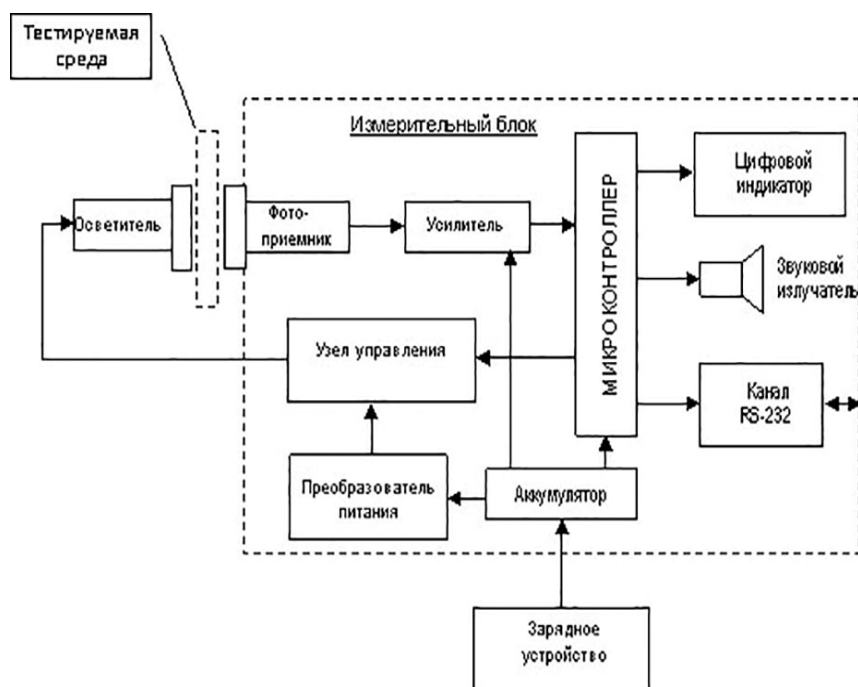


Рис. 1. Прибор для определения концентрации сине-зеленых водорослей по «тестированию среды» по аналогии с технологической схемой ТАУМЕТРА

### Выводы

1. Биологическое тестирование и мониторинг загрязнения воды по концентрации сине-зеленых водорослей дает возможность более объективной оценки качества используемой воды с выявлением региональных источников ее загрязнения отходами производства и быта с оптимальным управлением очистки.

2. Инновационные технические средства и технологии позволяют локально фиксировать и решать проблему загрязнения водоемов и водотоков СЗВ.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Милюткин В.А., Бородулин И.В., Агарков Е.А. Некоторые "попытки" исправления глобального антропогенного негативного воздействия на биосферу (на примере борьбы с загрязнением - "цветением" водоемов и водотоков)  
В сборнике: Актуальные проблемы экологии и природопользования. сборник научных трудов XXI Международной научно-практической конференции: в 3 т. Российский университет дружбы народов. Москва, 2020. С. 156-162.
2. Милюткин В.А., Бородулин И.В., Агарков Е.А. Создание экологически чистых (без сине-зеленых водорослей) участков-зон в водотоках-реках, безопасных для человека. В сборнике: Медико-экологические информационные технологии - 2019. сборник научных статей по материалам XXII Международной научно-технической конференции, посвящается 55-



летию Юго-Западного государственного университета. Ответственный редактор Н. А. Кореневский. 2019. С. 17-23.

3. Агрегат для очистки водоемов от водорослей: пат.2596017 Российская Федерация, МПК Е 02В 15/00. / Милюткин В.А., Стребков Н.Ф., Котов Д.Н., Бородулин И.В.; ООО «ЭКОВОЛГА». - № 2015120313; заявл. 28.05.15, опубл. 27.08.16, Бюл. № 24. 5 с.
4. Устройство для очистки водоемов от сине-зеленых водорослей: пат. № 2582365 Российская Федерация, МПК Е 02В 15/10. / Милюткин В.А., Стребков Н.Ф., Бородулин И.В.; ООО «ЭКОВОЛГА».-№ 2014131847;заявл.31.07.14, опубл. 27.04.16, Бюл. № 12. 5 с.
5. Технические средства для обеспечения безопасной экологической среды в водоемах / В.А. Милюткин, И.В. Бородулин, З.П. Антонова, Н.Ф. Стребков // 7th interna-tional scientific conference «applied sciences te-chnologies in the united states and europa: common challe scientific findings» Papers of the 7th International Scientific Conference CI-BUNET Publishing; ORT Publishing; All authors of the current issue.2014.–С.131-136
6. Сушилка для сине-зеленых водорослей: пат. №2606811 Российская Федерация, МПКА 01Д 44/00 / Милюткин В.А., Бородулин И.В., Стребков Н.Ф., Антонова З.П.; ООО «ЭКОВОЛГА». - № 2015134194; заявл. 13.08.15; опубл.10.01.17, Бюл № 1.
7. Способ утилизации продуктов сгорания установок, использующих природный газ : пат. № 2608495 Российская Федерация, МПК А 01G 7/02 / Бородулин И.В., Милюткин В.А., Антонова З.П., Панкеев С.А.; ООО «ЭКОВОЛГА». № 2015132501; заявл 04.08.15; опубл.18.01.17, Бюл. №2. 5 с.
8. Устройство для утилизации продуктов сгорания энергоустановок, использующих природный газ: пат. № 2599436 Российская Федерация, МПК С 12М 1/04 / Бородулин И.В., Милюткин В.А., Антонова З.П., Панкеев С.А.; ООО «ЭКО-ВОЛГА». - № 2015132504; заявл. 04.08.15; опубл. 10.10.16, Бюл. № 28. 5 с.
9. Милюткин В.А., Бородулин И.В., Агарков Е.А. Методика и технические средства для биологической оценки загрязнения открытых водных источников в регионах вдоль больших рек по концентрации сине-зеленых водорослей.  
В сборнике: Проблемы и мониторинг природных экосистем. Сборник статей VII Всероссийской научно-практической конференции. 2020. С. 99-103.
10. Милюткин В.А., Бородулин И.В., Агарков Е.А. Биологический мониторинг водных экосистем-водотоков и водоемов по концентрации сине-зеленых водорослей. В сборнике: Проблемы и мониторинг природных экосистем. Сборник статей VII Всероссийской научно-практической конференции. 2020. С. 103-107.

*Шаяхметова А. Б., Мусина С. А.*

Уфимский государственный авиационный технический университет, г. Уфа,  
Российская Федерация

## **АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА В Г. УФА**

*Аннотация.* В работе проведен анализ состояния атмосферного воздуха в г.Уфа по показателям загрязнения. Определены объемы выбросов от стационарных и передвижных источников. Предложены мероприятия по улучшению качества атмосферного воздуха в городах.

*Ключевые слова:* атмосферный воздух городов, показатели загрязнения атмосферы, Уфа, выбросы от стационарных источников, выбросы от передвижных источников.

*Sayahmetova A. B., Musina S. A.*

Ufa State Aviation Technical University, Ufa, Russian Federation

## **ANALYSIS OF THE ATMOSPHERIC AIR STATE IN UFA**

*Abstract.* In the work analyzes the state of atmospheric air in Ufa in terms of pollution. The volumes of emissions from stationary and mobile sources have been determined. Measures are proposed to improve the quality of atmospheric air in cities.

*Key words:* atmospheric air of cities, indicators of atmospheric pollution, Ufa, emissions from stationary sources, emissions from mobile sources.

Качество атмосферного воздуха является важным фактором, влияющим на жизнь и здоровье населения урбанизированных территорий. Анализ показателей состояния здоровья населения Республики Башкортостан по материалам государственного доклада «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации с 2015-2019 гг» показывает, что из многообразных факторов риска на здоровье населения в городах республики в основном влияют образ жизни и среда обитания [1].

Несмотря на то, что по результатам лабораторных исследований факторов среды обитания, проводимых в рамках социально-гигиенического мониторинга, в течение 2015-2019 года на территории республики не выявлено случаев высокого и экстремально высокого уровня загрязнения, остаются актуальными проблемы значительные загрязнения атмосферного воздуха: от 1,1-2,0 ПДК и от 2,1-5,0 ПДК (города Салават, Сибай, Стерлитамак, Благовещенск, Уфа, Ишимбай), более 5,0 ПДК (города Уфа, Стерлитамак, Салават, Сибай) такими загрязняющими веществами как: этилбензол, дигидросульфид, серы диоксид, формальдегид, оксид углерода, гидроксibenзол, гидрохлорид, диметилбензол, этилбензол, метилбензол, диоксид азота, взвешенные вещества, бензол,

аммиак, под потенциальным воздействием которых проживает около 1,4 млн. человек или 34,0% жителей республики [2].

Лимитирующим фактором качества воздуха является поступление в атмосферу загрязняющих веществ в результате деятельности промышленных предприятий и организаций аграрного комплекса, а также от автотранспортных средств.

Более 4 тысяч промышленных предприятий и организаций имеют источники выбросов загрязняющих веществ, а республиканский автопарк насчитывает более 1626 тыс. единиц автотранспортных средств. В атмосферном воздухе республики в результате эксплуатации данных объектов в 2015 году содержались примеси 452 наименований.

В городе Уфа расположено наибольшее количество промышленных предприятий Республики Башкортостан, а доля всей продукции составляет около 40%. В Уфе расположено свыше 960 предприятий, выбрасывающих загрязняющие вещества в атмосферу. В табл.1 представлены показатели загрязнения атмосферы в г.Уфа за 2015-2019 гг.

*Таблица 1*

Показатели загрязнения атмосферы для г.Уфы [2]

Год	ИЗА***	Примесь	СИ*	Примесь	НП**	Примесь	Степень загрязнения
2015	4	Диоксид азота, оксид азота, бенз(а)пирен, формальдегид, взвешенные вещества	15,0	Этилбензол	5,3	Диоксид азота	Повышенный
2016	3	бенз(а)пирен взвешенные вещества диоксид азота формальдегид оксид углерода	17,5	Хлорид водорода	3,9	Взвешен- ные вещества	Повышенный
2017	3	Диоксид азота бенз(а)пирен взвешенные вещества аммиак формальдегид	9,5	Серо- водород этилбензол	7,8	Взвешен- ные вещества	Низкий

Окончание табл. 1

2018	3,1	Диоксид азота бенз(а)пирен взвешенные вещества аммиак формальдегид	9,1	Сероводород	5,1	Этил- бензол	Низкий
2019	2	Диоксид азота бенз(а)пирен взвешенные вещества аммиак формальдегид	-	Сероводород	-	Сероводород	-****

\*СИ – стандартный индекс, наибольшая измеренная в городе максимальная разовая концентрация любого вещества, деленная на ПДК;

\*\*НП – наибольшая повторяемость превышения ПДК любого вещества в городе, %;

\*\*\*ИЗА – индекс загрязнения атмосферы

\*\*\*\* – нет данных

Как видно из таблицы 1, степень загрязнения атмосферного воздуха по г. Уфе постепенно снижается, однако наиболее высокие средние уровни загрязнения в 2019 году были отмечены диоксидом азота – 0,8 ПДК и бенз(а)пиреном – 0,7 ПДК [2].

За 2019 год объем валовых выбросов от стационарных источников г. Уфы составил 175,6 тыс. тонн. В то же время произошло уменьшение объема выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух от передвижных источников (таблица 2). Это объясняется изменением методики расчета от данных источников. Объемы выбросов загрязняющих веществ в атмосферу за период 2015 – 2019 гг. от города Уфы представлены в табл.2 и интерпретированы на рис. 1.

Таблица 2

Объемы выбросов загрязняющих веществ в атмосферу в г.Уфа, тыс.тонн [2]

Год	2015	2016	2017	2018	2019
Всего по городу, в т.ч.	222,2	234,5	225,1	211,8	214,2
От стационарных источников	140,6	153	143,5	130,2	175,6
От транспортных средств	81,6	81,6	81,6	81,6	38,6

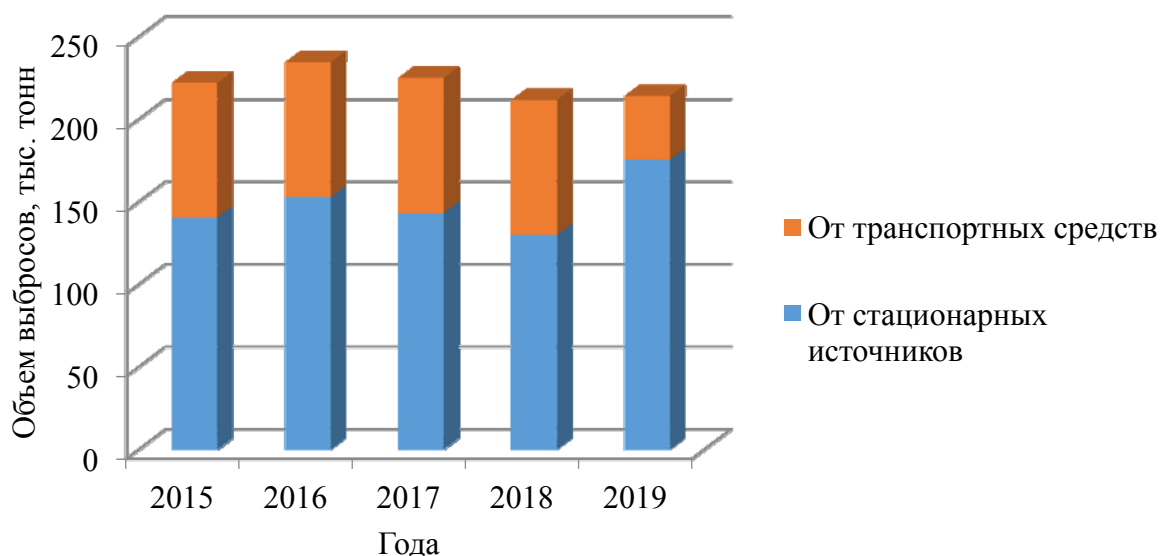


Рис. 1. Изменение количества выбросов загрязняющих веществ в атмосферу за 2015–2019 гг. в городе Уфа

Из данных таблицы можно отметить, что основной вклад в выбросы от стационарных источников вносят предприятия нефтеперерабатывающей промышленности – 71% и энергетики – 4,3% («Башнефть – Уфанефтехим», «Башнефть – Уфимский НПЗ», «Башнефть – Новойл», ООО «Башнефть-добыча», НГДУ Уфанефть и др.) [2].

Доля автотранспорта в суммарном объеме выбросов загрязняющих веществ в атмосферу – 22 %. Количество автомобилей увеличивается с каждым годом, трафик на дорогах становится более интенсивным, автомобили значительную часть времени проводят в заторах и на светофорах, что, в свою очередь увеличивает общие выбросы загрязняющих веществ от автотранспорта.

Таким образом, в расчете на одного жителя города поступление загрязняющих веществ в атмосферу на 2019 год составило 0,190 тонны [2].

Исходя из вышесказанного, основными задачами по снижению уровня загрязненности атмосферы в городах являются:

- развитие автоматизированной системы экологического мониторинга атмосферного воздуха;
- внедрение современных природоохранных технологий и осуществление модернизации производства;
- герметизация резервуаров нефти и легких нефтепродуктов;
- герметизация системы налива легких углеводородов и сильнодействующих ядовитых жидкостей;
- снижение выбросов от очистных сооружений сточных вод;
- увеличение количества автотранспорта, эксплуатируемого на газовом топливе, преимущественно сжиженном газе;
- использование природного газа в качестве топлива на предприятиях топливно-энергетического комплекса.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Материалы к государственному докладу «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2015-2019 гг» по Республики Башкортостан / Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека. – Уфа, 2015-2019 гг.
2. Государственный доклад «О состоянии природных ресурсов и окружающей среды» за 2015-2019 гг. – Уфа, 2015-2019 гг.

*Николайкина Н. Е., Кудинова В. А.*

Московский политехнический университет, г. Москва, Российская Федерация

### **БИОМОНИТОРИНГ ТЕХНОГЕННОЙ НАГРУЗКИ НА ПОЧВУ**

*Аннотация.* Статья посвящена биомониторингу техногенной нагрузки на почву с использованием биолюминесцентных микроорганизмов. Объектом исследования являлись почвенные образцы, отобранные на теплоэнергетическом комплексе в городе Дзержинском, Московской области.

*Ключевые слова:* биомониторинг, биотестирование почвы, биолюминесцентные микроорганизмы, биондикаторы.

*Nikolaykina N. E., Kudinova V. A.*

Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education "Moscow Polytechnic University", Moscow, Russian Federation

### **BIOMONITORING OF TECHNOGENIC LOAD ON THE SOIL**

*Abstract.* The article is devoted to the man-made soil load biomonitoring using bioluminescent microorganisms. The object of the study was soil samples taken at the thermal power complex in the Dzerzhinsky city, Moscow Region.

*Key words:* biomonitoring, soil biotesting, bioluminescent microorganisms, bioindicators

В настоящее время в мегаполисах особое внимание обращается на экологизацию и улучшение качества жизни населения.

На сегодняшний день существует огромное количество нормативных документов, регламентирующих процедуру мониторинга вредных веществ в атмосфере и гидросфере, однако значительно меньше внимания уделяется состоянию почв города.

Среди существующих методов, применяемых для мониторинга, можно выделить несколько групп: методы химического анализа (преимущественно титриметрические), методы физико-химического анализа (хроматографические

и электрохимические) и биологические методы (биоиндикация и биотестирование). Последние имеют весомое преимущество перед остальными группами методов за счет способности непосредственно отражать воздействие различных химических соединений на живые организмы.

Целью нашей работы является изучение возможности применения метода биотестирования для оценки состояния почвы города.

Для оценки состояния городских почв использовались люминесцентные штаммы, отличающиеся высокой чувствительностью, по отношению к широкому спектру загрязняющих веществ, например, тяжелым металлам, пестицидам, фенолам, углеводородам и т.д., простотой применения и не высокой стоимостью.

В ходе эксперимента использовались штаммы *Photobacterium*, *Aliivibrio*, *Shewanella* и *Vibrio* [1], обладающие способностью к биолюминесценции.

Следует отметить, что кроме бактериальной люциферазы [2] некоторые люминесцентные бактерии несут дополнительные флуоресцентные белки, способные модулировать цвет световой эмиссии в сторону более низких или высоких длин волн. За биосинтез белков и других веществ, которые необходимы для бактериальной биолюминесценции, ответственны «lux-гены». Их количество превышает два десятка, а перечень названий варьирует от luxA до luxZ [3].

Материалы и методы. Была проведена оценка степени техногенной нагрузки на почвенный покров в зоне антропогенного воздействия ТЭЦ-22, расположенной в Московской области.

Проводились лабораторные исследования по определению общей токсичности образцов почвы, наличия веществ обладающих генотоксичностью и способностью к нарушению синтеза белка.

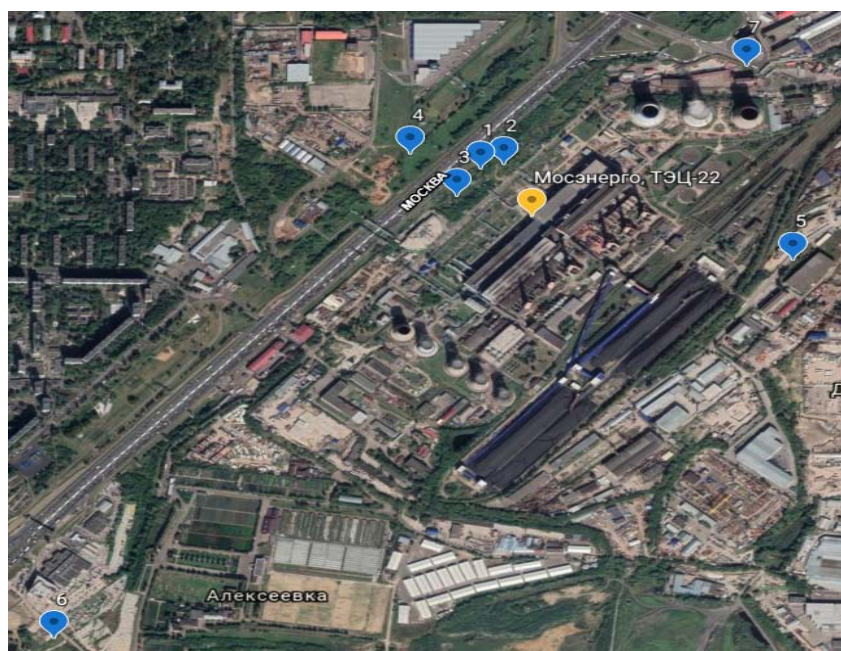


Рис. 1. Расположение мест отбора проб почвы с учетом розы ветров из зоны техногенного воздействия ТЭЦ-22

Образцы почв отбирали, согласно ГОСТ 17.4.4.02-2017 [4] с глубины до 150 мм в количестве 100 г в 7 точках (рис. 1). В качестве условно-чистой почвы использовали образцы, отобранные в Завидовском заповеднике.

Для оценки токсичности почвенных образцов были использованы в качестве тест-объектов люминесцентные штаммы *Vibrio aquamarinus* DSM 26054 и генно-инженерные штаммы *Escherichia coli* с индуцируемым промотором.

Анализ проб на общую токсичность проводился согласно методическим рекомендациям МР 01.019-07 при помощи штамма *Vibrio aquamarinus* DSM 26054. Полученные данные оценивались по уменьшению интенсивности биолюминесценции за 30-ти минутный период экспозиции. Количественные оценки тест-реакции выражаются в виде безразмерной величины – индекса токсичности и определяется по формуле 1:

$$T = 100 (I_k - I_0) / I_k, \quad (1)$$

где,  $I_k$  и  $I_0$ , соответственно интенсивность биолюминесценции в контроле и опыте.

Методика предусматривает три пороговых уровня индекса токсичности:

- допустимая степень токсичности:  $T \leq 20$ ;
- образец токсичен:  $20 \leq T \leq 50$ ;
- образец сильно токсичен:  $T \geq 50$  [5].

Анализ проб на наличие веществ обладающих генотоксичностью и способностью к нарушению синтеза белка проводился с помощью SOS-lux теста, в котором тестируемое химическое вещество инкубируют в жидкой среде с рекомбинатным штаммом *E.coli*, несущим плазмиду, в котором lux оперон находится под контролем SOS-промотора (SOS-lux штамм), затем измеряют интенсивность биолюминесценции контрольных культур и содержащих тестируемое химическое вещество, а генотоксичность и наличие веществ способных нарушать синтез белка определяют по фактору индукции. Последний рассчитывают по формуле 2:

$$F_i = L_c / L_k \quad (2)$$

где,  $L_c$  -- интенсивности свечения суспензии клеток биосенсора с индуцируемым промотором в присутствии тестируемого соединения,  $L_k$  – интенсивности свечения контрольной суспензии, не содержащей токсиканта [7].

Интерпретация результатов:

- $F_i < 2$ , слабый токсический эффект,
- $2 \leq F_i \leq 10$  – средний токсический эффект,
- $F_i > 10$  – сильный эффект.

Результаты и обсуждения. В ходе проведения экспериментальной работы по выявлению токсичности образцов было обнаружено, что все пробы почв, отобранные с территории зоны техногенного воздействия ТЭЦ-22 в марте 2020 года, при средней месячной температуре воздуха не выше +5°C, имеют допустимый уровень токсичности.



Однако, в сентябре 2020 года образцы, при средней месячной температуре воздуха +25°C, отобранные в месте № 1, 2, 3, 5 и 7 идентифицированы, как токсичные (рис. 1). В сентябре 2020 года средняя температура воздуха поднималась до.

По данным Росгидромета на этой территории, где расположена ТЭЦ-22, в сентябре 2020 года были зафиксированы залповые выбросами вредных веществ загрязняющих веществ, например, концентрация бенз(а)пирена, превышала величину ПДК в 2,1 раз [6]. Что объясняет повышение концентраций загрязняющих веществ в почве.

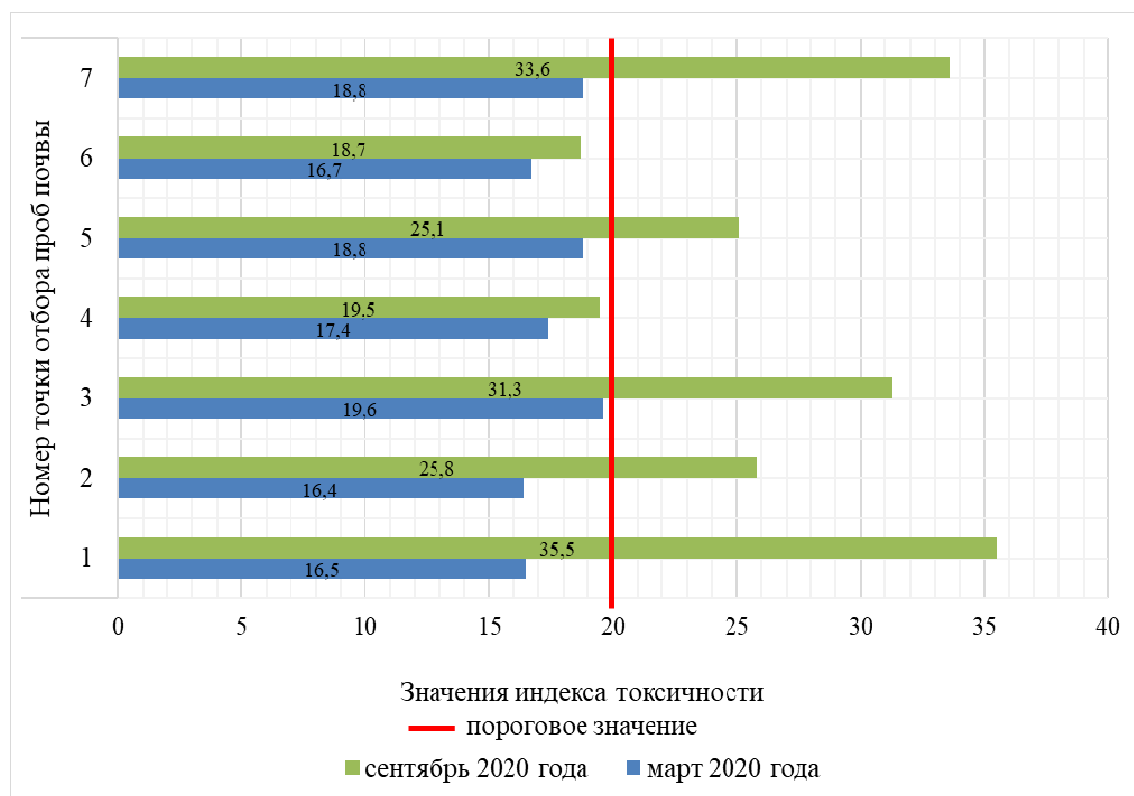


Рис. 1. Диаграмма токсичности проб почвы

Исследование генотоксичности почв с использованием генно-инженерного штамма *E. coli* (pRecA-lux) показало отсутствие прямых мутагенов во всех отобранных образцах почв, как в марте, так и в сентябре 2020 года. (рис. 2).

Биолюминесцентный анализ проб почв с помощью штамма *E. coli* (pIbpA-lux) показал, что практически все образцы содержат вещества, повреждающие клеточные белки. К ним могут быть отнесены формальдегид и без-(а)-пирен, содержание которых в исследуемом районе превышает средний уровень (рис. 3).

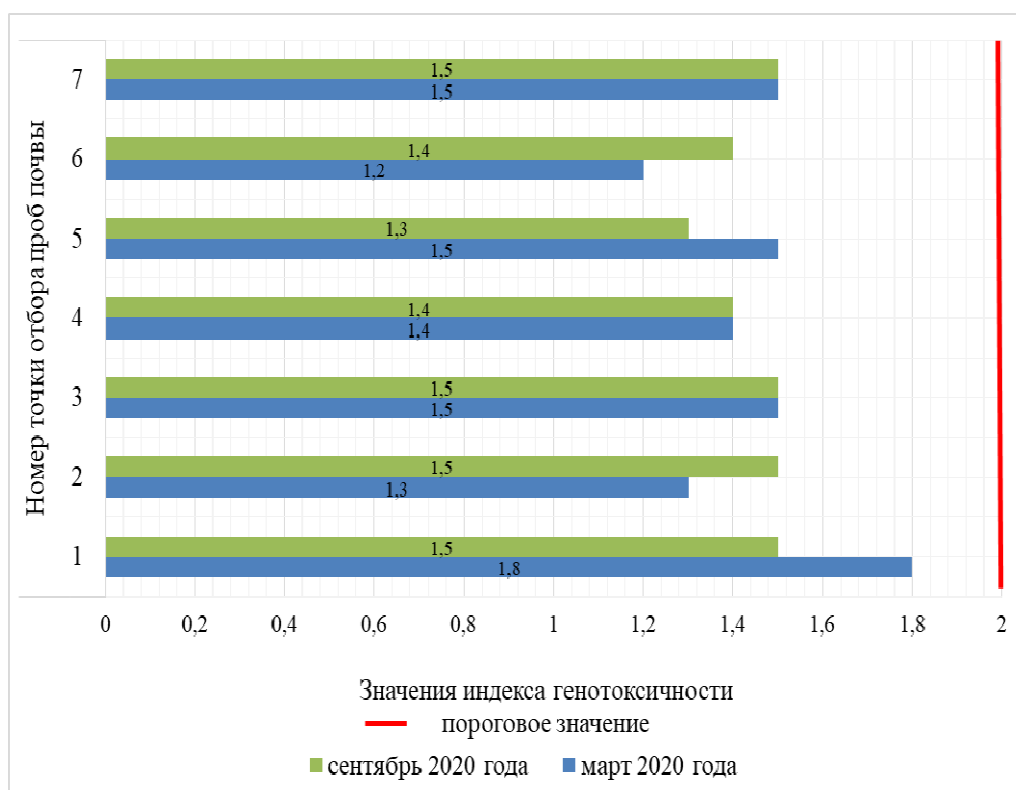


Рис. 2. Диаграмма генотоксичности проб почвы

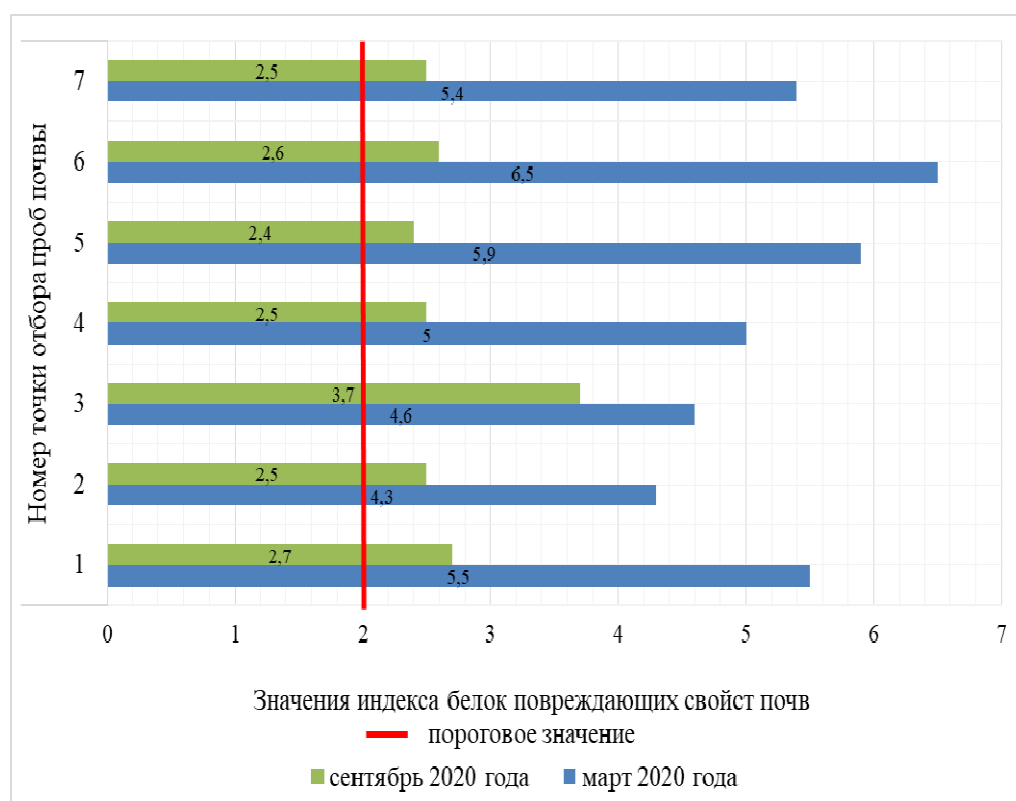


Рис. 3. Диаграмма белок повреждающих свойств почв

## Выводы

1. На примере анализа техногенной нагрузки на почвы территории теплоэлектростанции показаны возможность и целесообразность использования метода биотестирования люминесцентными штаммами микроорганизмов.

2. Экспериментально подтверждена взаимосвязь загрязнений атмосферы и почвы на территории теплоэнергетического комплекса.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Патент РФ № 2012148361/10, 13.11.2012. Штамм *Vibrio aquamarinus*, способ определения токсичности проб с его помощью и тест-культура для определения токсичности проб // Патент России № 2534819, 2014. Бюл. № 34. / Сазыкин И.С, Сазыкина М.А., Кудеевская Е.М. [и др.].
2. Rabbow E., Stojicic N, Walrafen D. The SOS-LUX-TOXICITY-Test on the International Space Station, Research in Microbiology, V. 157, Issue 1, 2006, 30-36 p.
3. Бармин А.Н., Зимовец П.А. Биомониторинг почвенного покрова // Известия НВ АУК. №1 (45), 2017 – 13 с.
4. ГОСТ 17.4.4.02-2017. Охрана природы (ССОП). Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа – Москва: Стандартинформ, 2018. – 12 с.
5. МР 01.019-07 Определение интегральной токсичности почв с помощью биотеста "Эколюм" – Москва: ФГУЗ "Федеральный центр гигиены и эпидемиологии" Роспотребнадзора, 2007 – 20 с.
6. Бюллетень загрязнения окружающей среды Московского региона. Федеральное государственное бюджетное учреждение «Центральное управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды», 2020 – 37 с.

Смирнова Е. Э., Токарева Л. Д.

Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, г. Санкт-Петербург

## СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МОДЕЛЕЙ РАСЧЕТА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУХА

*Аннотация.* В данной статье рассмотрены модели расчета рассеивания выбросов загрязняющих веществ в атмосферном воздухе, применяющиеся в России, Европейском Союзе, Великобритании и Соединенных Штатах Америки. Речь идет о методах расчетов рассеивания выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух, встроенных в современные программы по обеспечению экологической безопасности (Россия), компьютерной программе

по контролю качества воздуха и расчетам дисперсии частиц AUSTAL2000 (Германия), а также мощных системах моделирования ADMS 5 (Великобритания) и AERMOD (США). Проанализированы преимущества и недостатки каждого средства моделирования и прогнозирования загрязнений атмосферы вредными веществами. Выполнен их сравнительный анализ с целью оценки оптимизации расчетов по дисперсии загрязняющих частиц. В выводах показано, что в целях оптимизации расчетов зарубежный опыт может качественно обновить отечественные стандарты и придать новый импульс по развитию средств контроля норм и требований экологической безопасности.

*Ключевые слова:* выбросы, загрязнение атмосферы, промышленная экология, моделирование, экологическая безопасность

*Smirnova E. E., Tokareva L. D.*

Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering, St. Petersburg

## COMPARATIVE ANALYSIS OF AIR POLLUTION CALCULATION MODELS

*Abstract.* The authors discuss models to calculate the dispersion of pollutants in the air, which are used in Russia, the European Union, Great Britain and the USA. We are talking about methods for calculating the dispersion of pollutant emissions into the air, embedded into the modern programs to ensure environmental safety (Russia). A computer program for monitoring air quality and calculating particle dispersion AUSTAL2000 (Germany), as well as powerful modeling systems ADMS 5 (Great Britain) and AERMOD (USA) are examined, too. The advantages and disadvantages of each tool for modeling and forecasting atmospheric pollution with harmful substances are analyzed. Their comparative analysis was carried out in order to evaluate the optimization of calculations for the dispersion of polluting particles. The conclusions show that in order to optimize the calculations, foreign experience can qualitatively update domestic standards and give a new impetus to develop the control over the norms and requirements of environmental safety.

*Keywords:* emissions, air pollution, industrial ecology, modeling, environmental safety.

Математическое моделирование рассеивания загрязняющих веществ проводится при проектировании, реконструкции, техническом перевооружении объектов негативного воздействия на атмосферу, а его результаты – расчетные концентрации загрязняющих веществ в приземном слое атмосферы – становятся основанием для оценки негативного воздействия объекта на окружающую среду и в России, и в других странах [1-4]. Различные подходы к математическому моделированию дисперсии загрязняющих веществ в атмосфере имеют свои преимущества и недостатки [5-6]. Далее рассмотрены модели, использующиеся в ЕС, Великобритании, США и России и имеющие схожие области применения. Для сравнения выбраны следующие модели:

- Методы расчетов рассеивания выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух (МРР-2017 из Приказа Министерства природных ресурсов и экологии РФ от 06.06.2017 N 273 «Об утверждении методов расчетов рассеивания выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферном воздухе». Россия),

- Компьютерная программа в соответствии с немецкой технической инструкцией по контролю качества воздуха и расчетам дисперсии частиц с использованием лагранжевой модели, а также с учетом правил, изложенных в директиве VDI 3945 (AUSTAL2000, Германия) [7],

- Расширенная система моделирования дисперсии частиц в атмосфере (ADMS 5, Великобритания) [8],

- Американская интегрированная суперсистема моделирования дисперсии загрязняющих веществ в атмосфере, включающая 3 модуля: стационарную модель дисперсии, предназначенную для исследования краткосрочного (до 50 км) рассеивания выбросов от стационарных техногенных источников; препроцессор (AERMET), принимающий приземные метеорологические, аэрологические данные зондирования (напр., значения атмосферной турбулентности, высоты перемешивания, скорость трения, длина Монино-Обукова, поверхностный тепловой поток); препроцессор ландшафта (AERMAP), обеспечивающий связь посредством рецепторов между особенностями ландшафта и движениями шлейфов воздушного загрязнения; и несколько других дополнительных модулей (AERMOD, США) [9].

Модели сравнивались по 3 группам критериев: область применения, универсальность, правдоподобие. В сравнении по области применения учитывались следующие параметры: тип математической основы, результат, типы рассчитываемых источников выброса, масштаб модели, требуемые исходные данные. Универсальность моделей сравнивалась по параметрам: учет осадения, химического превращения, застройки, береговой линии; возможность проведения прочих расчетов. Правдоподобие моделей оценивалось по экспериментальным подтверждениям соответствия рассчитываемых и реальных концентраций.

МРР-2017 основаны на уравнении турбулентной диффузии. Преимущества этого подхода заключаются в возможности учета большого количества параметров, расчета разнообразных по характеристикам источников, возможности расчета на больших территориях. Главным недостатком такого вида моделей является их низкая точность. Причина этого в том, что происходящие в атмосфере явления, а также характеристики источника и окружающей его местности рассчитываются с помощью огромного количества коэффициентов.

AUSTAL2000, разработанный по заказу Федерального агентства по окружающей среде Германии (UBA, проект UFOPLAN 200 43 256), служит бесплатной эталонной реализацией заданных алгоритмов по расчету. Данная программа является математической симуляцией хаотичного движения молекул загрязняющих веществ в атмосферном воздухе в движущихся координатах

модели Лагранжа. Схемы подобного типа могут быть более точными, нежели гауссовы модели.

ADMS 5 и AERMOD – это усовершенствованные гауссовы паттерны, учитывающие два параметра: глубину и длину пограничного слоя атмосферы. К преимуществам гауссовых моделей относится простота используемых аналитических выражений, достаточно высокая точность на малых расстояниях от источника выброса. К недостаткам можно отнести то, что использовать данные модели можно только для расчета в небольших масштабах и при устойчивых метеоусловиях, либо с разбиением длительного временного интервала на короткие, в которых метеоусловия можно принять условно стабильными. Как и во всех прочих моделях, в гауссовых довольно много допущений, которые могут негативно сказаться на точности результатов.

Все представленные в данной статье модели предназначены для целей расчета приземных концентраций загрязняющих веществ, создаваемых техногенными источниками и фоном. Однако из-за различий в государственном нормировании существуют и различия в тех концентрациях, которые рассчитываются при помощи представленных моделей.

MPP-2017 в этом плане отличаются от прочих моделей тем, что рассчитываются максимальные концентрации, создаваемые источником за тот период, в котором будет соблюдаться неизменность параметров выброса, при самом неблагоприятном сочетании температуры воздуха, скорости и направления ветра, характерных для данной местности, т.е. происходит отбор метеопараметров из наиболее вероятных. AUSTAL2000, ADMS 5, и AERMOD позволяют рассчитать приземные концентрации при заданных метеоусловиях без перебора последних, иначе говоря, анализируются одномоментные приземные концентрации. Стоит отметить, что во всех сравниваемых моделях, за исключением модели AUSTAL2000, присутствует возможность расчета средних концентраций.

Наиболее широким диапазоном рассчитываемых источников обладает MPP-2017, что обусловлено возможностью приведения реального источника к виртуальному, для которого имеются необходимые алгоритмы расчета. Однако эта процедура приводит к ещё большей потере точности, и реальные концентрации загрязняющих веществ могут разительно отличаться от рассчитанных. В этом весь парадокс: большая точность расчета не всегда приводит к желаемым результатам. Напротив, реализованная в ADMS 5, AUSTAL2000 и AERMOD схема несколько другая. Она позволяет рассчитать концентрации, создаваемые точечными, линейными, площадными и объёмными источниками, группами источников. Британская модель также имеет возможность расчета струйного источника, к которым обычно относят прорывы на газопроводах и т.п. Немецкая и американская же обладают алгоритмами для расчета концентраций, создаваемых источниками факельного горения.

Основанная на уравнении турбулентной диффузии модель, представленная в MPP-2017, позволяет рассчитывать концентрации на удалении от источника выбросов до 100 км. Остальные модели локальны и ограничены

расстоянием до 60 (ADMS 5) или 50 (AUSTAL2000 и AERMOD) км. Весьма спорный вопрос, является ли больший масштаб модели преимуществом. На практике расчетная область в большинстве случаев не превышает нескольких километров при штатном режиме работы промышленного объекта. Для расчета аварийных выбросов во всех странах используются другие модели.

Интересным различием между приведенными в этом разделе моделями является требования к данным о метеорологических условиях. Так, в MPP-2017 используются статистические данные, собираемые в течение многих лет. Такой же возможностью обладает модель ADMS 5. Но для всех рассматриваемых зарубежных моделей также характерна возможность использования фактических данных о метеоусловиях, собранных за период осреднения. Это могут быть почасовые последовательные наблюдения в течение какого-либо времени, средние суточные наблюдения. Также в моделях AUSTAL2000 и AERMOD есть возможность использования одномоментных данных о метеоусловиях.

Для всех рассматриваемых моделей характерен учёт фоновых концентраций, параметров выброса (расположение, высота источника, геометрические параметры источника, скорость выхода ГВС, расход ГВС, температура ГВС, мощность выброса ЗВ), близлежащей застройки и особенностей рельефа. Однако в последнем случае всё же есть различия: так в MPP-2017 особенности рельефа учитываются эмпирически подобранными коэффициентами. В AUSTAL2000 учитывают расположение и наклон склонов. В ADMS 5 учитывается разделение на простой и сложный рельеф с различающимися алгоритмами расчета. В модели AERMOD использовали концепцию линий разделения потока Снайдера. До сих пор остается спорным вопрос, какой из подходов дает большую точность в расчете приземных концентраций загрязняющих веществ. Исследователями отмечается гораздо большая погрешность расчета модели AUSTAL2000 в условиях сложного рельефа, нежели у модели AERMOD.

Шероховатость поверхности учитывается в моделях ADMS 5, AUSTAL2000 и AERMOD. Также ADMS 5 является единственной моделью из рассматриваемых, в которую встроены алгоритмы для учета береговой линии и морского бриза. Важным моментом при моделировании дисперсии выбросов является учет осаждения загрязняющих веществ. Так называемое сухое осаждение учитывается во всех рассматриваемых моделях. Влажное осаждение, вызванное присутствием в атмосфере капель воды, учитывается только в моделях ADMS 5 и AERMOD.

Химическое превращение веществ в атмосфере также играет немаловажную роль в определении влияния техногенного источника на окружающую среду и людей. Модели учитывают в первую очередь превращение Азота (II) оксида в Азота (IV) диоксид, так как это наиболее распространенная химическая реакция, значительно увеличивающая концентрацию более опасного диоксида азота. Помимо этого, модель AERMOD учитывает также химическое превращение веществ, выбрасываемых

установками факельного горения, а британская модель ADMS 5 – химическое превращение аминов. Что касается MPP-2017, то в этой модели предполагается, что для любого загрязняющего вещества, которому присуща трансформация в более вредную форму, возможно учесть этот фактор при расчете с помощью безразмерного коэффициента трансформации. Однако на практике всё более скромно, и данный коэффициент установлен только для оксидов азота.

При оценке воздействия на проживающих вблизи техногенного источника выбросов загрязняющих веществ людей важно также учитывать, помимо концентраций, такие параметры загрязнения как запах и видимость шлейфа выброса (смога). Спрогнозировать распространение и силу запаха позволяют модели ADMS 5 и AUSTAL2000, а алгоритм расчета видимости смога присутствует только в модели ADMS 5, что можно отметить как её несомненное преимущество. Также модели ADMS 5 и AERMOD дают возможность расчета гамма-излучения от выбросов радиоактивных веществ. И если американская модель учитывает только первичный радиоактивный распад, то в британскую заложены целые цепочки распада радиоактивных веществ. Это расширяет возможности использования данных моделей для расчета различных нюансов загрязнения атмосферы.

Наконец, главным требованием к модели является её точность, соответствие рассчитанных значений концентрации реально образующимся в данных условиях. При создании модели MPP-2017 проводились многочисленные лабораторные исследования для получения эмпирических формул и значений коэффициентов. Однако обширные исследования по сравнению расчетных и реальных концентраций не проводились. Модель ADMS 5, в свою очередь, в 2016 г. привлекла внимание многих независимых исследователей, которые провели масштабную проверку расчетов с учетом застройки, сложной местности, ровной местности, химического превращения и т.д. Результаты находятся в открытом доступе на сайте разработчика модели, и они показывают высокую точность данной модели в различных условиях. AUSTAL2000 в Германии признана эталонной моделью, отвечающей всем требованиям законодательства, остальные модели проходят проверку сравнением с результатами расчетов по данной модели. Однако данная схема подвергается критике как не прошедшая должную валидацию для точных расчетов [10]. При разработке AERMOD было собрано 17 баз входных/выходных данных для оценки модели в любое время. В различной местности были собраны исходные данные для расчета и измерены значения реальных концентраций ЗВ, с которыми и сравниваются расчетные концентрации для оценки. По результатам исследований, модель имеет точность, достаточную для использования в целях государственного нормирования и контроля [11].

Таким образом, на основании проведенного анализа можно выделить три основных направления дальнейшей работы в этой области:

1. Определение области возможного применения зарубежных моделей в российских условиях. Например, это может касаться ситуации, когда ОНВОС



находится близ береговой линии, ведь в MPP-2017 нет инструмента, который учитывал бы такую важную составляющую рассеивания загрязняющих веществ, как морской бриз.

2. Расширение списка исследуемых стран и моделей. Это позволит сделать сравнение более полным и, возможно, найти пути для усовершенствования государственного регулирования выбросов в нашей стране.

3. Проверка модели MPP-2017 на соответствие действительности. Это самое главное, основное направление, оно может быть развито очень широко. При этом надо понимать, что повышение точности расчетов направлено на предупреждение загрязнений и чрезмерных финансовых затрат ОНВОС, однако это мера необходимая, но недостаточная для устойчивого развития страны.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Slesarev, M.Y. Graph-analytic model of parameters of unified construction products on the requirements of environmental safety / Slesarev, M.Y., Telichenko, V.I. // IOP Conference Series Materials Science and Engineering, 2018. No. 456. C. 012125.
2. Smirnova, E. Control capability of environmental safety in the context of green construction paradigm / Smirnova, E. // Espacios, 2018. T. 39. No. 22. C. 40.
3. Smirnova, E. Problem of environmental safety during construction (analysis of construction impact on environment) / Smirnova, E., Larionova, Y. // E3S Web of Conferences. Topical Problems of Green Architecture, Civil and Environmental Engineering, TPACEE 2019, 2020. No. 164. C. 07006.
4. Smirnova, E. Justification of environmental safety criteria in the context of sustainable development of the construction sector / Smirnova, E., Larionov, A. // E3S Web of Conferences. Key Trends in Transportation Innovation, KTTI 2019. 2020. No. 157. C. 06011.
5. Smirnova, E. Environmental risk analysis in construction under uncertainty // Reconstruction and Restoration of Architectural Heritage. S. Sementsov, A. Leontyev, S. Huerta, I. Menéndez Pidal de Nava (eds.) / Smirnova, E. – London: CRC Press, 2020. C. 222-227.
6. Smirnova, E. The use of the Monte Carlo method for predicting environmental risk in construction zones / E. Smirnova // Journal of Physics: Conf. Ser. 2020. T. 1614. C. 012083.
7. AUSTAL2000 2.4. Program documentation. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.umweltbundesamt.de/en/topics/air/air-quality-control-in-europe/download>
8. ADMS 5. User guide. [Электронный ресурс]. URL: <https://cerc.co.uk/environmental-software/user-guides.html>
9. AERMOD. Implementation guide. [Электронный ресурс]. URL: [https://gaftp.epa.gov/Air/aqmg/SCRAM/models/preferred/aermod/aermod\\_implementation\\_guide.pdf](https://gaftp.epa.gov/Air/aqmg/SCRAM/models/preferred/aermod/aermod_implementation_guide.pdf)

10. Schenk, R. The pollutant spreading model AUSTAL 2000 is not validated // Environment and Ecology Research. Vol. 5(1). С. 45-58.
11. Langner, C., Klemm, O. A comparison of model performance between AERMOD and AUSTAL2000 // Journal of the Air & Waste Management Association. 2011. Vol. 61(6). С. 640-646.

*Смородина О. В.*

Московский государственный технический университет им. Н. Э. Баумана  
Калужский филиал, г. Калуга, Российская Федерация

### **МОНИТОРИНГ ВЫБРОСОВ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ ПРЕДПРИЯТИЯ В АТМОСФЕРНЫЙ ВОЗДУХ**

*Аннотация.* В работе проведена статистическая обработка данных экологического мониторинга выбросов загрязняющих веществ предприятия по производству минеральной воды в атмосферный воздух.

*Ключевые слова:* Мониторинг, загрязнение воздуха, окружающая среда.

*Smorodina O. V.*

Kaluga Branch of the Bauman Moscow State Technical University, Kaluga, Russian Federation

### **MONITORING OF THE COMPANY'S EMISSIONS OF POLLUTANTS INTO THE ATMOSPHERIC AIR**

*Abstract.* In this paper provides the results of the study on the emissions of pollutants from an enterprise producing mineral water into the air.

*Key words:* monitoring, air pollution, environment.

Современное состояние окружающей среды в Российской Федерации характеризуется масштабным загрязнением атмосферного воздуха, почвы, поверхностных и грунтовых вод. «Загрязнение и ухудшение состояния окружающей среды с каждым годом все больше влияет на здоровье человека. Существует устойчивая корреляция комплексного загрязнения окружающей среды и общей смертности с такими причинами, как болезни крови и кроветворных органов, психические расстройства, онкологические заболевания, заболевания органов пищеварения и дыхания» [1]. В настоящее время фактически любой вид технологической деятельности человечества дестабилизирует естественное равновесие. Ускоренное развитие индустриализации, которое мы наблюдаем в последние десятилетия, приводит к большему количеству экологических катастроф, стихийных бедствий и кризисных явлений с негативными последствиями для здоровья населения.

В настоящее время накоплен определенный опыт изучения воздействия отдельных источников загрязнения, но задача изучения и управления экологической ситуацией остается актуальной как в целом, так и на территории данного региона.

Метод наблюдения – один из важнейших методов окружающей действительности, который представляет собой когнитивный метод, основанный на относительно длительном, целенаправленном и планомерном восприятии предметов и явлений окружающей действительности [2].

Мониторингом окружающей среды называется регулярное наблюдение за природной средой, природными ресурсами, растительным и животным миром, проводимое по определенной программе, позволяющее выявлять их состояния и процессы, происходящие в них под влиянием антропогенной деятельности.

Под экологическим мониторингом следует понимать организованный мониторинг окружающей природной среды, при котором, в первую очередь, осуществляется постоянная оценка экологических условий среды обитания человека и биологических объектов, а также, во-вторых, при оценке состояния и функциональной ценности экосистем создаются условия для определения корректирующих действий в случаях, когда целевые показатели состояния окружающей среды не достигаются.

В соответствии с [4], каждый имеет право на благоприятную окружающую среду, каждый обязан защищать природу и окружающую среду, бережно относиться к природным ресурсам, которые составляют основу устойчивого развития, жизни и деятельности людей, проживающих на территории Российской Федерации. При этом каждый должен осознавать, что это право не может быть реализовано без его участия.

Впервые термин экологический мониторинг в современном его понимании, появился в [3]. В госдокладе предложено следующее определение: «совокупность наблюдений, оценок, прогнозов, проводимых по научно обоснованным программам, а также разработанные рекомендации и варианты управленческих решений. на их основе, необходимые и достаточные для обеспечения рационального использования окружающей среды и экологической безопасности». Определение экологического мониторинга или мониторинга окружающей среды законодательно закреплено в [5].

Экологический мониторинг – это комплексная система наблюдения за состоянием окружающей среды, оценки и прогнозирования изменений состояния окружающей среды под воздействием природных и антропогенных факторов. В свою очередь, государственный экологический мониторинг определяется как экологический мониторинг, осуществляемый органами государственной власти Российской Федерации и органами государственной власти субъектов Российской Федерации [6].

На основании приведенных выше определений можно сделать вывод, что эти понятия взаимосвязаны как часть и как единое целое, и государственный экологический мониторинг является одной из составляющих экологического мониторинга.

Статья 68 [6]. определяет следующие цели:

- 1) соблюдение установленных стандартов качества окружающей среды;
- 2) получать объективные данные о состоянии окружающей среды, на основании которых обеспечивается градостроительство, планирование транспортных систем, землепользования и хозяйственной деятельности;
- 3) информирование населения о состоянии окружающей среды;
- 4) выявление источников загрязнения и определение их вклада в загрязнение;
- 5) оценка эффективности природоохранных мероприятий, а также мероприятий в области градостроительства и развития транспортного комплекса;
- 6) получать объективные данные о состоянии окружающей среды, на основании которых осуществляется социально-санитарный мониторинг;
- 7) другие цели защиты окружающей среды [6].

Традиционно выделяют следующие задачи экологического мониторинга:

- наблюдение за источниками антропоного воздействия;
  - наблюдение за факторами антропоного воздействия;
  - следить за состоянием окружающей природной среды и процессами, происходящими в ней под воздействием антропоных факторов;
  - оценка реального состояния окружающей природной среды;
  - прогноз изменения состояния природной среды под влиянием факторов.
- Мониторинг включает в себя несколько основных процедур:
  - выбор (определение) объекта наблюдения;
  - осмотр выбранного объекта наблюдения;
  - разработка информационной модели объекта наблюдения;
  - планирование измерений;
  - оценка состояния объекта наблюдения и определение его информационной модели;
  - прогноз изменения состояния объекта наблюдения;
  - удобное представление информации и доведение ее до потребителя.

Следует учитывать, что сама система мониторинга не включает деятельность, связанную с управлением качеством окружающей среды, но является источником информации, необходимой для принятия решений, имеющих экологическое значение.

Система экологического мониторинга должна собирать, систематизировать и анализировать информацию:

- о состоянии окружающей среды;
- причины наблюдаемых и вероятных изменений состояния (т.е. источники и факторы влияния);
- о допустимости изменений и нагрузок на окружающую среду в целом;
- о существующих заповедниках биосферы.

Таким образом, система экологического мониторинга включает наблюдения за состоянием элементов биосферы и наблюдения за источниками и факторами антропогенного воздействия.

Экологический мониторинг окружающей среды может развиваться на уровне промышленного предприятия, города, района, области, области или республики в рамках федерального правительства.

На предприятии по производству минеральной воды выделяются различные загрязняющие атмосферу вещества. При превышении значений ПДВ эти вещества наносят негативное воздействие на человека и окружающую среду.

Для определения превышения нормативов проводим статистическую обработку данных экологического мониторинга выбросов загрязняющих веществ данного предприятия в атмосферный воздух (таблица 1).

Рассмотрим предприятие как единый источник загрязнения и составим сводную таблицу всех загрязняющих веществ.

*Таблица 1*

Сводная таблица выбросов предприятия за 2010, 2014, 2018г.

Наименование вещества	Размер выброса, мг/м <sup>3</sup>			Норматив, мг/м <sup>3</sup>
	2010г	2014г	2018г	
диЖелезо триоксид	22,67551	0,00000	0,745	6
Марганец и его соединения	1,38393	0,00000	0,062	0,05
Хром	0,5639	0,00000	0,017	1
Азота диоксид	320,7659	291,4908	1233,343	2
Азота оксид	49,51621	47,36712	199,989	5
Серная кислота	0,01384	0,00000	0,0183	1
Сажа	0,00000	0,00000	0,00000	4
Сера диоксид	0,00000	0,00000	0,00000	10
Углерод оксид	1274,801	1383,808	2051,464	20
Фтора газообразные соединения	0,69398	0,00000	0,025	1
Фториды плохо растворимые	4,33827	0,00000	0,0144	2,5
Бенз(а)пирен	0,00035	0,000298	0,000375	0,00015
Фреон–134А	0,00000	0,00000	0,00000	30
Этенилацетат	0,00000	0,00000	0,00000	10
Ацетальдегид	0,00000	0,00000	0,00000	5
Формальдегид	0	0,00000	0,00000	0,5
Ацетон	0,00000	0	0	1569
Уксусная кислота	2,91075	0,00000	18,095	5
Бензин	0,00000	0,00000	0,00000	100
Керосин	0,00000	0,00000	0,00000	300
Пыль неорганическая SiO <sub>2</sub>	0	0,00000	0,00336	1
Пыль абразивная	7,30514	0,00000	0,00000	2
Пыль древесная	0,25635	201,4296	0	6

Из табл. 1 видно, что такие вещества как: сажа, сера диоксид, фреон-134А, этилацетат, ацетальдегид, формальдегид, ацетон, бензин и керосин имеют незначительную концентрацию в воздухе рабочей зоны предприятия, что их можно приравнять к 0. Построим графики изменения концентрации веществ (которые превышают ПДК) в зависимости от года (рис. 1– 8).

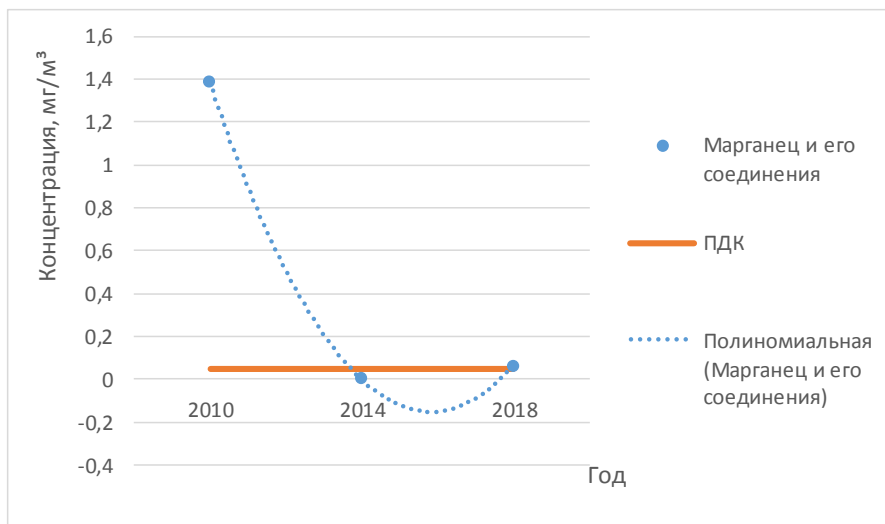


Рис. 1. Концентрация соединений марганца в воздухе рабочей зоны предприятия по производству минеральной воды

На графике, изображенном на рис. 1, наблюдается значительное превышение ПДК в 2010 году. В период с 2010 по 2014гг наблюдается резкий спад концентрации до значения ниже значения ПДК. В 2018г наблюдается тенденция к росту концентрации выбросов, которая превышает ПДК.

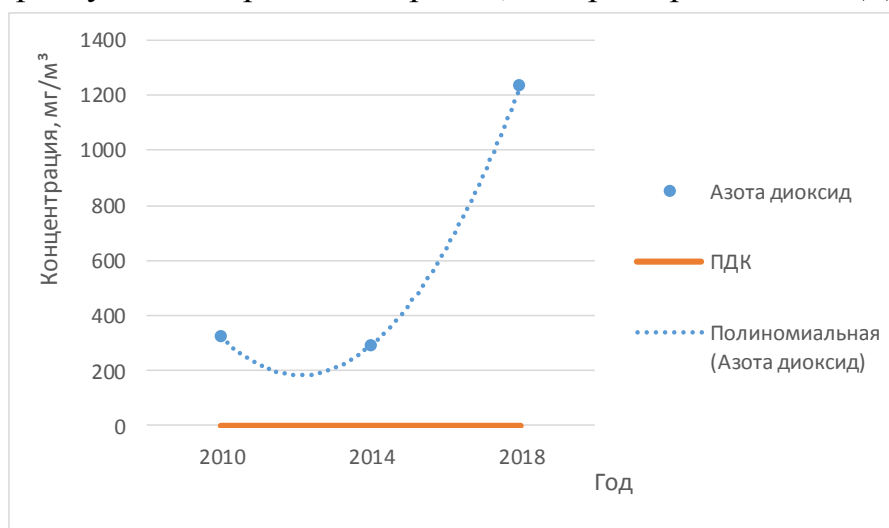


Рис. 2. Концентрация диоксида азота в воздухе рабочей зоны предприятия по производству минеральной воды

На графике, изображенном на рис. 2, на протяжении всего анализируемого периода наблюдается превышение значения ПДК. В период с 2014 по 2018 гг наблюдается тенденция к росту концентрации ЗВ.

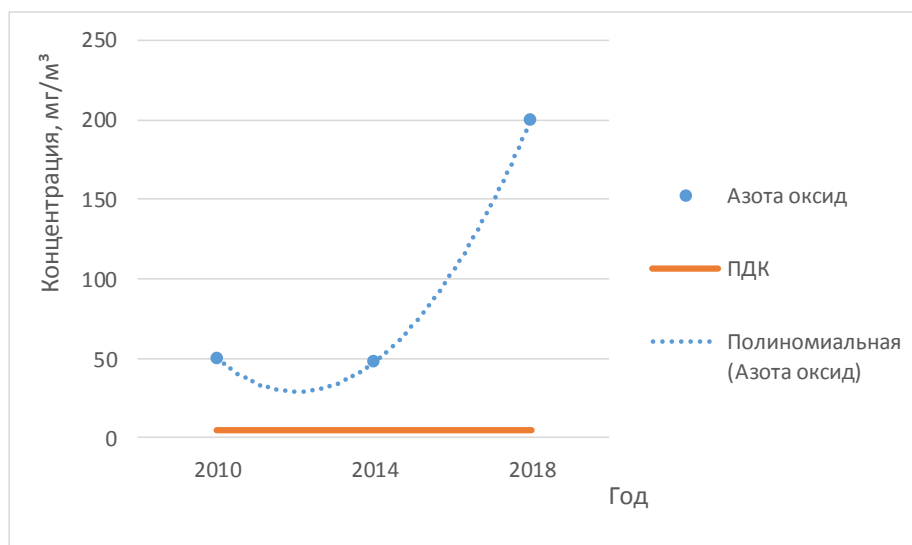


Рис. 3. Концентрация оксида азота в воздухе рабочей зоны предприятия по производству минеральной воды

На графике, изображенном на рис. 3, на протяжении всего анализируемого периода наблюдается превышение значения ПДК. В период с 2014 по 2018 гг наблюдается тенденция к росту концентрации ЗВ.

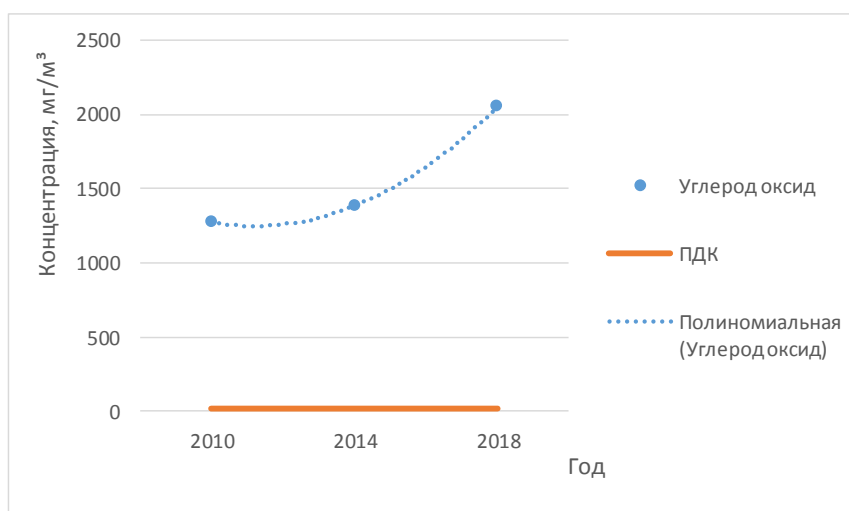


Рис. 4. Концентрация оксида углерода в воздухе рабочей зоны предприятия по производству минеральной воды

На графике, изображенном на рис. 4, период с 20104 по 2018 гг наблюдается тенденция к росту концентрации ЗВ. На протяжении всего анализируемого периода наблюдается превышение значения ПДК.

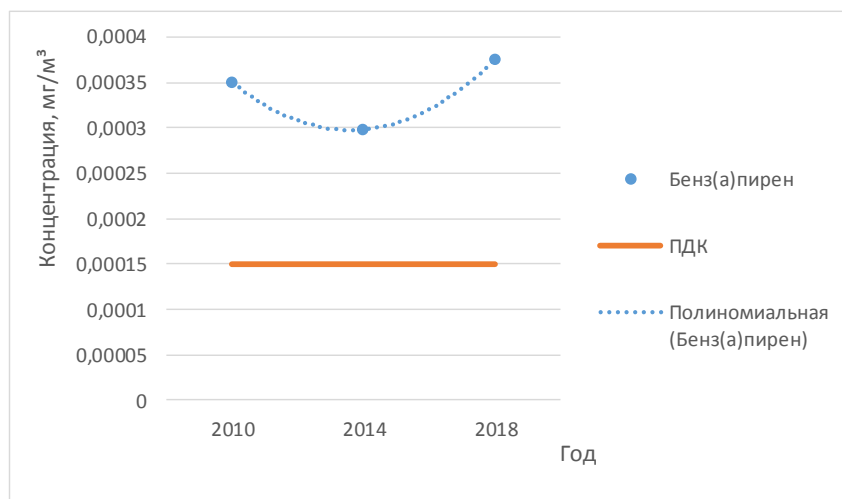


Рис. 5. Концентрация бенз(а)пирена в воздухе рабочей зоны предприятия по производству минеральной воды

На графике, изображенном на рис. 5, наблюдаются небольшие изменения концентрации в воздухе рабочей зоны. На протяжении всего анализируемого периода наблюдается превышение значения ПДК.

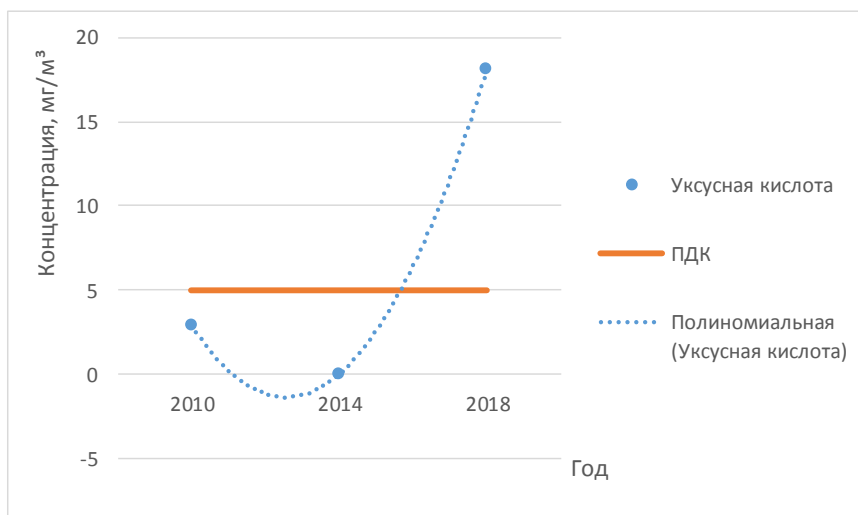


Рис. 6. Концентрация уксусной кислоты в воздухе рабочей зоны предприятия по производству минеральной воды

На графике, изображенном на рис. 6, в период с 2014 по 2018 гг наблюдается тенденция к росту концентрации уксусной кислоты, которая превышает значение ПДК.



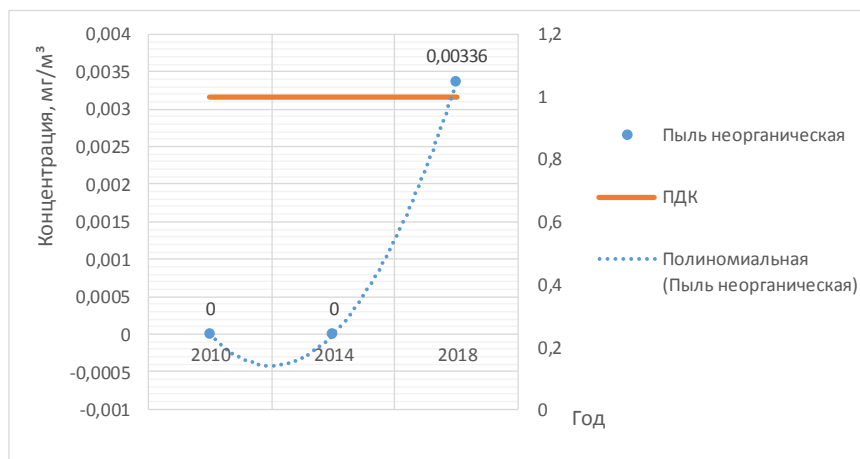


Рис. 7. Концентрация неорганической пыли в воздухе рабочей зоны предприятия по производству минеральной воды

На графике, изображенном на рис. 7, в период с 2014 по 2018 гг наблюдается тенденция к росту концентрации неорганической пыли, которая превышает значение ПДК.

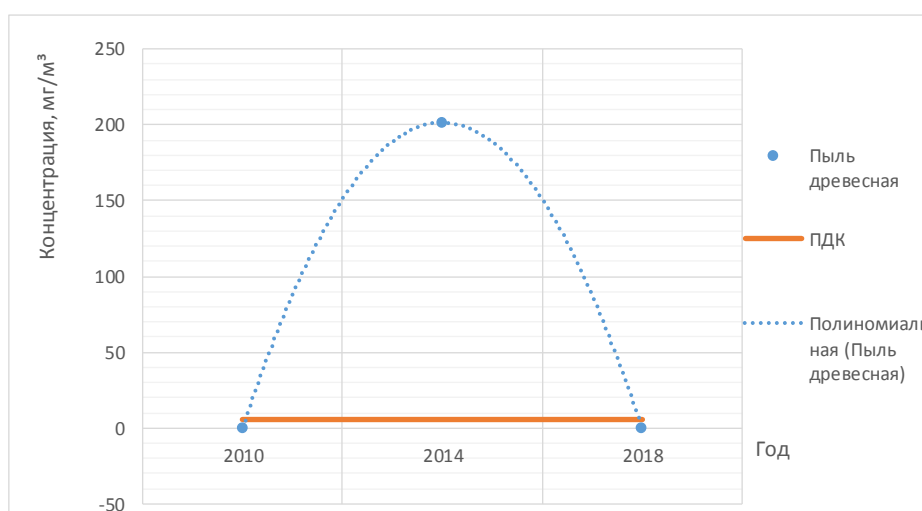


Рис. 8. Концентрация абразивной пыли в воздухе рабочей зоны предприятия по производству минеральной воды

На графике, изображенном на рис. 8, в период с 2010 по 2014 гг наблюдается тенденция к росту концентрации, значение которой значительно превышает значение ПДК. В период с 2014 по 2018 гг наблюдается резкий спад концентрации абразивной пыли в воздухе рабочей зоны до значения, ниже значения ПДК.

Из проведенных расчетов можно сделать вывод, что необходимо принимать меры по снижению концентрации веществ, таких как: марганец, диоксид азота, оксид азота, углерод оксид, бенз(а)пирен, уксусная кислота и пыль неорганическая.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абанина Е.Н., Зенюкова О.В., Сухова Е.А. Комментарий к Федеральному закону от 10.01.2002 г. N 7-ФЗ "Об охране окружающей среды", 4-е издание, переработанное и дополненное. – М.: Волтерс-Клувер, 2009 г.
2. Брянцев А.Н. Социологический словарь / Акад. учеб.-науч. центр РАН-МГУ им. М. В. Ломоносова; отв. ред. Г. В. Осипов, Л. Н. Москвичев ; ученый секретарь О. Е. Чернощек. – Москва: Норма, 2008. – 606 с.
3. О состоянии окружающей природной среды в РФ в 1995 г. Госдоклад. М.: Экос-информ, 1996 – 190 с.
4. "Конституция Российской Федерации" (принята всенародным голосованием 12.12.1993) (с учетом поправок, внесенных Законами РФ о поправках к Конституции РФ от 30.12.2008 N 6-ФКЗ, от 30.12.2008 N 7-ФКЗ, от 05.02.2014 N 2-ФКЗ, от 21.07.2014 N 11-ФКЗ).
5. Федеральный закон "О гидрометеорологической службе" от 19.07.1998 N 113-ФЗ (последняя редакция)/ Принят Государственной Думой 3 июля 1998 года одобрен Советом Федерации 9 июля 1998 года.
6. Федеральный закон "Об охране окружающей среды" от 10.01.2002 N 7-ФЗ (последняя редакция). Принят Государственной Думой 20 декабря 2001 года одобрен Советом Федерации 26 декабря 2001

*Терпигорева И. В., Абдрахманова Э. Ф.*

Уфимский государственный авиационный технический университет,  
г. Уфа, Российская Федерация

### **К ВОПРОСУ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНЫХ УСЛОВИЙ ТРУДА РАБОТНИКОВ В ЦЕХЕ ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА АЛЮМИНИЯ**

*Аннотация:* В статье рассмотрены условия труда работников в цехе электролитического производства алюминия. Рассмотрена металлургия, как отрасль с высоким уровнем травматизма и профессиональной заболеваемости. Проанализирован процесс электролиза алюминия, и выявлены опасные и вредные производственные факторы в цехе. Приведены результаты расчета потребного воздухообмена и расчета и подбора искусственного освещения.

*Ключевые слова:* цветная металлургия, алюминиевая промышленность, опасные и вредные производственные факторы, обеспечение безопасности труда, электролиз алюминия, охрана труда, загрязнение воздуха рабочей зоны, расчет потребного воздухообмена, расчет освещенности.

## ENSURING SAFETY AT WORK IN DEPARTMENT OF ELECTROLYTIC ALUMINUM PRODUCTION

*Abstract:* Working conditions in the department of aluminum electrolytic production are considered in the article. It is spoken about metal industry as industry with high level of injures and professional diseases. The process of electrolysis is analyzed, occupational hazards are revealed. Much attention is given to an innovative environmentally friendly technology of electrolysis with an inert anode. The results of calculation of required air exchange and calculation and selection of artificial lighting are given.

*Keywords:* non-ferrous metallurgy, aluminum industry, hazardous and harmful production factors, labor safety, aluminum electrolysis, labor safety, air pollution of the working zone, calculation of the required air exchange, calculation of illumination.

Согласно докладу Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации на состояние на 2019 год около 70% работников металлургической отрасли трудятся во вредных и опасных условиях труда. Металлургия по этому показателю стоит на 3 месте, уступая только добыче угля и добыче металлических руд. [1]



Рис. 1. Доля работающих во вредных и опасных условиях труда в разных отраслях

Следствием условий, в которых трудятся работники, является высокий уровень травматизма и профессиональных заболеваний.

На обрабатывающие предприятия, в число которых входят и металлургические производства, приходится большая доля производственных травм. В 2019 году она составила 22,9%. [1]



Рис. 2. Распределение случаев травматизма по разным отраслям

Причины травм можно разделить на 4 основные группы:

- Отсутствие или несовершенство предохранительной техники и СИЗ (38%);
- Недостатки оборудования и организации производства (35%);
- Выполнение работ неправильными методами (15%);
- Неправильные действия работающих (7%). [2]



Рис. 3. Структура причин травматизма в металлургии

По заболеваемости профессиональными заболеваниями обрабатывающие производства находятся на втором месте. На их долю приходится 29,9% от всех случаев профзаболеваний. [3]

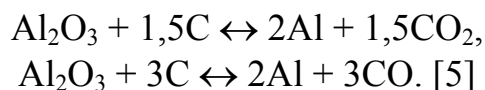


Рис. 4. Распределение случаев профзаболеваний по отраслям промышленности

Характерными для алюминиевой промышленности заболеваниями являются:

- хроническая интоксикация соединениями фтора;
- болезни опорно-двигательного аппарата;
- вибрационная болезнь;
- заболевания органов дыхания;
- нейросенсорная тугоухость. [4]

Электролизный цех представляет собой помещение, в котором непосредственно происходит процесс получения алюминия путем электролитического разложения глинозема ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ), растворенного в электролите (расплавленный криолит ( $\text{Na}_3\text{AlF}_6$ )). Технологический процесс осуществляется при  $950^\circ\text{C}$ - $965^\circ\text{C}$  в электролизных ваннах (электролизерах). Процесс разложения глинозема в электролизерах можно представить в виде формул:



При электролизе на катоде выделяется алюминий, а на аноде - кислород. Алюминий, обладающий большей плотностью, чем исходный расплав, собирается на дне электролизера, откуда его периодически извлекают с помощью вакуум-насосов.

В одном корпусе электролиза может быть расположено до 150 электролизеров. Основными профессиями в цехе являются электролизник, анодчик, машинист крана и литейщик.

На алюминиевом производстве представлены следующие опасные и вредные производственные факторы:

- движущиеся машины и механизмы, подвижные части подъемно-

транспортного оборудования;

- загрязнение воздуха рабочей зоны химическими веществами, образующимися в процессе производства;

- повышенная температура воздуха рабочей зоны, что связано с выделением тепла от электролита в ваннах и расплавленного алюминия, температура которых достигает 965 °С; повышенный уровень инфракрасной радиации;

- наличие высокого напряжения, подводимого к электролизным ваннам, и

- повышенная напряженность магнитного поля;

- термическое воздействие расплавленного металла при выплескивании из электролизера от соприкосновения с влагой, при попадании или опрокидывании транспортируемых ковшей с высокотемпературными расплавами, а также при соприкосновении с раскаленным инструментом, продукцией;

- повышенный уровень шума на рабочем месте. [6]

В процессе производства алюминия происходит выделение загрязняющих веществ из электролита. Поэтому электролизные ванны большую часть времени герметично закрыты колокольными и шторными укрытиями, а выделяющиеся газы с помощью газоотсосов поступают на очистку.

Однако технология производства подразумевает разгерметизацию электролизера для загрузки глинозема и фторсолей, перемешивания электролита, пробивки его корки, снятия угольной пены и шлака с поверхности металла, в ходе которой значительное количество загрязняющих веществ выделяются в воздух рабочей зоны.

Содержание загрязняющих веществ в воздухе рабочей зоны разных работников представлено на слайде. Как видно по значениям, концентрации всех представленных веществ на тех или иных рабочих местах превышает ПДК. [7].

Таблица 1

Концентрации загрязняющих веществ в воздухе рабочей зоны [7]

Профессия	Среднесменные концентрации, мг/м <sup>3</sup>			
	HF (ПДК=0,1мг/м <sup>3</sup> )	Фторсоли (ПДК = 0,2 мг/м <sup>3</sup> )	Глинозем Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (ПДК=6мг/м <sup>3</sup> )	Смолистые соединения (ПДК = 0,2 мг/м <sup>3</sup> )
Электролизник	0,18	0,54	3,42	0,23
Анодчик	0,24	0,39	4,34	0,23
Крановщик	0,36	0,12	7,36	0,35
Литейщик	0,09	0,43	1,37	н/д

Микроклимат в электролизных цехах является неблагоприятным. Это объясняется особенностями технологического процесса и конструкцией цеха. В теплое время года отмечаются высокие температуры воздуха. На рабочем месте электролизника температура может достигать до 52 °С, анодчика – 45°С, крановщика – 37 °С, литейщика – 30°С. В холодный период температура в цехе значительно снижается и составляет около 16 °С. Уровни теплового излучения значительно превышают допустимые. [7]

Перегрев связан с выделением большого количества теплоты от электролизера. При работе одного электролизера в помещение путем конвекции, излучения и теплопроводности выделяется количество тепла, больше 1,5 млн кДж. При этом корпусе электролиза находится от 80 до 150 электролизеров. Охлаждение в холодный период связано с активной работой приточной вентиляции. Вентиляционные решетки установлены в полу по краям электролизера. Удаление воздуха из цеха осуществляется через аэрационный фонарь корпуса.

Были проведены расчеты вентиляции помещения для цеха электролиза шириной 27 м, длиной 400 м, высотой 14 м, в котором находятся 100 электролизных ванн. Вентиляция должна выполнять две функции – удаление загрязняющих веществ из воздуха и удаление избыточного тепла для создания комфортного микроклимата.

Воздухообмен по различным веществам составил:

– для фтористого водорода и фторсолей, обладающих эффектом суммации

$$L_{HF+фторсоли} = 2\,041\,200 \text{ м}^3/\text{ч};$$

– для глинозема

$$L_{Al_2O_3} = 397\,440 \text{ м}^3/\text{ч};$$

– для смолистых соединений

$$L_{\text{смол.соед.}} = 567\,000 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Таким образом, потребный воздухообмен для удаления загрязняющих веществ из воздуха цеха до допустимых концентраций  $L_{зв}$  равен 2 041 200 м<sup>3</sup>/ч.

Далее был рассчитан потребный воздухообмен для удаления избыточного тепла. Он превысил воздухообмен для удаления загрязняющих веществ и составил

$$L_{Q_3} \approx 2\,735\,755 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Соответственно, потребный воздухообмен для удаления загрязняющих веществ и избыточного тепла равен 2 735 755 м<sup>3</sup>/ч, кратность воздухообмена равна 22,7.

На производительность и безопасность труда в цехе влияет также освещенность. Естественное освещение осуществляется за счет двух рядов боковых оконных проемов, которые расположены на высоте 8-10м и аэрационного фонаря. Для искусственного освещения обычно используются ртутные лампы высоковольтного давления. В рассматриваемом цехе они

расположены на потолке на высоте 14 м в три ряда, на расстоянии около 6 м друг от друга.

Значения уровней освещенности в электролизном цехе представлены в таблице. Они не соответствуют нормируемым. Это связано с недостаточным количеством ламп и их загрязненностью. [7]

Таблица 2

Освещенность на рабочих местах в электролизном цехе [7]

Профессия	Освещенность, лк, при искусственном освещении	
	Нормируемая	Фактическая
Электролизник	200	53
Анодчик	200	38
Литейщик	200	76

На основе имеющихся данных были рассчитаны и подобраны другие типы ламп. Расчет общего равномерного искусственного освещения выполняется методом коэффициента использования светового потока. Установлено, что для корпуса электролиза шириной 27м, длиной 400м, высотой 14 м, для обеспечения нормируемого уровня освещенности 200 лк, необходимо расположить на потолке 3 ряда светодиодных светильников типа РП-400 со световым потоком 45000 лм по 65 штук в каждом ряду.

Еще одним опасным фактором работы в электролизном цехе является наличие высокого напряжения, которое подводится к электролизерам. При этом между рядами электролизных ванн, между конструктивными элементами или между ошиновкой электролизера и расположенными рядом заземленными предметами, может возникнуть опасная для человека разность потенциалов, достигающая значений до 800 В.

Обеспечение электробезопасности в цехе осуществляется согласно «Правилам безопасности при производстве глинозема, алюминия, магния, кристаллического кремния и электролитического силумина». Для этого соблюдается ряд правил при конструировании цеха и при работе в нем.

Для обеспечения электробезопасности работники должны носить спецодежду, обязательно сухую; на рабочем месте необходимо соблюдать порядок, не захламлять инструментом, ящиками и другими крупногабаритными предметами пространство между электролизерами, поскольку это может привести к короткому замыканию в серии электролизеров и поражению работника напряжением.

Для устранения опасных напряжений рабочие должны использовать напольные изоляционные подкладки при установке ящиков и иных металлических предметов, не прислонять к стенам инструмент и иные металлические предметы. Также рабочим запрещается прикасаться к тросам грузоподъемных механизмов выше крюка, так как они могут оказаться заземленными. [6]



Для защиты от теплового излучения и повышенной температуры, искр и брызг жидкого алюминия, воздействия химических веществ в воздухе, от поражения электрическим током, работники электролизного цеха обеспечиваются спецодеждой и средствами индивидуальной защиты.

Они включают в себя:

- костюм суконный для осенне-зимнего периода,
- костюм хлопчатобумажный или малескиновый с огнезащитной отделкой, пропиткой или огнезащитными накладками из тонкосуконной ткани для весенне-летнего периода,
- валенки подшитые или обрезиненные,
- фартук суконный,
- вачеги,
- шлем суконный,
- щиток защитный,
- респиратор,
- нарукавники суконные. [6]

Таким образом, работники электролизного цеха по производству первичного алюминия трудятся в неблагоприятных условиях. Основными вредными и опасными факторами являются содержание загрязняющих веществ в воздухе и повышенная температура в цехе. Для обеспечения безопасности труда необходимо организовать необходимый воздухообмен с помощью приточно-вытяжной вентиляции, что позволит снизить концентрации загрязняющих веществ до допустимых и удалить избыточное тепло. Еще одним вредным фактором труда является низкий уровень освещенности. Для повышения его до нормируемого значения необходимо установить другие типы ламп в достаточном количестве.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Результаты мониторинга условий и охраны труда в Российской Федерации в 2019 году: Государственный доклад. – М.: Министерство труда и социальной защиты Российской Федерации, 2020. – 50 с.
2. Причины производственного травматизма в металлургии [Электронный ресурс]: Металлургический портал - URL: <https://metallplace.ru/about/stati-o-chnoy-metalurgii/prichiny-proizvodstvennogo-travmatizma-v-metallurgii/> (дата обращения: 25.04.2021)
3. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2019 году: Государственный доклад. – М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2020. – 299 с.
4. Отчет об устойчивом развитии – 2020, РУСАЛ [Электронный ресурс]: URL: <https://rusal.ru/sustainability/report/> (дата обращения: 25.04.2021)

5. Производство алюминия: Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям. - М: Бюро НДТ, 2016. – 156 с.
6. Курс лекций по программе подготовки рабочих на производстве по профессиям «Электролизник расплавленных солей» и «Анодчик в производстве алюминия». – Шелехов, 2004.
7. Калинина О.Л. Оценка условий труда рабочих основных профессий современного алюминиевого производства / О.Л. Калинин, О.Л. Лахман, Ю.В. Зобнин // Сибирский медицинский журнал. – 2012. - №6. – с. 122-126 // Сиб. мед. журн. (Иркутск). 2012. №6. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-usloviy-truda-rabochih-osnovnyh-professiy-sovremennogo-alyuminievogo-proizvodstva> (дата обращения: 25.04.2021).

*Стрельцова Н. Б., Казинская Ан. Н., Бусыгин П. О.*

Новочеркасский инженерно-мелиоративный институт имени А.К. Кортунова, филиал ФГБОУ ВО Донской ГАУ. г. Новочеркасск, Россия

## **ОЦЕНКА ИНТЕНСИВНОСТИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ВЫБРОСОВ ТРАНСПОРТНОГО ПОТОКА МЕТОДАМИ ФИТОИНДИКАЦИИ**

*Аннотация.* В статье рассмотрена оценка влияния автомагистрали на морфометрические показатели сосны крымской и интенсивность распространения выбросов автотранспортного потока. Оценка проводилась по интенсивности дефолиации и повреждению хвои.

*Ключевые слова:* загрязнение, автомобильный транспорт, фитоиндикация, сосна крымская.

*N.B. Streltsova, A.N. Kazinskaya, P.O. Busygin*

Novocherkassk Engineering and Land Reclamation Institute named after A.K. Kortunova, a branch of the FSBEI of the Don SAU, Novocherkassk, Russia

## **ESTIMATION OF THE INTENSITY OF PROPAGATION OF TRANSPORT FLOW EMISSIONS BY PHYTOINDICATION METHODS**

*Abstract.* The article considers the assessment of the influence of the highway on the morphometric parameters of the *Pinus nigra* subsp. *pallasiana* and the intensity of the distribution of emissions of the motor traffic flow. The assessment was carried out on the intensity of defoliation and damage to needles.

*Key words:* pollution, road transport, phytoindication, *pinus nigra* subsp. *pallasiana*.

В современном мире очень широко используется автомобильное сообщение и соответственно различные транспортные средства, большая часть

которых наносит вред окружающей среде. Негативному воздействию транспортного потока подвергаются как городская среда, так и территории около автомагистралей. Отрицательно на состояние городской среды, природных экосистем и сельскохозяйственных угодий влияют выхлопные газы автомобилей, испарения горюче-смазочных материалов, пыль и ландшафтные нарушения. По расчётам специалистов отрицательное действие дорожной сети распространяется на расстояние от 200 м до 3 км от самой дороги (1,2).

Через территорию Ростовской области проходит федеральная автомобильная дорога М-4 «Дон», одна из самых загруженных автотранспортом дорог России. Она начинается в Москве, с Московской кольцевой автомобильной дороги, и тянется на юг через Московскую, Тульскую, Липецкую, Воронежскую, Ростовскую области и Краснодарский край. Особенно активно дорога используется летом во время сезона отпусков и каникул, когда транспортный поток достигает в дневное время более 5 тыс. автомобилей в час. Но и в остальное время года трасса активно используется преимущественно грузовым транспортом (3 тыс. авт./час).

Загрязнение среды автомагистралью чрезвычайно разнородно и сложно. Это связано не только с выбросом автотранспортом выхлопных газов, содержащих более 200 видов поллютантов различной степени токсичности, но и образованием пыли в приземном воздушном слое из-за истирания дорожных покрытий, автомобильных шин, грязи с прилегающих территорий, испарения горюче-смазочных материалов. Кроме этого сооружение автомагистрали приводит к ландшафтным изменениям, снижению почвенного плодородия, изменению уровня грунтовых вод, что негативно сказывается на всех компонентах среды. Использование химических и физико-химических методов не позволяет в полной мере оценить негативное воздействие транспортного потока и дороги на состояние окружающей среды. Интегральную оценку можно получить только методами биоиндикации. Данные методы позволяют объективно и комплексно оценить всю сумму негативного воздействия. При этом чувствительность некоторых видов-индикаторов может быть очень высока. Они могут реагировать даже на фоновые загрязнения.

Одним из самых распространенных тест-объектов в биоиндикации является сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.). Принято считать, в лесной зоне нашей страны она наиболее чувствительна к загрязнению из древесных растений. Этот индикатор принимается в настоящее время за «эталон биодиагностики». (3, 4, 5). В условиях степной засушливой зоны в озеленении сосна обыкновенная используется не так часто, наиболее распространен близко родственный вид - сосна крымская (*Pinus nigra* subsp. *pallasiana*). Поэтому дополнительной целью нашей работы было определение возможности использования для фитомониторинга этого вида.

Исследование проводилось недалеко от города Каменск-Шахтинский Ростовской области. Этот город с населением 96 тыс. человек и развитой промышленностью. Первая причина выбора этого места, это то, что автомагистраль проходит по окраине города. Второй причиной являются

большие насаждения сосны крымской в городе и пригороде вдоль трассы М-4 Дон.

На рост и развитие деревьев негативное воздействие оказывает не только аэротехногенное загрязнение, но и неблагоприятные погодные условия. Для сравнения в качестве фоновой зоны были взяты полученные ранее данные по состоянию сосен в районе п. Донлесхоз (Красносулинский район) с населением в 176. В округе имеет обширные посадки сосны крымской (3). Расстояние между этими зонами не более 50 км и погодные условия идентичны.

При проведении исследований была проложена транsekта перпендикулярно автодороги М-4 на расстояние 150 м. Сбор материала проводили на удалении 20, 50, 100 м. Исследование хвойных пород деревьев проводился по общепринятой методике (5). Определялись такие тест параметры как продолжительность жизни хвои, а также ее повреждения. У каждого дерева осматривались хвоинки предыдущего года (вторые сверху мутовки), количество хвои на побеге прошлого года на 5 см. Изучались также годичные приросты, длина игл, количество почек.

Обследование сосны крымской непосредственно у дороги М-4 Дон показало на некоторых ветках в нижней части кроны полное усыхание игл и однолетних приростов (рис. 1).



*Рис. 1. Усыхание побегов первого года жизни сосны крымской рядом с дорогой М-4 Дон.*

Хвоя сосен наиболее чувствительна к загрязнению в первый год жизни, когда не сформировался толстый кутикулярный слой и не закрылись устьица.

В ранее проводимых исследованиях нами в Ростовской области полного усыхания нового прироста не регистрировалось. Возможно, сказался синергетический эффект с одной стороны выбросов автотранспортного потока, с другой аномальных погодных явлений летом 2020 года: длительное отсутствие осадков и высокие температуры. Это подтверждают и данные по повреждению игл второго года жизни и среднего возраста игл сосны крымской непосредственно у дороги (табл. 1).

*Таблица 1*

Морфометрические показатели сосны обыкновенной и крымской в зависимости от удаления от автомагистрали М 4 «Дон»

Показатели	Расстояние от автомагистрали М-4, м			Донлесхоз
	20	50	100	
возраст игл	2,9	3,5	3,5	4,2
диаметр побега, см	0,6	0,7	0,9	-
прирост побега, см	7	4,5	11	24,1
количество почек	2,0	3,5	4,0	5,0
длина игл, см	11	10,6	12,6	13,8
Кол. игл на 5 см	79	72	81	-
кп	3	2	2	1
Класс загрязнения воздуха	3-4	2	2	1

Важнейшим биоиндикационным параметром, при оценке состояния сосны является дефолиация, которая проявляется в уменьшении продолжительности жизни хвои, а также макроскопические изменения - некрозы хвои. Это отмирание ограниченных участков тканей. После гибели клеток, пораженные участки высыхают и бурют. Оценивается это классом повреждения (кп). Исходя из продолжительности жизни и повреждения хвои второго года жизни сосны крымской на расстоянии от дороги 20 м уровень загрязнения соответствует 3-4 классу. По мере удаления от дороги увеличивается не только продолжительность жизни хвои, но и снижается уровень повреждения. Интенсивность загрязнения закономерно понижается и по этой методике на расстоянии 50 м класс загрязнения уже 2 – чистая зона.

По мере удаления от дороги опадание игл сосны крымской снижается, и средняя продолжительность жизни игл на удалении 50 и 100 м составляет 3,5 года. В тоже же время, в чистой фоновой зоне Донлесхоза продолжительность жизни хвои этой сосны значительно выше - 4,2 года.

Важными морфометрическими показателями состояния сосны являются особенности роста, которые можно оценить по приросту и диаметру побега второго года жизни. Эти показатели широко используются для оценки хвойных лесов в условиях аэротехногенного загрязнения. Анализ морфометрических особенностей сосны крымской у автомагистрали Дон – 4 свидетельствует, что

аэротехногенное загрязнение в зоне исследований оказывает негативное воздействие на диаметр и длину побега, длину игл. Эти морфометрические показатели оказались существенно выше в фоновой зоне Донлесхоза.

Важнейшую роль в формировании габитуса растений играет интенсивность ветвления побегов, которое определяется темпом роста и количеством закладываемых почек. Эти показатели зависят не только от генетических особенностей вида, но и условий роста, действия как природных, так и антропогенных факторов. Резкое снижение количества закладываемых почек установлено только непосредственно у дороги. При этом на расстоянии 50 м численность почек увеличивается почти в двое. Но уровня фоновой зоны, где большая доля побегов имела 5 почек, этот параметр не достигает даже на 100 м удалении от автомагистрали.

Наименее информативным тест-параметрам оказался такой показатель как количество игл на 5 см побега сосны крымской. Какой-либо связи с уровнем загрязнения не прослеживается.

Таким образом, анализ полученных данных по состоянию сосен крымской свидетельствует о распространении выбросов автотранспорта более чем на 100 м. Сильнейшее негативное воздействие наблюдается в 30 м придорожной зоне.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Луканин В.Н. Промышленно-транспортная экология: учеб. для вузов / В.Н. Луканин, Ю.В. Трофимов. – М.: Высш. Шк., 2001. – 273 с.
2. Вовченко, А. В. Оценка распространения выбросов автотранспорта методами лишеноиндикации / А. В. Вовченко, Н. Б. Стрельцова // Проблемы природоохранной организации ландшафтов : материалы межд. науч.-практ. конф., / Новочерк. инж.-мелиор. ин-т ДГАУ. – Новочеркасск : Лик, 2015. – С. 47- 50.
3. Клименко, Я.С., Биоиндикация техногенного загрязнения Промышленного района г. Новочеркаска с использованием семейства *Pinaceae* / Я.С. Клименко, Н.Б. Стрельцова // Проблемы природоохранной организации ландшафтов: материалы межд. науч.-практ. конф., / Новочерк. инж-мелиорт. ин-т ДГАУ. Ред. коп Н.А Иванова (отв. ред) [и др] – Новочеркасск: Лик, 2017.
4. Зарубина, И. А. Оценка состояния культур сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris.*) в условиях аэротехногенного загрязнения / И. А. Зарубина // Автореф. дисс. канд. с.-х. н. - Красноярск, 2011. - 26 с.
5. Биологический контроль окружающей среды: биоиндикация и биотестирование: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / [О.П. Мелехова [и др.]; под ред. О. П. Мелеховой и Е. И. Сарапульцевой. – 3-е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2010. – 288 с.

*Черниченко Н. С., Капитанчук Д. М.*

Приднестровский государственный университет им. Т. Г. Шевченко,  
г. Тирасполь, Приднестровская Молдавская Республика.

## **ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОМЫШЛЕННЫМИ ПРЕДПРИЯТИЯМИ Г. ТИРАСПОЛЬ**

*Аннотация.* В работе проведен анализ величины концентраций фенола в воздухе г. Тирасполь, а также приведены рекомендации по обеспечению экологической безопасности промышленными предприятиями г. Тирасполь

*Ключевые слова:* фенол, концентрация, экологическая безопасность, экобиозащитная техника.

*Chernichenko N. S., Kapitanchuk D. M.*

Transnistrian State University named after T.G. Shevchenko, Tiraspol, Pridnestrovian Moldavian Republic.

## **ENSURING ENVIRONMENTAL SAFETY BY INDUSTRIAL ENTERPRISES IN TIRASPOL**

*Annotation.* The paper analyzes the value of phenol concentrations in the air of Tiraspol, as well as provides recommendations for ensuring environmental safety by industrial enterprises in Tiraspol

*Key words:* phenol, concentration, environmental safety, eco-bio-protective technology.

Экологическая безопасность – состояние окружающей природной среды, при которой обеспечивается предупреждение ухудшения экологической обстановки и возникновения опасности для здоровья людей. Согласно Закону Приднестровской Молдавской Республики «Об охране окружающей среды» экологическая безопасность гарантируется гражданам осуществлением широкого комплекса взаимосвязанных политических, экономических, технических, организационных, государственно-правовых и других мер. [2]

Среди наиболее существенных процессов, ухудшающих экологическую ситуацию является химическое загрязнение среды не свойственными ей веществами химической природы. Среди них - газообразные и аэрозольные загрязнители техногенного происхождения: фенол, формальдегид, оксид углерода, сернистый ангидрид, соединения хлора и фтора и многие другие.

Начиная с 2018 года, регулярно в приднестровских средствах массовой информации и социальных сетях появляется информация о запахе фенола в г. Тирасполь.

Фенол – летучее вещество с характерным резким запахом. Пары его ядовиты. При попадании на кожу фенол вызывает болезненные ожоги,



вдыхание паров фенола приводит к расстройству нервной системы, нарушению работы органов дыхания и сердца.

В химической промышленности фенолы используют для изготовления красителей, пестицидов, синтетических волокон и диэлектриков. [1]

Мониторинг ситуации, проводимый ГУ «Государственная Служба «Республиканский гидрометеорологический центр» по загрязнению воздуха фенолом говорит о динамике роста количественных показателей (диаграмма 1).



Рис. 1. Количественные показатели проб по фенолу за период 2017-2020 гг

В регулировании выбросов при неблагоприятных метеорологических условиях за период 2017-2020 гг принимали участие следующие крупные промышленные предприятия города: МГУП «Тирастеплоэнерго», ЗАО ТВКЗ «Квинт», АОЗТ «Тиротекс», ООО «Тираспольтрансгаз-Приднестровье», ЗАО «Завод «Молдавизолит», ЗАО «Тираспольский комбинат хлебопродуктов», ООО «Шериф», ОАО «Нистру», ЗАО «Мегатранс», ОАО «Тираспольский молочный комбинат», МУП «Тираспольское дорожное ремонтно-строительное управление», ЗАО «Тирстроймеханизация», ГУП «Слободзейское ДЭСУ», ЗАО «УПТК-Строй».

Если в 2017 году средняя величина концентраций в воздухе фенола достигала 0,006 мг/м<sup>3</sup> (ПДК в атмосферном воздухе – 0,01 мг/м<sup>3</sup>), максимум составил 0,036 мг/м<sup>3</sup>, что выше нормы в 3,6 раза. [3]

В 2018 году изучение проб показывает динамику роста количественных показателей фенола в воздухе и составляет уже 0,008 мг/м<sup>3</sup>. Максимальное значение – 0,026 мг/м<sup>3</sup>, что превышает норму в 2,6 раза.

В 2019 году можно говорить уже о крайне неблагоприятной ситуации в городе в связи с загрязнением воздуха фенолом. Как и ранее, прослеживается



тенденция повышения концентраций в воздухе этого вещества. Его количественное содержание в городском воздухе за 2019 год возросло с 0,008 до 0,009 мг/м<sup>3</sup>. Пики концентраций достигали отметок 0,038 мг/м<sup>3</sup>, что выше допустимой нормы в 3,8 раз.

Исходя из данных диаграммы 1 видно, что в 2020 году ситуация по фенолу стала более благоприятной, из 725 проб по фенолу, только в 84 показало превышение концентрации, что составляет 11,5 % (на 13,6 % меньше чем в 2019 году). Среднегодовое значение по данному ингредиенту снизилось с 0,009 до 0,006 мг/м<sup>3</sup> (диаграмма 2).

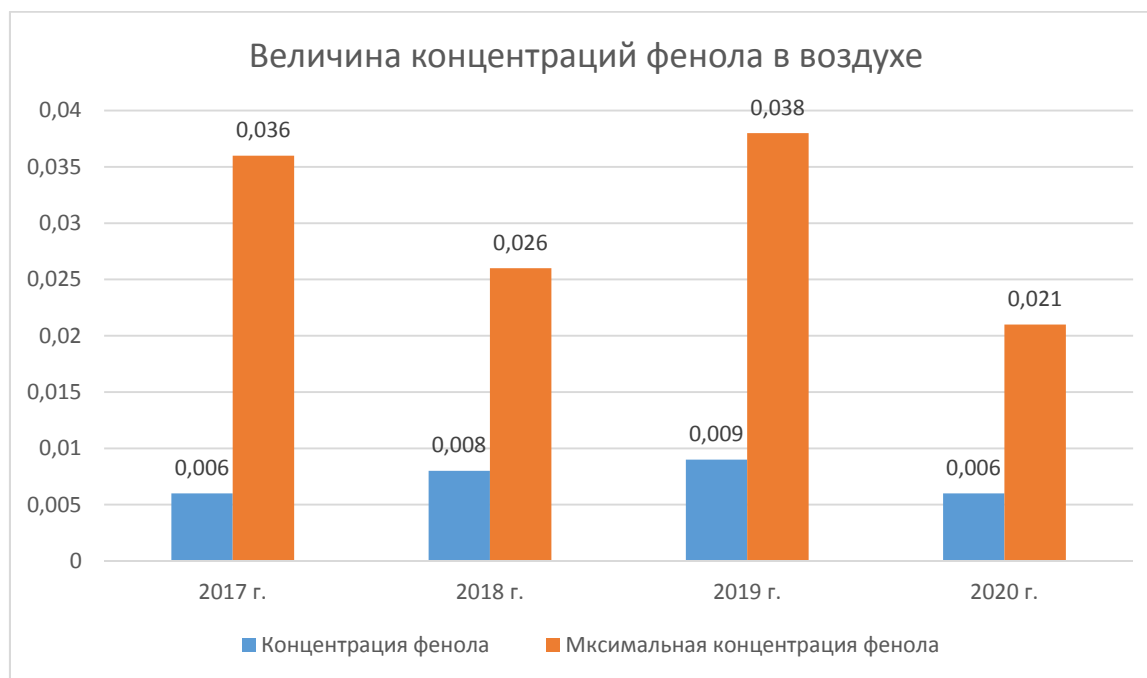


Рис. 2. Величина концентраций фенола в воздухе

Можно предположить, что резкое снижение количественных показателей фенола в воздухе г. Тирасполь связано с приостановлением работы предприятий из-за введения чрезвычайного положения, в связи с эпидемией COVID-19 (март-июнь 2020 года).

На основании данных исследований и в связи с тем, что в настоящее время, развитие промышленности достигло высокого уровня, вопросы экологической безопасности становятся в один ряд с важнейшими задачами, которые актуальны при организации работы любого предприятия. Воздействие производственных процессов на окружающую среду постоянно усиливается, и для того, чтобы добиться минимизации негативного влияния, каждая организация должна разработать и предпринять комплекс соответствующих мер:

– подойти к осознанному выбору экологической безопасности предприятия (экологизацию технологических процессов), которая включает в себя разрешенный законодательными нормами уровень негативного влияния

технологических процессов на окружающую среду и людей, как работающих на производстве, так и проживающих в непосредственной близости от данного объекта;

– применение экобиозащитной техники: аппаратов, устройств и систем, предназначенных для предотвращения загрязнения воздуха, охраны чистоты вод, почв, для защиты от шума, электромагнитных загрязнений и радиоактивных отходов;

– устройство санитарно-защитных зон.

В свою очередь политика экологической безопасности государства должна строго и неукоснительно соблюдаться, для этого в нашей республике за период 2019-2021 год принят ряд нормативно-правовых документов, ужесточающих наказание для юридических и физических лиц загрязняющих окружающую среду, так как значение атмосферного воздуха для человека и других живых организмов трудно переоценить, а любое отклонение от нормы опасно для здоровья человека и состояния окружающей среды.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Белов С.В. - Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды, 2011.
2. Закон «Об охране окружающей среды» от 23 ноября 1994 г. (Текущая редакция по состоянию на 12 апреля 2016 года) (СЗМР 94-4)
3. СанПиН МЗ и СЗ ПМР 2.1.6.575-07 «Гигиенические требования к охране атмосферного воздуха населенных пунктов».

## **СЕКЦИЯ 8. «ЧРЕЗВЫЧАЙНЫЕ СИТУАЦИИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ХАРАКТЕРА»**

*Агаева Е. А., Кобызев Н. С.*

Алтайский государственный гуманитарно-педагогический университет имени В. М. Шукшина

### **ПРОФИЛАКТИЧЕСКИЕ МЕРЫ ПО УМЕНЬШЕНИЮ АНТРОПОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ И ПРЕДУПРЕЖДЕНИЮ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ХАРАКТЕРА**

*Аннотация.* В современном мире, в эпоху интенсивной индустриализации, расчет на получения быстрой экономической выгоды производится без учета нанесенного вреда окружающей среде. Поэтому при планировании человеческой деятельности необходимо учитывать, в первую очередь, предполагаемый вред результата труда, а также меры профилактики и предотвращения возможных чрезвычайных ситуаций антропогенного характера, несущих в своей перспективе урон экологии. Кроме этого не стоит забывать о катастрофах природного характера, для предсказания и избегания которых должна быть направлена человеческая деятельность.

*Ключевые слова:* экология, кризис, последствия, бедствие, катастрофа, прогресс, население, животные, Земля, человек.

*Agaeva E. A., Kobyzev N. S.*

Altai State Humanitarian and Pedagogical University named after V. M. Shukshin

### **PREVENTIVE MEASURES TO REDUCE ANTHROPOGENIC IMPACT AND PREVENT ENVIRONMENTAL EMERGENCIES**

*Abstract.* In the modern world, in the era of intensive industrialization, the calculation of obtaining rapid economic benefits is made without taking into account the damage to the environment. Therefore, when planning human activities, it is necessary to take into account, first of all, the expected harm to the result of labor, as well as measures to prevent and prevent possible anthropogenic emergencies that cause environmental damage in their future. In addition, we should not forget about natural disasters, for the prediction and avoidance of which human activity should be directed.

*Keywords:* ecology, crisis, consequences, disaster, catastrophe, progress, population, animals, Earth, man.

Существует ряд определений глобального экологического кризиса.

По словам Н.Ф. Реймерса «Экологический кризис – это напряженное состояние взаимоотношений человека и природы, которое характеризуется разностью динамики в производственных силах и производственных

отношений в человеческом обществе и соответствия ресурсно-экологическим возможностям биосферы». По словам Ю.М. Арского и других исследователей «экологический кризис-это состояние окружающей среды, угрожающее к существованию человека и угрожающее несоответствие развития производительных сил и производственных отношений» [4].

Увеличение напряженности в современном периоде взаимоотношений природы и общества связывают с эпохой НТП (научно-технического прогресса). В этот период возникают локальные кризисные ситуации региональных масштабов. Их предпосылкой могут явиться: уменьшение природных ресурсов посредством совершенствования технологий поиска, добычи, переработки и транспортировки ресурсов, а также производства и применения инновационных ресурсов в виде перспективных полисинтетиков [3].

Свидетельствами увеличения экологических кризисов и ситуаций между человеком и природой в различных регионах вызваны излишней нагрузкой на биологические сообщества растений и животных путем разрушения естественных экологических систем, увеличение темпов динамики воспроизводства населения с негативной перспективой загрязнения окружающей среды. Многолетняя реализация мероприятий с использованием нерациональной агротехники и подсечного земледелия оставили бесплодными и истощенными земельные угодья, бывшие в прошлом высоко плодородными и перспективными для сельскохозяйственного использования. Ярким примером может служить экологическая катастрофа на острове Карибского бассейна – Гаити, на территории которого лишь на 2% сохранились леса, периодически смываемые и превращающиеся в тропическую пустыню [4].

Распространенные явления экологических катастроф в большинстве случаев связаны с естественными процессами [5]:

- тектоническая активность (интенсивно протекающие процессы новейшего орогенеза вследствие вулканической активности, сопутствующих землетрясений, вызывающих высокие волны цунами с возможным выбросом на прибрежные зоны мусора и останки погибших животных, потерявших ориентацию при смене магнитных ориентиров на новых тектонических разломах или гибель глубоководных животных, пострадавших при обильном излиянии базальтовой лавы и выходах сернистых источников);

- космические факторы (падение метеоритов, изменение геофизических показателей в количестве получаемой солнечной радиации, а так же общая динамика изменения геомагнитных показателей Земли: блуждающее положение магнитных полюсов, смена морских течений, изменение солнечной активности посредством увеличения числа протуберанцев по гипотетическим предположениям об охлаждении Солнца и т.д.);

- массовое размножение животных (увеличение вредителей, уничтожающих вегетативные части растений и древесную растительность: личинки шелкопряда, короед, саранча, клопы и многие виды паразитов, в том числе растения-паразиты и грызуны).

С каждым годом человеческое вмешательство в экосистемы локального уровня неизбежно влекут к глобальным изменениям окружающей среды. Мелкие экологические нарушения в результате антропогенного воздействия имеют накопительный характер, проявляясь в своей перспективе в виде негативных проявлений в живой природе. К такого рода проявлениям можно отнести появление озоновых дыр на полюсах по причинам использования хладогенов, фреонов в производстве и быту, частых запусках ракет-носителей спутников на околоземную орбиту с неиспользованным запасом сероводородов в топливных баках [1].

Вселяют оптимизм согласованные действия по созыву и активное участие стран во второй конференции Организации объединенных наций по окружающей среде и развитию, состоявшейся в Рио-де-Жанейро в 1993 г., и заключительные документы, принятые на этой конференции. Разумеется, требуются большие усилия многих государств по реализации рекомендаций данной конференции [3].

Известный эколог, профессор МГУ Н.П. Наумов (1963) так образно определил основные разделы экологии: «Экологию можно уподобить трехэтажному зданию. Нижний этаж – это исследование реакций на среду единичных особей, средний – экология сообществ растений и животных, экосистем» [2]. Экологию определяют, как отрасль биологии, исследующую сложившиеся взаимодействия организмов с окружающей средой на уровнях видов, видовых популяций, биогеоценозов и биосферы для раскрытия закономерностей указанных процессов и актуальных задач народного хозяйства, здравоохранения, охраны природы [3].

Экология служит теоретической и научно-естественной основой рационального использования природных ресурсов и защиты природы. Разработка принципов рационального природопользования и охраны природы потребовала увязки экологии со многими другими отраслями науки: географией, математикой, физикой, химией и т.д. Прикладные экологические проблемы решаются только в практике сельского хозяйства, лесного хозяйства, охоты, промышленности, здравоохранения и т.д. Под охраной природы большинство специалистов понимают систему практических и организационных мер, направленных на оптимизацию взаимоотношений человеческого общества и природы. Следует остановиться еще на двух терминах - «экологическое образование» и «экологическое образование». В последнее время их пользуют как синонимы, но меж ними нет совершенного совпадения. Под экологическим образованием обычно понимают формирование у учащихся знаний по экологии растений, животных, биоценологии, по общей экологии. В зависимости от взаимодействия человека и природы выделяют надлежащие стороны, или же нюансы, ее охраны [5].

Хозяйственно-экономический нюанс – важная сторона охраны природы, вследствие того, собственно, что всевозможные продукты, употребляемые людьми, формируются за счет расходования природных ресурсов.

В домашний виток вовлечено множество природных веществ, припасы множества из их малы (например, этих как ртуть, медь, серебро, олов, свинец), в следствие этого случается резвое их истощение. Нужно аккуратно тратить природные ресурсы, дабы продлить срок их использования. Итоги влияния человека на природу нужно рассматривать не лишь только в свете становления технического прогресса и подъема населения, но и в зависимости от общественных критерий, в коих они появляются [3].

Прогрессивному социуму свойственно хищническое отношение к природе, отрицательное воздействие его на находящуюся вокруг среду растет в связи с сосредоточиванием и интернационализацией монополистического капитала. Чистая вода, воздух, лес – необходимые условия нормальной жизнедеятельности людей, благоприятно действующие на здоровье человека, обширно применяются в оздоровительных целях. Загрязнение окружающей среды вредными веществами наносит большущий вред самочувствию человека. В связи с этим данный аспект приобретает исключительно весомое значение [1].

Природа – источник не только материальных благ, но и удовлетворения эстетических потребностей людей. Данные потребности человека не менее актуальны чем материальные. Охране эстетики ценных пространств Земли необходимо уделить особенное внимание. Общение с природой позитивно воздействует на человека, делает его добрее, мягче, будит в нем наилучшие ощущения. Тем более велика роль природы в воспитании молодежи. Приверженность к природе, способности бережного обращения с ней, забота о живых созданиях развивают лестные черты нрава, доброту, любознательность, патриотизм. Исследование природы при сохранении ее обилия позволяет узнать закономерности перемен, вносимых в природу людской работой, создавать мониторинги данных перемен, разрабатывать практические меры по охране природы [3].

Конечная задача здорового природопользования и охраны природы произведено в обеспечении благоприятных критерий для жизни настоящего и последующих поколений людей, развития этнического хозяйства, науки и культуры всех народов, населяющих нашу планету.

#### Заключение

По причине наращивания масштабов антропогенного влияния (хозяйственной работы человека), тем более в последний век, нарушается равновесие в биосфере, что имеет возможность к необратимым процессам и поставить вопрос о способности жизни на планете. Это связано с развитием индустрии, энергетики, автотранспорта, сельского хозяйства и других видов работы человека без учета вероятностей биосферы Земли. Уже в данный момент перед населением Земли встали нешуточные экологические трудности, требующие немедленного их решения.

Результаты вмешательства человека во все сферы природы избегать больше невозможно. Без решительного поворота будущее населения земли непредсказуемо.

Время стихийного, безоглядного применения природных ресурсов уже прошло. Природопользование надлежит реализоваться лишь только на научной базе, с учетом всех тех трудных процессов, которые происходят в находящейся вокруг среде как без роли, например, и при участии человека. По-другому и не имеет возможность быть, потому что на природу влияние человека и его работы становится все сильнее и сильнее. Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов являются одними из наиболее актуальных природоохранных направлений. В заключении обозначенных задач велика роль подготовки экологических сотрудников, экологического образования и воспитания населения государства.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Димитриев, А. Д. Природопользование : учебное пособие / А. Д. Димитриев. — Саратов : Вузовское образование, 2018. — 119 с. — ISBN 978-5-4487-0168-9. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/74959.html>
2. Превентивные мероприятия по предупреждению наводнений и смягчению возможных последствий. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://sudact.ru/law/metodicheskie-rekomendatsii-po-deistviyam-organov-upravleniia-i/4/4.1/>
3. Рациональное использование природных ресурсов и охрана природы. [Электронный ресурс]. Режим доступа: [https://www.academia-moscow.ru/ftp\\_share/\\_books/fragments/fragment\\_19583.pdf](https://www.academia-moscow.ru/ftp_share/_books/fragments/fragment_19583.pdf)
4. Симонян, Л. М. Рациональное природопользование : курс лекций / Л. М. Симонян. — Москва : Издательский Дом МИСиС, 2001. — 90 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/97893.html>
5. Чрезвычайные ситуации и их прогнозирование. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://elib.bsu.by/bitstream/123456789/159054/1/226-228.pdf>

*Шерстнев В. В., Белик Д. С., Безбородова О. Е., Бодин О. Н.*

Пензенский государственный университет, г. Пенза, Российская Федерация

## **СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МОНИТОРИНГА ТЕРРИТОРИАЛЬНОЙ ТЕХНОСФЕРЫ И ПРОВЕДЕНИЯ ПОИСКОВО-СПАСАТЕЛЬНЫХ РАБОТ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ**

*Аннотация.* В данной статье рассмотрен и предложен усовершенствованный мониторинг территориальной техносферы и проведения поисково-спасательных работ в чрезвычайных ситуациях как с помощью датчиков, так и через беспилотное воздушное судно.

*Ключевые слова:* телеметрия, передача информации, беспилотное воздушное судно, телеметрические системы, мониторинг.

## **IMPROVEMENT OF MONITORING OF THE TERRITORIAL TECHNOSPHERE AND CONDUCTING SEARCH AND RESCUE WORKS IN EMERGENCY SITUATIONS**

*Annotation.* This article discusses and proposes monitoring the territorial technosphere and conducting search and rescue operations in emergency situations both using sensors and through an unmanned aerial vehicle.

*Key words:* telemetry, information transfer, unmanned aerial vehicle, telemetry systems, monitoring.

### **1. Актуальность.**

Беспроводные технологии передачи информации (телеметрия) – одно из наиболее быстро прогрессирующих направлений телекоммуникационного рынка. Их применяют повсюду [1, 2], заменяя проводные сети – и региональные, и локальные.

В области персональных беспроводных сетей до недавнего времени было два основных конкурента – спецификации Bluetooth и HomeRF 2.0 [3]. Но в конце сентября 2003 года были опубликованы два новых стандарта: IEEE 802.15.3 «Wireless Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications for High Rate Wireless Personal Area Networks (WPANs)» и IEEE 802.15.4 «Wireless Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications for LowRate Wireless Personal Area Networks (LRR WPANs)» – стандарты для высокоскоростной и низкоскоростной персональных беспроводных сетей передачи данных, соответственно.

Задача телеметрической передачи данных пока не решена разработчиками приборов контроля качества окружающей среды (ОС) несмотря на то, что является актуальной. В этой области исследований требуется использование современных информационно-коммуникационных технологий передачи данных для усовершенствования оборудования контроля, позволяющего измерять такие характеристики как температуру воды, воздуха, почвы, уровень насыщения воды кислородом, уровень шума, концентрации веществ в различных средах и пр. Необходимость применения высокотехнологичных датчиков широко проявляется во всех областях охраны окружающей среды, где кабельные соединения датчиков и приборов представляют большое неудобство для обслуживающего персонала. Особенно остро эта проблема стоит на объектах повышенной опасности, где есть необходимость контролировать качество ОС и в нормальной, и в чрезвычайной ситуациях (ЧС).

### **2. Постановка проблемы.**

Осуществление передачи данных влечет за собой, как предвиденные, так и не предвиденные проблемы. Основной и первоочередной проблемой является неточность данных, поэтому необходимо использовать фильтр, который



позволит обрабатывать всю полученную информацию. Фильтры бывают двух типов: статические и динамические. Для более качественной фильтрации стоит использовать оба фильтра. Таким образом, получится отфильтровать больше ненужной информации [4].

Второй по назначению задачей и одновременно проблемой, является кодирование и декодирование сигнала. Существует множество разных способов кодирования, но в первую очередь стоит обратить внимание на сигналы, которые передаются беспроводной связью. В ЧС не всегда будет возможность провести кабель.

Вместе с кодированием существуют проблемы пропусков сигнала, инверсии битов, помехи. В статье [5], предлагается метод помехоустойчивого кодирования и декодирования информации, но отсутствуют механизмы решения инверсии битов и пропусков сигналов, которые хорошо описываются и решаются в статье [6]. Если вышеописанные схемы и методы решения проблем не помогают, то необходимо устанавливать телеметрические комплексы [7, 8]. Телеметрические системы имеют много больше оборудования, которое отличается своими габаритами и ценой, оно в свою очередь позволяет получать, обрабатывать, кодировать, декодировать информацию быстрее и точнее.

### 3. Теория.

Закон об охране окружающей среды (ОС) требует организованную систему постоянного мониторинга выбросов и сбросов промышленного предприятия. Проводную систему организовать нельзя, поэтому необходимо передавать информацию по радиоканалу, которая должна быть помехоустойчивой, защищенной от несанкционированного доступа, быстрой и предельно точной.

Модель стандартной системы передачи информации приведена на рис. 1.

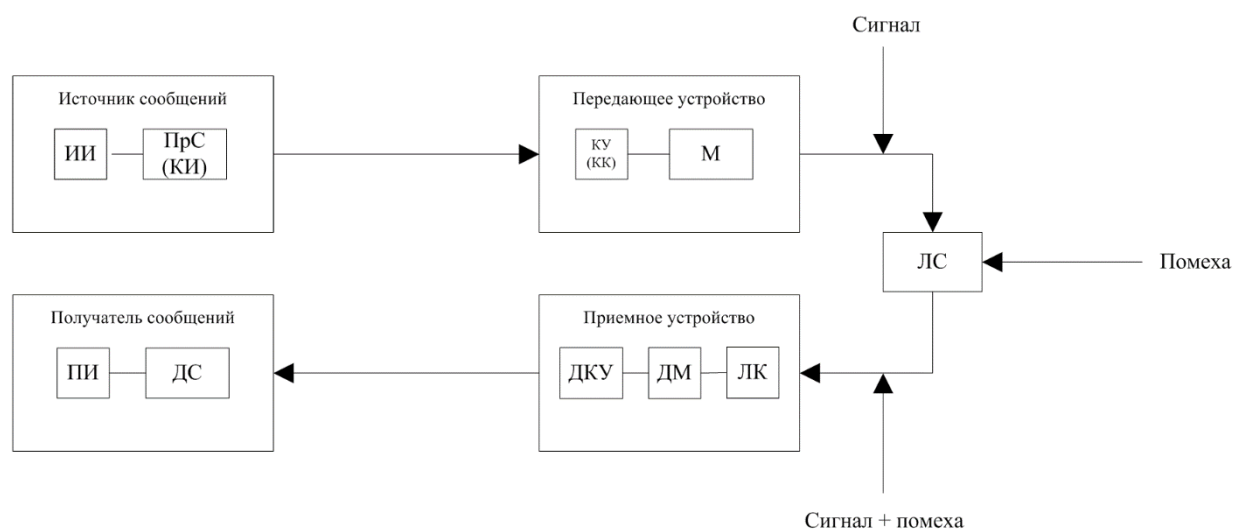


Рис. 1. Стандартная система передачи информации

Источник сообщений в общем случае образует совокупность источника информации (исследуемого или наблюдаемого объекта) и преобразователя сообщений.

Источником информации (ИИ) могут быть люди, технические устройства (индикаторы, датчики), а также терминалы под управлением операторов и другие устройства.

Сообщением называется информация, выраженная в определенной форме и подлежащая передаче. Информационный параметр сообщения – это параметр, в изменении которого заложена информация. Для звуковых сообщений информационным параметром является мгновенное значение звукового давления, для неподвижных изображений – коэффициент отражения, для подвижных – яркость свечения. Сообщение для передачи предварительно необходимо преобразовать в сигнал.

Преобразователь сообщений (ПрС) может выполнять две функции. Одна из этих функций – преобразование сообщения любой физической природы (изображение, звук и т.п.) в первичный электрический сигнал  $S(t)$ . Сигнал представляет собой некоторый физический процесс, отображающий передаваемое сообщение. Отображение сообщения обеспечивается изменением какой-либо физической величины, характеризующей процесс. Эта величина является информационным параметром сигнала.

Другая не менее важная функция ПрС – преобразование большого объема алфавита сообщений в малый объем алфавита первичного сигнала (кодирование). Например, 32 буквы русского алфавита передаются посредством двух символов алфавита первичного сигнала — «0» и «1» или «-1» и «1». В этом случае первичный сигнал, однозначно соответствующий сообщению, представляет собой код (кодую комбинацию) из символов первичного сигнала. Таким образом, ПрС наряду с преобразованием сообщения в электрический сигнал осуществляет и его кодирование, поэтому его иногда называют кодером источника (КИ).

В одних системах ПрС выполняет обе функции – преобразование и кодирование, в других – только преобразование сообщения в электрический сигнал.

Передающее устройство осуществляет преобразование сообщений в сигналы, удобные для прохождения по конкретной линии связи. В его состав может входить устройство, обеспечивающее помехоустойчивое кодирование, – кодирующее устройство (КУ), или кодер каналов (КК).

Представленная система характеризуется следующими параметрами.

Пропускная способность ( $C$ , ед/с) дискретного канала связи без помех определяется из выражения:

$$1. \quad C = U_y \log_a n = \frac{\log_a n}{\tau_y},$$

где  $n$  – общее количество сообщений (символов), передаваемых по каналу связи;

$\tau_y$  – длительность передачи одного сообщения (символа), мс;

Скорость передачи информации ( $\bar{I}(Y)$ ) по дискретному каналу связи без помех определяется по формуле:

$$2. \bar{I}(Y) = -\sum_{i=1}^n p(x) \log_2 x_i,$$

где  $p(x)$  – априорная вероятность появления сообщения (символа)  $x_i$ ;

Соотношение сигнал / помеха определяют следующим образом. Сначала рассчитывают уровень сигнала на выходе ( $S_{\max \text{ вых}}$ ) системы каскадов усилителя по формуле:

$$3. S_{\max \text{ вых}} = S_{\max \text{ вх}} \cdot \prod_{j=1}^k G_j,$$

где  $S_{\max \text{ вх}}$  – мощность сигнала на входе, мВт;

$k$  – количество каскадов;

$G_j$  – коэффициент передачи -го каскада.

Учитывая, что помеха, проходя каскад усиления, усиливается так же, как и полезный сигнал, уровень помехи на выходе -го каскада ( $n_{\text{вых } j}$ ) определяют по формуле:

$$4. n_{\text{вых } j} = S_{\text{помеха вх}} \cdot G_j + S_{\text{помеха } j},$$

где  $S_{\text{помеха вх}}$  – мощность помехи на входе, мВт;

$S_{\text{помеха } j}$  – мощность помехи -го каскада, мВт.

Соотношение сигнал / помеха на входе системы определяют по формуле:

$$5. \left( \frac{N_s}{n} \right)_{\text{вх}} = \frac{S_{\max \text{ вх}}}{S_{\text{помеха вх}}} \text{ или } \left( \frac{N_s}{n} \right)_{\text{вх}} = 10 \lg \frac{S_{\max \text{ вх}}}{S_{\text{помеха вх}}} \text{ (дБ)}.$$

#### 4. Результаты

Для приведенной на рис. 1 схемы проведем расчет пропускной способности дискретного канала связи при передаче результатов экологического мониторинга.

Допустим у нас есть либо БВС, которое мы отправляем к источнику выбросов, либо датчики, установленные на источнике выбросов. Для передачи измерительной информации нам необходимо оборудовать БВС или датчики с приемо-передающим устройством в состав которого входит трехкаскадный усилитель сигнала. Все устройство обладает следующими характеристиками: количество каскадов усиления сигнала – 3, мощность входного сигнала – 3 мВт, уровень входных шумов – 5 мВт, коэффициенты усиления ( $G_1, G_2, G_3$ ) – 40;20;10. Учитывая, что при передаче информации используются цифры от 0 до 9, то система имеет 2 символа (0 и 1), с длительностью передачи одного символа 1 мс. с равной вероятностью передачи каждого символа, составляющей 0,1. В канале распространения сигнала возможны помехи, как на входе, так и на выходе информации, в этих случаях необходимо будет посчитать уровни шумов.

Составим пример расчета для БВС с использованием исходных данных.

По формуле 1 найдем пропускную способность дискретного канала связи без помех.

$$C = U_y \log_a 4 = \frac{\log_2 4}{2 \cdot 10^{-3}} = 1000 \text{ дв. ед/с}$$

По формуле 2 найдем скорость передачи информации по дискретному каналу связи без помех.

$$\bar{I}(Y) = - \sum_{i=1}^n p(x) \log_2 x_i = 0.1 \cdot \log_2 0.1 = 3322 \text{ дв. ед/с}$$

По формуле 3 найдем уровень сигнала на выходе системы каскадов усиления.

$$S_{\text{макс вых}} = S_{\text{макс вх}} \cdot \prod_{j=1}^k G_j = 0,003 \cdot 40 \cdot 20 \cdot 10 = 24 \text{ Вт},$$

Помехи на выходе каждого каскада определим по формуле 4.

$$\begin{aligned} n_{\text{вых } j} &= S_{\text{помеха вх}} \cdot G_j + S_{\text{помеха } j} \\ n_{\text{вых } 1} &= 5 \cdot 10^{-6} \cdot 40 + 100 \cdot 10^{-6} = 300 \text{ мкВт} \\ n_{\text{вых } 2} &= 300 \cdot 10^{-6} \cdot 20 + 1 \cdot 10^{-3} = 7 \text{ мкВт} \\ n_{\text{вых } 3} &= 4 \cdot 10^{-3} \cdot 10 + 10 \cdot 10^{-3} = 50 \text{ мкВт} \end{aligned}$$

Для нахождения соотношения сигнал/помеха, воспользуемся формулой 5.

$$\begin{aligned} \left( \frac{N_S}{n} \right)_{\text{вх}} &= \frac{S_{\text{макс вх}}}{S_{\text{помеха вх}}} = \frac{3 \text{ мВт}}{5 \text{ мкВт}} = 600 \text{ или } \left( \frac{N_S}{n} \right)_{\text{вх}} = 10 \lg \frac{S_{\text{макс вх}}}{S_{\text{помеха вх}}} = \\ &= 10 \lg \frac{3 \text{ мВт}}{5 \text{ мкВт}} = 27 \text{ дБ} \\ \left( \frac{N_S}{n} \right)_{\text{вых}} &= \frac{S_{\text{макс вых}}}{S_{\text{помеха вых}}} = \frac{24 \text{ Вт}}{50 \text{ мВт}} = 480 \text{ или } \left( \frac{N_S}{n} \right)_{\text{вых}} = 10 \lg \frac{S_{\text{макс вых}}}{S_{\text{помеха вых}}} = \\ &= 10 \lg \frac{24 \text{ Вт}}{50 \text{ мВт}} = 26 \text{ дБ} \end{aligned}$$

## 5. Вывод

Таким образом для мониторинга систем следует использовать беспроводные, высокотехнологичные методы передачи информации с уже рассчитанными характеристиками, которые в случае чего укажут на возникшие проблемы и помогут с их решением. Использование БВС для наблюдений, поможет моментально передать информацию в случае угрозы, что очень важно для техносферы и проведения поисково-спасательных работ. Высокотехнологичные датчики должны использоваться на каждом опасном предприятии для обеспечения большей безопасности в случае ЧС.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гринько С. С., Новиков А. А. Применение телеметрии для мониторинга и передачи данных о состоянии пациента // Биомедицинская инженерия и электроника. 2014. № 3. С. 75 – 77.
2. Комплексная система мониторинга, предупреждения и подготовка к действиям по локализации и ликвидации аварийных ситуаций на опасных производственных объектах ООО «ГАЗПРОМ добыча Астрахань» / Шаповалов О. И., Пономаренко Д. В., Павлюковская О. Ю., Морозов В. И., Копылец О. С. // Газовая промышленность. 2018. № 5. С. 20 – 24.
3. Шахнович И. В. Персональные беспроводные сети стандартов IEEE 802.15.3 и IEEE 802.15.4. // Электроника: НТБ. 2004. № 6. С. 32 – 36.

4. Неуймин В. Г., Ерохин П. М., Максименко Д. М. Верификация модели обвязки схемы и идентификация грубых ошибок данных телеметрии в ПК «RastrWin3» // Энергетика. 2016. №1. С. 24 – 29.
5. Харченко А. В., Штанько С. В. Помехоустойчивое кодирование в спутниковых радиоканалах передачи телеметрической информации // Труды военно-космической академии имени А. Ф. Можайского. 2011. № 630. С. 90 – 98.
6. Эльшафеи М. А. Метод помехоустойчивого кодирования телеметрической информации, исправляющий пропуски и инверсии битов // Наука и образование: научное издание МГТУ им. Н. Э. Баумана. 2014. № 10. С. 328 – 346.
7. Телеметрический приемный комплекс / Абанин В. В., Макушев Е. И., Тикмепов В. Н., Яриков О. С. // Вестник Ульяновского государственного технического университета. 1998. № 1. С. 46 – 50.
8. Автоматизированный комплекс обработки телеметрической информации / Кузин В. А., Атаманчук Ю. И., Кравчук Н. В., Шибанов А. П., Шибанов В. А. // Федеральное государственное унитарное предприятие ОКБ «Спектр», г. Рязань. 2003. № 1. С. 146 – 153.

*Геворгян В. М.<sup>1</sup>, Николайкин Н. И.<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Ульяновский институт гражданской авиации имени Главного маршала авиации Б. П. Бугаева (УИГА), г. Ульяновск, Российская Федерация

<sup>2</sup>Московский государственный технический университет гражданской авиации (МГТУ ГА), г. Москва, Российская Федерация

## **ВЛИЯНИЕ ФОРМИРОВАНИЯ ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТАВА ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ ОБСЛУЖИВАНИЮ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ НА ЭКОЛОГИЧЕСКУЮ БЕЗОПАСНОСТЬ**

*Аннотация.* Изучено влияния состава групп инженерно-технического состава по техническому обслуживанию воздушных судов на безопасность полетов в целом и, в частности, на экологическую безопасность. Авиация никогда не сможет исключить труд реального человека. При максимальной автоматизации всегда нужны специалисты и инженерно-технический состав, для проведения технического обслуживания и поддержание систем и самой авиатехники. Существуют определенные навыки, которые ни одна машина никогда не сможет воспроизвести. Однако, когда работают люди, человеческий фактор вносит риски нарушения комплексной безопасности.

*Ключевые слова:* загрязнение окружающей среды, безопасность, человеческий фактор, авиационные происшествия, катастрофы.

*Gevorgian V. M.<sup>1</sup>, Nikolaykin N. I.<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Ulyanovsk institute of civil aviation named after Air Chief Marshal B.P. Bugaev (UICA), Ulyanovsk, Russian Federation

<sup>2</sup>Moscow State Technical University of Civil Aviation (MSTU CA), Moscow, Russian Federation

## **THE IMPACT OF THE ENGINEERING AND AIRCRAFT MAINTENANCE TECHNICAL PERSONNEL FORMATION ON ENVIRONMENTAL SAFETY**

*Abstract.* The impact of the aircraft maintenance teams composition on flight safety in general and, in particular, on environmental safety was studied. Aviation will never be able to rule out the work of a real person. With maximum automation, specialists and engineering personnel are always needed to carry out maintenance and maintain the systems and aircraft itself. There are certain skills that no machine can ever reproduce. However, when people work, the human factor introduces the risks of violation of integrated security.

*Key words:* environmental pollution, safety, human factor, aviation incidents, accidents.

Авиация никогда не сможет исключить реальный человеческий труд. При максимальной автоматизации всех процессов всегда нужны специалисты и инженерно-технический состав, который будет проводить техническое обслуживание (ТО) и поддержание систем и летной годности самой техники. Хорошо, что есть определенные навыки, которые ни одна машина на земле никогда не сможет воспроизвести. Но там, где работают люди, человеческий фактор (ЧФ) вносит риски нарушения комплексной безопасности.

Интенсивное развитие технологических процессов влечет за собой повышенное внимание к проблеме влияния ЧФ и его снижения на производстве. Мировая авиация развивается с большой интенсивностью и, соответственно, увеличивается количество выбросов загрязняющих веществ в окружающую среду. Ведутся работы по разработке «электрического самолета», биотоплива, но это не исключает ЧФ, так как во всем этом будет участвовать человек, соответственно 70-80% авиационных происшествий (АП) и инцидентов будет происходить под влиянием ЧФ [1].

Основными участниками эксплуатации авиационных систем являются технические группы, группы авиадиспетчеров и летные группы. Как показывает практика, по 2-й и 3-й группам ведутся активные исследования по разработке методов уменьшения влияния ЧФ на безопасность полетов (БП) и экологическую безопасность (ЭБ). Необходимо обратить внимание на техническую группу.

БП в значительной степени зависит от ТО, а от этого зависит и ЭБ, потому что практически при любом инциденте или происшествии происходит экологически негативное воздействие той или иной степени. Когда ТО проводится с нарушениями, это способствует значительному увеличению доли

авиационных происшествий и инцидентов. Некоторые примеры ошибок ТО – это неправильно установленные детали, отсутствующие детали и невыполнение необходимых проверок. По сравнению со многими другими угрозами БП, ошибки специалиста по ТО авиации могут быть более трудными для обнаружения. Часто эти ошибки присутствуют, но не видны и могут оставаться скрытыми, и, тем самым, продолжать влиять на безопасность эксплуатации воздушных судов (ВС) в течение более длительного периода времени.

Инженеры по ТО сталкиваются с набором факторов, уникальных для авиации. Они часто работают в вечерние, ночные или ранние утренние часы, в замкнутых пространствах, на платформах, которые находятся высоко, и при различных неблагоприятных внешних условиях (температура и влажность). Работа является очень напряженной с физиологической точки зрения, но она также требует внимания к деталям. Из-за характера решаемых задач при ТО, инженеры обычно тратят больше времени на подготовку, чем на ее фактическое выполнение. Правильная организация этапов работ и групп инженеров и техников по ТО является ключевым элементом для обеспечения безопасности [2].

Исходя из выше указанного, одной из важных задач современной авиационной сферы является стремление к комплексной безопасности в целом, а, в частности, рассмотрения проблем организации работ при проведении ТО ВС. За счёт уменьшения воздействия ЧФ на АП уменьшится уровень загрязнения окружающей среды.

В процессе ТО участвуют работники разного возраста, опыта, образования и классификации. Снижение числа ошибок инженерно-технического состава в процессе обслуживания разнообразных типов ВС можно обеспечить путем исследования недостатков и моделирования взаимодействий участников совместной работы в группах. На практике, все ТО проводятся группами специалистов, которые формируются в зависимости от решаемых задач. Специалисты в группе имеют как положительное (взаимоконтроль и взаимопроверка), так и негативное влияние (может быть взаимное непонимание и возникновение споров). Для уменьшения негативного влияния и увеличения положительных моментов в работе группы людей используют те или иные методы, например, проводят специальные курсы «Crew resource management» (CRM). Данное направление пока больше развито для летных групп, нежели для групп инженерно-технического состава.

При планировании участия в рейсах пилотов используют разнообразные автоматизированные программы, в которых заданы различные по классификациям и допускам пункты, и даже есть возможность ограничить работу членов летных экипажей при несоответствии друг с другом по темпераменту или иным психофизиологическим показателям.

Исходя из изложенного инженерно-технический состав, как и летный, целесообразно формировать исходя из тех или иных критериев, что поможет снизить негативное влияние ЧФ на комплексную безопасность на этапе проведения ТО. Осведомленность о негативных факторах в группе инженерно-

технического состава по ТО может привести к повышению качества работы, созданию условий, способствующих обеспечению безопасности работников, ВС и окружающей среды.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Николайкин Н.И. / Экология: учебник. Сер. Высшее образование: Бакалавриат (изд. 9-е, перераб. и доп.) // Н.И. Николайкин, Н.Е. Николайкина, О.П. Мелехова. – М.: ИНФРА-М, 2018. – 615 с.
2. FAA. AMT Handbook Addendum Human Factors/ FAA. [Электронный ресурс]. URL: [https://www.faa.gov/files/gslac/courses/content/258/1097/AMT\\_Handbook\\_Addendum\\_Human\\_Factors.pdf](https://www.faa.gov/files/gslac/courses/content/258/1097/AMT_Handbook_Addendum_Human_Factors.pdf) (дата обращения: 15.04.2021).

*Жиляева У. К., Николайкин Н. И., Мерзликин И. Н.*

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный технический университет гражданской авиации» (МГТУ ГА), г. Москва, Российская Федерация

### **ЛИКВИДАЦИЯ ПОСЛЕДСТВИЙ ПАНДЕМИИ ЧЕРЕЗ СРЕДСТВА ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ ПРИ АВИАПЕРЕЛЁТАХ**

*Аннотация.* Работа акцентирована на поиск способов предупреждения распространения инфекции путём использования сложных технических устройств для обеззараживания средств индивидуальной защиты. Показано, каким образом можно предотвратить распространения инфекционных заболеваний среди людей, участвующих в авиаперевозках с дальнейшей ликвидацией одноразовых средств индивидуальной защиты. Рассматривается возможность повторного использования многоразовых масок, прошедших дезинфекцию для снижения затрат авиакомпаний.

*Ключевые слова:* пандемия, авиаперелеты, средства индивидуальной защиты, дезинфекция.

*Zhilyaeva U. K., Nikolaykin N. I., Merzlikin I. N.*

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Moscow State Technical University of Civil Aviation" (MSTU GA), Moscow, Russian Federation

### **PANDEMIC EFFECTS ELIMINATION THROUGH PERSONAL PROTECTIVE EQUIPMENT IN AIR FLIGHTS**

*Annotation.* The work is focused on finding ways to prevent the infection spread by using complex technical devices for decontaminating personal protective equipment. It has been shown how to prevent the infectious spread diseases among people participating in air travel with the further elimination of disposable personal



protective equipment. We are considering the possibility of reusable masks reusing that have been disinfected to reduce airline costs.

*Keywords:* pandemic, air travel, personal protective equipment, disinfection.

В современном мире существует более 50 разновидностей вирусных инфекций, которые в свою очередь вызывают более 80% всех существующих респираторных заболеваний. Уже доподлинно известно, что вирус сам по себе не является бактерией и его лечение антибиотиком малоэффективно. В декабре 2019 года весь мир потрясло возникновение нового вируса COVID-19.

Не осталось ни одной страны, которую ни коснулся этот чудовищный вирус, его последствия будут еще долгое время сопровождать мир. Каждое государство предприняло беспрецедентные меры в борьбе с неизвестной инфекцией. По всему миру были введены жесткие локдауны. Одна из главных мер, которой придерживается каждое государство, является профилактика COVID-19. Главный постулат докторов: «Любую болезнь проще предупредить, чем лечить».

На сегодняшний день, мир научился жить с вирусом, установив свои правила. Самым эффективным способом профилактики является вакцинация. Но каждому человеку необходимо прежде всего соблюдать ряд правил, для того чтобы избежать COVID-19.

Главными средствами защиты человека являются антисептики и перчатки, медицинские маски и этот перечень обязателен не только в целях предупреждения COVID-19, но и всех других известных вирусов. Не маловажную роль играет дезинфекция общественного транспорта, в том числе воздушных судов.

Постепенно государства начали ослаблять карантинные меры, мир стал открывать границы, но в строгом соответствии с рекомендациями ВОЗ, Россия занимает одну из лидирующих позиций в мире по профилактике COVID-19.

Смену масок и обработку рук в перчатках антисептическими средствами необходимо проводить не реже, чем 1 раз в 3 часа, а также после каждого физического контакта с пассажиром и в случае нарушения целостности перчаток и масок. [1] Данные средства защиты необходимо утилизировать в целях предотвращения распространения инфекции. Для того, чтобы использованные СИЗ не были источником распространения вирусов, перед утилизацией их нужно обеззаразить. Для этих целей предлагается обеззараживать многоразовые маски с целью их дальнейшего использования, либо утилизировать их. Такую санитарную обработку следует проводить, как перед использованием СИЗ (даже перед первичным применением), так и после. С помощью нее затраты перевозчика уменьшатся, а также упростятся расходы, связанные с утилизацией. Суть данной методики заключается в обработке использованных многоразовых масок при помощи озонатора. Озонатор — это специальное устройство, вырабатывающее озон. Данный газ представляет собой очень сильный окислитель, с помощью которого можно достаточно легко справиться с различными бактериями и микроорганизмами. Перчатки и маски

будут опускаться в специальный контейнер с трубкой озонатора и благодаря этому устройству проходить санитарную обработку, как перед первичным использованием, так и после него. Таким образом, они будут являться вновь пригодными для применения, после повторной обработки.

Проанализировав, значительное количество озонаторов промышленного образца на российском рынке, для данной работы выбрана следующая модель: озонатор типа M900 Premium фирмы производителя Milldom. Для использования предложенной методики компания-перевозчик приобретает озонатор типа M900 Premium, подходящий для соблюдения предписаний Роспотребнадзора по организации работы компаний и предприятий в условиях распространений Covid-19, а также обладает Европейскими и Российскими сертификатами качества.

Данный озонатор–ионизатор является новейшей линейкой подобных приборов, управление высоконадежное, сенсорное. Потребление электроэнергии - 10 ватт в час. Срок службы прибора рассчитан не менее 17 лет работы. Это в несколько раз эффективнее, чем у других аналогов. Корпус прибора изготовлен из материалов, используемых в медицинской промышленности. Рыночная стоимость озонатора типа M900 Premium колеблется от 12 тыс. рублей до 16 тыс. рублей. При централизованных закупках, авиаперевозчик может рассчитывать на определенные скидки и бонусы. На борту необходимо иметь 2 действующих озонатора и 1 запасной, на случай выхода из строя действующих. Таким образом, затраты на 3 озонатора типа M900 Premium для одного борта составят около 48 тыс. рублей.

Предложенная методика использования озонатора является эффективной при борьбе с распространением инфекционных заболеваний. Данная технология помогает предотвратить последствия техногенных катастроф, ЧС, а также пандемий. Благодаря этой идее также уменьшается риск ухудшения экологической ситуации, так как при повторном использовании масок и перчаток происходит снижение уровня отходов. Не стоит забывать, что для изготовления средств индивидуальной защиты необходимо сырье, которое также сокращается при применении озонаторов в качестве дезинфекции.

Кроме этого стоит отметить финансовую сторону данного предложения. Пандемия показала, что отрасль пассажирских перевозок потерпела катастрофическое снижение. Количество перевезенных пассажиров является главным физическим показателем. Кризиса такого масштаба индустрия авиаперевозок не испытывала никогда, даже во время Второй мировой войны авиаперевозки не останавливались, а только наращивали свои обороты.

Не считая затрат авиакомпаний на соблюдение требований ВОЗ, Роспотребнадзора и других надзорных инстанций, немаловажную роль играет затраты авиакомпаний на соблюдение установленных требований.

Расчёты показывают, что использование многоразовых масок, прошедших обработку, является наиболее выгодным для авиакомпаний.

Рассмотрим на примере экономию авиакомпании. Перелет Москва – Египет (Хургада) занимает по времени 5 часов. Таким образом, авиакомпания

должна предоставить пассажирам и членам экипажа порядка 700 комплектов СИЗ, аналогичная цифра выходит при обратном рейсе. Цена маски в России составляет 50 рублей, перчаток 10 рублей. Соответственно общие затраты за рейс Москва – Египет (Хургада)-Москва составят 84 тыс. рублей. Как видим из приведенного примера затраты на приобретение вышеназванного озонатора окупятся за 1 рейс.

Анализ ситуации на сегодняшний день показывает, что человечество оказалось не готово к эпидемии COVID-19. Каждому человеку следует научиться жить рядом с вирусом, пытаться его подчинить себе и сделать его наименее опасным. Именно над этим в настоящее время работают ученые многих стран. Людям в свою очередь необходимо соблюдать санитарно-эпидемиологические нормы и пользоваться средствами защиты, тем самым сводя к минимуму воздействия вируса.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Методические указания, разработанные Роспотребнадзором, по поэтапному выходу из режима противоэпидемических ограничений, введенных в рамках борьбы с распространением новой коронавирусной инфекции, при восстановлении авиапассажирских перевозок в гражданской авиации. Согласовано Федеральной службой по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека письмом от 20.05.2020 № 02/10029-2020-23. – Москва, 2020.

*Забайдулина А. В.*

Уральский государственный горный университет, г. Екатеринбург, Российская Федерация

## ОПАСНЫЕ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ КАК ПРИЧИНА АВИАКАТАСТРОФ

*Аннотация.* Согласно статистике, первопричиной большинства авиакатастроф является ошибка экипажа, диспетчера или технического персонала. Но между тем, по последствиям и масштабам произошедшего, опасные метеорологические процессы нисколько не уступают человеческому фактору. Ливневые осадки, порывистый ветер, молния, а также облако пепла не раз становились источником трагедии, унесшей не один десяток жизней.

*Ключевые слова:* авиакатастрофа, опасные метеорологические процессы, трагедия.

## **DANGEROUS METEOROLOGICAL PROCESSES AS A CAUSE OF PLANE CRASHES**

*Abstract.* According to statistics, the root cause of most plane crashes is the error of the crew, dispatcher or technical personnel. But meanwhile, in terms of the consequences and scale of what happened, dangerous meteorological processes are not at all inferior to the human factor. Heavy rainfall, gusty winds, lightning, and a cloud of ash have repeatedly become the source of a tragedy that has claimed more than a dozen lives.

*Key words:* Plane crash, dangerous meteorological processes, tragedy.

В настоящее время авиация стремительно развивается. В среднем, ежегодно авиакомпаниями перевозят около 4,5-5 млрд. человек, а в течении последующих 20 лет, согласно прогнозам, эта цифра может возрасти в 2 раза. Но, несмотря на инновационные технологии, используемые в авиации, авиакатастрофы продолжают существовать и по сей день. Природа их возникновения может быть совершенно разной, начиная от ошибки экипажа до террористического акта.

Опасные метеорологические процессы – одна из причин крушения авиалайнеров. К ним можно отнести: сильные ветра, ливневые дожди, грозы, град, туман и так далее. Перечисленное не только может спровоцировать ошибку экипажа, сбой в работе электроники, но и полностью вывести из строя самолет и привести к трагедии. Нередко подобное случалось в XX веке, когда система мониторинга за метеорологической обстановкой была несовершенна. Одна из катастроф такого рода произошла с пассажирским авиалайнером Delta Air Lines.

2 августа 1985 года в Далласе штат Техас была жаркая погода, что вызвало серию гроз, и, как следствие, привело к созданию в аэропорту Форт Уорт очереди самолетов, ожидающих посадку и взлет. Рейс 191 Delta Air Lines был одним из тех, кто ожидал своей очереди на посадку.

Погода над аэропортом менялась ежеминутно и если Learjet, самолет, летевший перед авиалайнером, испытал на себе только дождь и боковой ветер, то во время захода на посадку рейса 191, на том же месте уже образовалась серьезная опасность – гроза, в которой скрывался микропорыв. Микропорыв – это сильный нисходящий поток воздуха из грозового облака. Он представляет опасность не только на земле, но и, в гораздо большей степени, в небе.

Самолет, вошедший в зону микропорыва, сначала сталкивается с сильным встречным ветром, а затем с нисходящим потоком, которые сначала приподымают воздушное судно и после бросают его к земле (рис. 1).

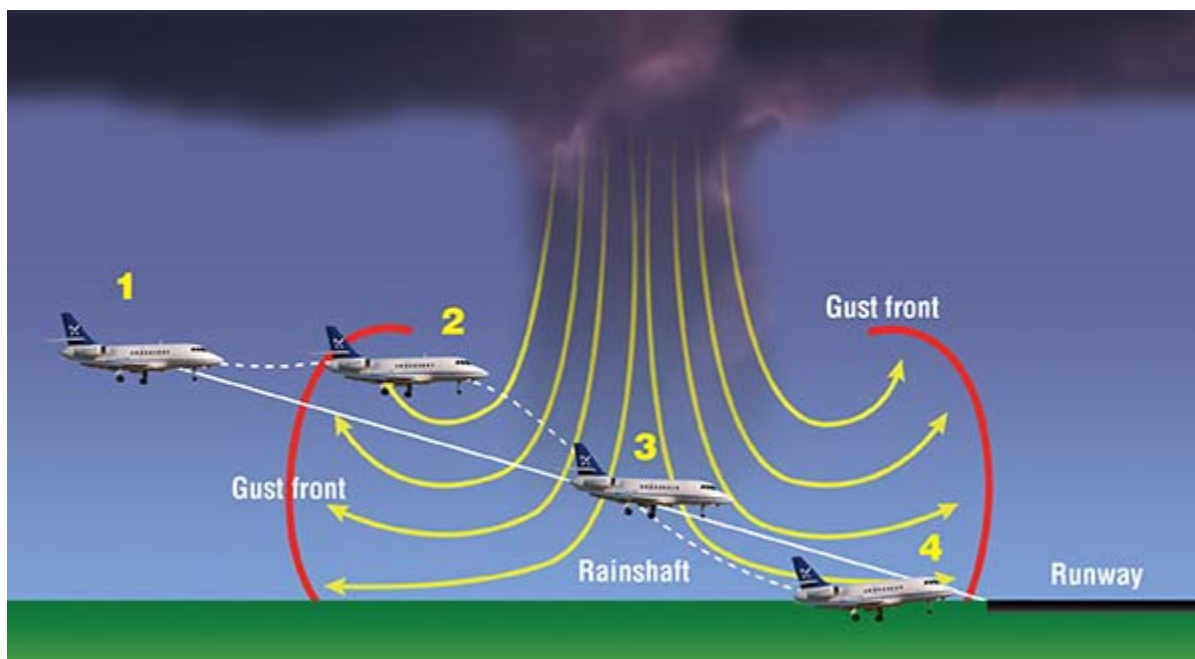


Рис. 1. Схематичное изображение микропорыва

В ситуации с рейсом 191, совокупность микропорыва и сильного бокового ветра привела к трагическим последствиям – самолет ударяется о землю примерно в 2 км от аэропорта и врезается в водонапорную башню. В результате крушения самолета погибло 133 человека из 162 на борту и 1 человек на земле.

Микропорыв – это лишь одно из явлений, способных привести к крушению самолета. Другим распространенным опасным метеорологическим процессом являются сильные электрические разряды – молнии.

Корпуса воздушных судов традиционно изготавливаются из алюминия, который является хорошим проводником и, благодаря этому, молния проходит вдоль фюзеляжа и беспрепятственно выходит через хвостовую часть. Однако авиакатастрофа, произошедшая 19 января 1995 года с вертолетом авиакомпании Bristow Helicopters, перевернула представление о возможностях и последствиях молниевых разрядов.

Пассажирский вертолет Aérospatiale AS.332L Super Puma выполнял рейс из Абердина, Шотландия на нефтяную платформу Brae Alpha в Северном море. Северное море – это место, где теплые ветра Атлантики встречаются с ледяными порывами из Арктики и Сибири, и, за счёт этого, некогда белые и безобидные облака, могут в мгновение стать серьезной проблемой на пути воздушного судна. Самыми опасными облаками для небольших летательных аппаратов являются кучево-дождевые – внутри них сильная турбулентность, высокая возможность обледенения, ливневый дождь и молниевые разряды.

В вертолеты, пролетающие над Северным морем, очень часто попадают молнии, но ранее это не становилось причиной авиакатастроф. В случае же с AS.332L, молния, ударившая в вертолет, имела силу электрического тока, равную примерно 30 млрд. ватт, в то время как разряд молнии средней интенсивности составляет около 50 тыс. ампер. Это привело к взрыву

противоизносной металлической полоски у одной из рулевых углеволоконных лопастей винта, последующему нарушению балансировки и, как следствие, потери управления над воздушным аппаратом. Вопреки этому, благодаря профессионализму экипажа и быстрому реагированию морского судна, находившегося рядом, все 18 человек, находившиеся на борту, выжили и не пострадали.

Авиационные происшествия и крушение воздушных судов, происходящие вследствие неблагоприятных метеорологических условий, происходят повсеместно, в том числе и на территории Российской Федерации:

- Крушение Як-40 4 мая 1972 года под Братском в результате совокупности мощного снегопада, метели и нисходящего воздушного потока;
- В условиях плохой видимости 12 декабря 1995 года три истребителя Су-27 пилотажной группы «Русские Витязи» врезались в гору близ авиабазы Камрань;
- 12 апреля 1978 года в окрестностях Тобольска произошло крушение вертолета Ми-10К вследствие мощной снежной бури.

За всю историю авиации на территории России произошло немало подобных трагедий, унесшей множество жизней. Однако случившееся не проходит бесследно. Анализируя причины авиакатастрофы, выявляя цепь событий, эксперты постоянно улучшают международные стандарты авиабезопасности.

Согласно материалам базы данных ASN, начиная с 2000 года, в мире произошло 162 авиационные аварии, связанные с неблагоприятными погодными условиями, где погибло более тысячи человек. Впрочем, по сравнению с 70-80-ми годами прошлого века, наблюдается тенденция на убывание количества подобных происшествий. Это происходит во многом благодаря динамично развивающейся системе мониторинга за метеорологической обстановкой. Если до 1977 года в пункты управления воздушным движением не были включены сотрудники метеослужбы, то в настоящее время это является одним из обязательных условий. Для метеобеспечения аэронавигации, аэропорты оснащены современными метеорологическими приборами, средствами связи и радиолокации, вычислительной техникой, позволяющей обеспечить экипаж воздушного судна высококачественной метеорологической информацией. Своевременный прогноз погоды очень важен, поэтому авиационный метеорологический центр приобретает первостепенную роль в функционировании любого аэродрома.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. В.Б. Болтыров, Л.А. Стороженко, Т.С. Бобина, Опасные природные процессы и прогнозирование. Урал. Гос. Горный ун-т. – Екатеринбург: издательство УГГУ, 2017. – 202 с.
2. ASN Aviation Safety Database [Электронный ресурс] — Режим доступа: URL: <https://aviation-safety.net/database/> (2021)

3. AAIB Air Accidents Investigation Branch [Электронный ресурс] — Режим доступа: URL: <https://www.gov.uk/government/organisations/air-accidents-investigation-branch> (2021)
4. Годовые доклады совета ИКАО [Электронный ресурс] — Режим доступа: URL: <https://www.icao.int/about-icao/Pages/annual-reports.aspx> (2021)

*Исаев А. С., Соболев Н. Д., Чушкин Н. А.*

Новомосковский институт Российского химико-технологического университета им. Д. И. Менделеева г. Новомосковск, Российская Федерация

## **ОЦЕНКА АВАРИЙНЫХ РЕЖИМОВ ХИМИЧЕСКОГО КОНЦЕРНА**

*Аннотация.* В статье рассмотрены особенности расчета аварийных режимов (токов короткого замыкания) в системах электроснабжения. Объект исследования — АО «НАК «Азот» (г. Новомосковск). В качестве инструментального средства принята программа RastrWin. В результате работы получены параметры аварийных режимов и предложены направления снижения потенциальных экологических рисков.

*Ключевые слова:* надежность, система электроснабжения (СЭС), ток короткого замыкания, аварийный режим, термическая стойкость, устойчивость, RastrWin.

*Isaev A. S., Sobolev N. D., Chushkin N. A.*

Novomoskovskiy Institute of the D.I. Mendeleev Russian University of Chemical-technology, Novomoskovsk, Russian Federation.

## **ASSESSMENT OF EMERGENCY MODES OF A CEMICAL CONCERN**

*Annotation.* The article discusses the features of calculating emergency modes (short-circuit currents) in power supply systems. The object of the study is JSC "NAC «Azot» (Novomoskovsk). The RastrWin program is used as a tool. As a result of the work, the parameters of emergency modes were obtained and directions for reducing potential environmental risks were proposed.

*Keywords:* reliability, power supply system (ESS), short-circuit current, emergency mode, thermal stability, stability, RastrWin.

Современное крупное химическое предприятие является как важным объектом в социальном плане (большинство из них градообразующие), так и источником потенциальных опасностей вследствие производственных процессов, приводящим к значительным экологическим рискам. При этом в условиях пандемии на многих предприятиях химической промышленности введен вахтовый метод, обеспечивающий непрерывность технологических процессов.

Нами проведено обследование крупного химического концерна – АО «НАК «Азот» (г. Новомосковск). Это второй производитель РФ по объему выпуска аммиака и азотных и минеральных удобрений, единственный производитель в Европе гранулированного карбамида. Концерн является крупнейшим потребителем электроэнергии в Тульской обл. Годовое электропотребление составляет около 1200 млн. кВтч (для сравнения, электропотребление предприятия с аналогичной технологией ОАО «Щекиноазот» – менее 700 млн. кВтч), зимний заявленный максимум потребления активной мощности 138 МВт (прогнозируемый на 2022-й г – 137 МВт).

Технологический процесс (как составная часть компании «ЕвроХим» сертифицирован по стандарту ISO 9001) для объекта исследования обладает высокой степенью надежности – вероятность возникновения аварийной технологической ситуации оценивается не более  $10^{-8}$ . При этом максимальная нагрузка силовых трансформаторов ГПП не превышает 50%. Поэтому надежность функционирования предприятия в целом определяется действиями персонала и вспомогательными службами – в первую очередь, СЭС (системой электроснабжения) предприятия.

Анализ аварийных режимов СЭС определяется, прежде всего, расчетом токов КЗ (короткого замыкания). Так в 2002-м году на производстве хлора произошла авария (выброс газообразного хлора в атмосферу), вызванная именно КЗ на трансформаторной подстанции (при плановой остановке параллельного источника питания). В 2019-м году на подстанции №37 НАК «Азот» произошел несчастный случай со смертельным исходом (причина – устойчивое КЗ с образованием дуги).

При этом выделяются два основных направления: определение максимальных значений режимных параметров для проверки электрооборудования по условиям наиболее тяжелого режима (термическая и электродинамическая стойкость); минимальных значений – для проверки устройств релейной защиты на чувствительность (способность автоматики реагировать на повреждения). Теория расчета КЗ разработана в достаточной мере, доведена до реализации в виде инженерных методик и подробно изложена в [1].

Электрохозяйство НАК «Азот» представляет собой сложный электротехнический комплекс, который характеризуется количеством элементов (электрических машин в настоящее время около 20 тысяч) и разнообразием связей между ними (в результате реконструкции концерна – выделение производства хлора и ремонтных подразделений в независимые предприятия – административная иерархия и организация СЭС не идентичны). При этом велика доля уникального оборудования (около 30% электрических машин представлены на заводе в единственном числе). Поэтому необходимо проводить расчеты режима не «вручную», а с применением современных программных средств.



Ранее [3] для подобных объектов был использован Matlab. Но в этом случае необходимо учитывать ряд аспектов. Прежде всего, для работы с этой программой необходима высокая информационная подготовка пользователя. Кроме того, Matlab использует международные стандарты МЭК/ANSI, которые существенно отличаются от стандартов РФ [2]. Отличие проявляется как в области основных определений (в частности, стандарт МЭК иначе определяет ударный ток, ток термической стойкости), так и в построении моделей (отсутствует понятие двигательной обобщенной нагрузки, иначе оцениваются параметры режима при включении силовых трансформаторов). Это приводит к расхождению в параметрах режима – хотя в сетях выше 1 кВ оно является незначительным.

Поэтому в качестве программного средства принята программа Rastrwin. Ее использование кафедрой ЭПП НИ РХТУ основано на полученной академической лицензии (рис. 1).

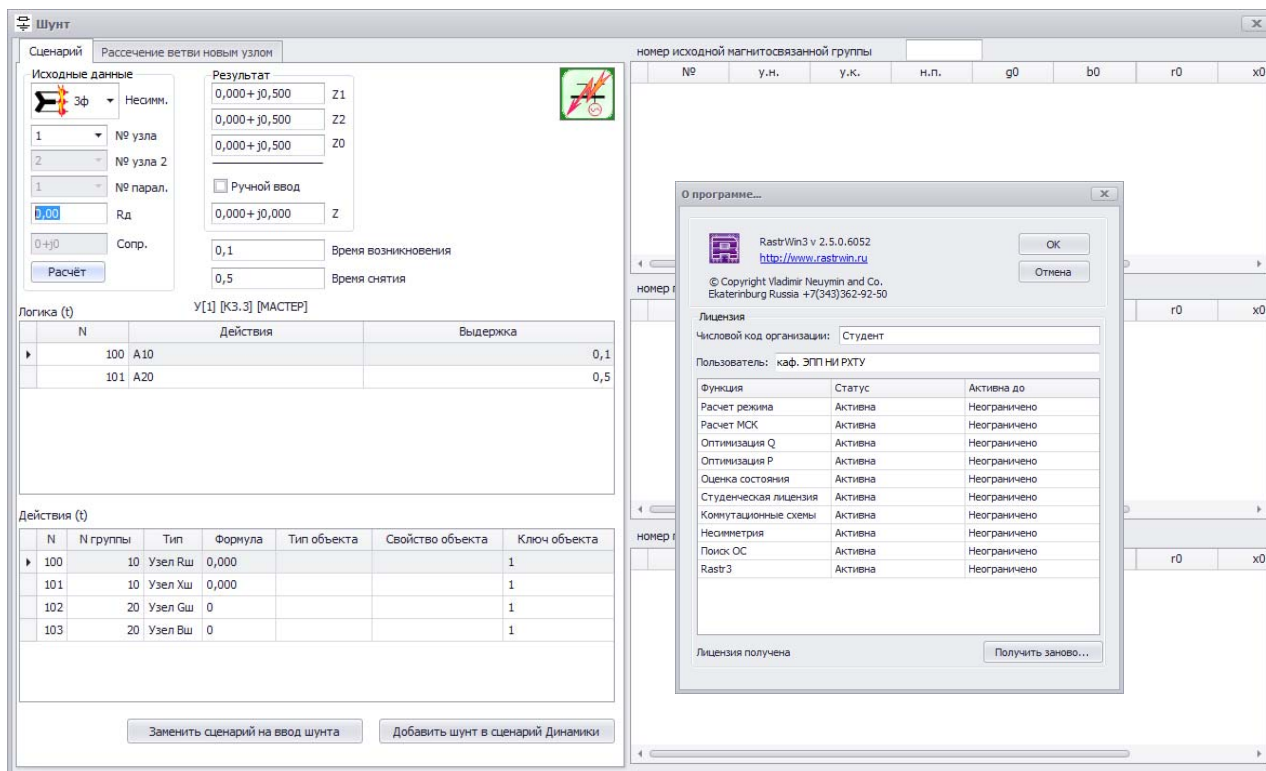


Рис. 1. Пример расчета начального значения тока КЗ (RastrWin)

Программа широко используется в учебном процессе электроэнергетическими кафедрами РФ [4], а основные функции приняты согласно [5]. Для проверки адекватности модели RastrWin проведен машинный эксперимент – расчет токов КЗ для одной из ГПП НАК «Азот». В этом случае расчетная схема является типичной для соответствующих уровней СЭС.

Она включает в себя линию 110 кВ – ГПП – КТП (РП). Расчет режима показан на рис. 1.

## Результаты расчета тока КЗ

Положение точки КЗ	RastrWin		Непосредственный расчет
	$Z_{\square}, \text{о.е.}$	$I^{(3)}, \text{о.е./кА}$	$I_{\Pi(0)}, \text{кА}$
Система 110 кВ	j0,05	20/0,265	0,265
РУ ВН ГПП	0,31+j1,02	0,774/3,887	4,912
РУ НН ГПП	0,31+j10,63	0,0941/5,171	5,174
РП 10 кВ	0,38+j10,64	0,0939/5,164	5,139

Согласно ГОСТ РФ полный ток КЗ представляет собой сумму двух составляющих (слагающих):

$$i = i_{\Pi} + i_a, \quad (1)$$

где  $i$  – полный ток КЗ;  $i_{\Pi}$  – периодическая составляющая (ток нового установившегося режима);  $i_a$  – аperiodическая составляющая (ток свободного процесса, отражающего обмен энергии между источником и сетью).

Периодическая составляющая тока КЗ (мгновенное значение):

$$i_{\Pi} = I_{\Pi} \sin(\omega t + \alpha - \varphi_k), \quad (2)$$

где  $I_{\Pi} = E_m / \sqrt{R_k^2 + (\omega L_k)^2} = E_m / \sqrt{R_k^2 + X_k^2}$  – амплитуда периодической составляющей тока КЗ;  $\alpha$  – фазный угол ЭДС источника в момент возникновения КЗ;  $\varphi_k = \arctg(\omega L_k / R_k)$ ; в большинстве практических случаев  $\omega L_k \gg R_k$ , поэтому  $\varphi_k \approx \pi/2$ .

Аperiodическая составляющая тока КЗ

$$i_a = [i_0 - I_{\Pi} \sin(\alpha - \varphi_k)] e^{-t/T_k}, \quad (3)$$

где  $T_k = L_k / R_k = L_k / \omega R_k$  – постоянная времени цепи КЗ.

Ударный ток  $i_{y\partial}$  ГОСТ РФ определяет как максимально возможное мгновенное значение тока для расчетной сети. Он наступает через половину периода от начала КЗ (для сетей общепромышленной частоты через 0,01 с) и определяется как экстремальное (максимальное) значение полного тока  $i$ .

$$i_{y\partial} = I_{\Pi} + I_a(t=0,01) = I_{\Pi} + I_{\Pi} e^{-0,01/T_k} = K_y I_{\Pi} = \sqrt{2} K_{y\partial} I_{\Pi} \quad (4)$$

где  $K_{y\partial} = 1 + e^{-0,01/T_k}$  – ударный коэффициент;  $I_{\Pi}$  – действующее значение периодической составляющей тока КЗ.

Действующее значение периодической составляющей тока КЗ (2) RastrWin определяет непосредственно (расчет в фазных токах или эквивалентирование схемы относительно точки КЗ). Составляющие (3) и (4) в явном виде не определяются [5]. Нами они определены расчетом эквивалентной постоянной времени  $T_k$ , используя эквивалентное активное и индуктивное сопротивление (рис.1). Периодическая составляющая тока принята незатухающей (питающая система обладает мощностью, превышающей мощность нагрузки; ее режим не зависит от процессов во внешней сети; это соответствует наиболее тяжелому режиму).

В табл. 1 приведено сравнение результатов расчета токов КЗ в RastrWin с непосредственным расчетом (согласно [2]). В целом можно говорить о приемлемом соответствии результатов (значение тока в К1 при «ручном» расчете получено несколько завышенное, т.к. не учтено активное сопротивление линии 110 кВ – это соответствует условиям возникновения наиболее тяжелого режима). Следовательно, расчет RastrWin выполнен корректно.

Аналогично проведены расчеты для других присоединений. Установлено, что в целом СЭС соответствует требованиям протекания токов КЗ (термическая стойкость объектов обеспечена). Но сформулированы предложения, направленные на оптимизацию СЭС (они должны быть учтены при реконструкции сетей предприятия). В частности представляется целесообразным: техническое перевооружение цеха «Карбамид-2»; использование реактированных линий при питании производства хлора; схемные решения, ведущие к уменьшению нагрузки ГПП «Химическая» и «Северная».

Также сформулированы требования к режиму работы персонала «в ячейках» в условиях ухудшения санитарно-эпидемиологической обстановки. Основной принцип – бесконтактная работа сотрудников, основанная на сменном графике 2/2. Для этого выделены определяющие в плане надежности позиции СЭС, которые требуют приоритетного контроля.

В дальнейшем работа будет продолжена в направлении исследования устойчивости (способность системы противостоять внешним воздействиям) СЭС. В качестве инструмента также будет принят RastrWin (он позволяет проводить подобные исследования).

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ульянов С.А. Электромагнитные переходные процессы в электроэнергетических системах. – М.: Энергия, 1970. – 520 с.
2. ГОСТ Р 52735-2007. Короткие замыкания в электроустановках. Методы расчета в электроустановках переменного тока напряжением свыше 1 кВ. – М.: Стандартинформ, 2008. – 36 с.
3. Исаев А.С., Фатюшина Е.Ю. Методические проблемы организации учебных курсов в СДО // «Фёдоровские чтения – 2020»: I Международная научно-практическая конференция с элементами научной школы (Москва, 19-22 ноября 2020 г.). М.: Издательский дом МЭИ, 2020. – с. 72-78.
4. Расчет токов короткого замыкания в программном комплексе RastrKZ/ под ред. Л.В. Толстихиной. – Саяногорск; Черемушки: Сибирский федеральный университет; Саяно-Шушенский филиал СФУ, 2012. – 40 с.
5. Документация к программе RastrKZ (электронный ресурс). – Режим доступа: <http://www.rastrwin.ru/rastr/RastrKZ.php>.

*Исаев А. С., Леонов А. А.*

Новомосковский институт Российского химико-технологического университета  
им. Д. И. Менделеева, г. Новомосковск, Российская Федерация

## **ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКИХ РИСКОВ ОАО «ЩЕКИНОАЗОТ»**

*Аннотация.* В статье рассмотрены актуальные тенденции расчета надежности современных энергетических объектов. Объект исследования – ОАО «Щекиноазот». В результате работы сформулированы предложения по улучшению надежности рассмотренной системы электроснабжения с целью повышения устойчивости развития предприятия.

*Ключевые слова:* надежность, система электроснабжения (СЭС), экологические риски, устойчивость, балансовая надежность, структурная надежность, функциональная надежность, вероятностные методы.

*Isaev A. S., Leonov A. A.*

Novomoskovsk institute of the D. I. Mendeleev Russian University of Chemical  
Technology, Novomoskovsk, Russian Federation

## **ASSESSMENT OF ENVIRONMENTAL RISKS OF JSC «SHCHEKINOAZOT»**

*Abstract.* The article discusses the current trends in calculating the reliability of modern energy facilities. The object of the study is JSC «Shchekinoazot». As a result of the work, proposals are formulated to improve the reliability of the considered power supply system in order to increase the sustainability of the enterprise.

*Keywords:* reliability, power supply system (SES), environmental risks, stability, balance reliability, structural reliability, functional reliability, probabilistic methods.

Современные промышленные предприятия представляют собой сложные комплексы, характеризующиеся большим количеством структурных единиц, многообразием и скоротечностью технологических процессов. Объектом нашего исследования является крупный химический концерн – ОАО «Щекиноазот». Данное предприятие наряду с высокими требованиями по надежности (химическое производство, связанное с потенциальными аварийными ситуациями) несет значительную социально-экологическую нагрузку. В экологической сфере предъявляются высокие требования в связи с близостью музея-заповедника «Ясная Поляна», в социальной – является градообразующим предприятием г. Щекино (население по данным 2020 г. – 57,4 тыс.чел.). В этой связи оценка экологических рисков данного предприятия является весьма актуальной задачей.

Особенностью функционирования данного предприятия являются тесные связи с зарубежными партнерами: в области технологии фирмы Германии («Torp Werk GmbH») и Дании («Haldor Topsøe»), в области проектирования и монтажа

объектов – Китая (концерн «China National Chemical Engineering»). Установлено, что технологическое оборудование в этом случае обладает высоким уровнем надежности (международный стандарт МЭК). Поэтому аварийные ситуации в данном случае могут быть вызваны прежде всего нарушением системы электроснабжения (СЭС). В 2019-м году на АО «НАК «Азот» (предприятие с аналогичным технологическим процессом) зафиксирован несчастный случай со смертельным исходом, ранее были выбросы хлора и взрыв аммиака. Во всех случаях причиной были аварии в системе электроснабжения (при летальном исходе – устойчивое короткое замыкание).

Современная СЭС с учетом большого количества элементов со сложными связями между ними и многообразием переходных процессов представляет собой сложную (в кибернетическом смысле) систему. Поэтому для оценки надежности электротехнических комплексов необходимо использование статистических методов, которые разработаны, доведены до инженерных методик и подробно изложены в [1].

«Щекиноазот» занимает второе место в Тульской области по объему потребления электроэнергии (после АО «НАК «Азот», г. Новомосковск). При этом данное предприятие развивается в Тульском регионе опережающими темпами – прирост электропотребления промышленного узла г. Щекино за последние пять лет составляет 40%, по потребляемой максимальной мощности 40 МВт. Годовое электропотребление в 2020 г. составило 654,8 млн.кВтч, в 2015 г. – 620,9 млн. кВтч, в 2025 г. – согласно прогнозам возрастет (с учетом ввода в эксплуатацию новых производств) до 983,3 млн.кВтч. Заявленный максимум в 2021 г. составлял 74,7 МВт, в 2015 г. – 70,9 МВт, в соответствии с планом развития в предприятия эта величина в 2025 г. должна увеличиться до 112,3 МВт.

Предприятие имеет два источника питания – энергосистема и собственной ТЭЦ (расположена в пгт. Первомайский). Расчетная схема с двумя независимыми (полностью резервирующими друг друга источниками) является сложной (вероятность отказа системы не определяется эквивалентированием последовательных или параллельных отдельных элементов). В [1] для подобных объектов используются линейные модели (схема СЭС по конфигурации полностью соответствует расчетной схеме по надежности) и линеаризованные методы расчета результирующей надежности. Представляется такое упрощение для объекта исследования неприемлемым, особенно с учетом интенсивного развития предприятия и расширения производства (в планах введение новых объектов, в частности – производство капролактама и азотной кислоты; реконструкция существующих производств аммиака и карбамида).

Схема электроснабжения предприятия представлена на рис. 1. Предприятие имеет два независимых источника – питается от энергосистемы (две ГПП напряжением 110/10 кВ) и от ТЭЦ «Первомайская» (установленная мощность 125 МВт). На предприятии значительна доля высоковольтной

нагрузки (основные технологические агрегаты) напряжением 10 кВ, включая генераторную установку в производстве серной кислоты.

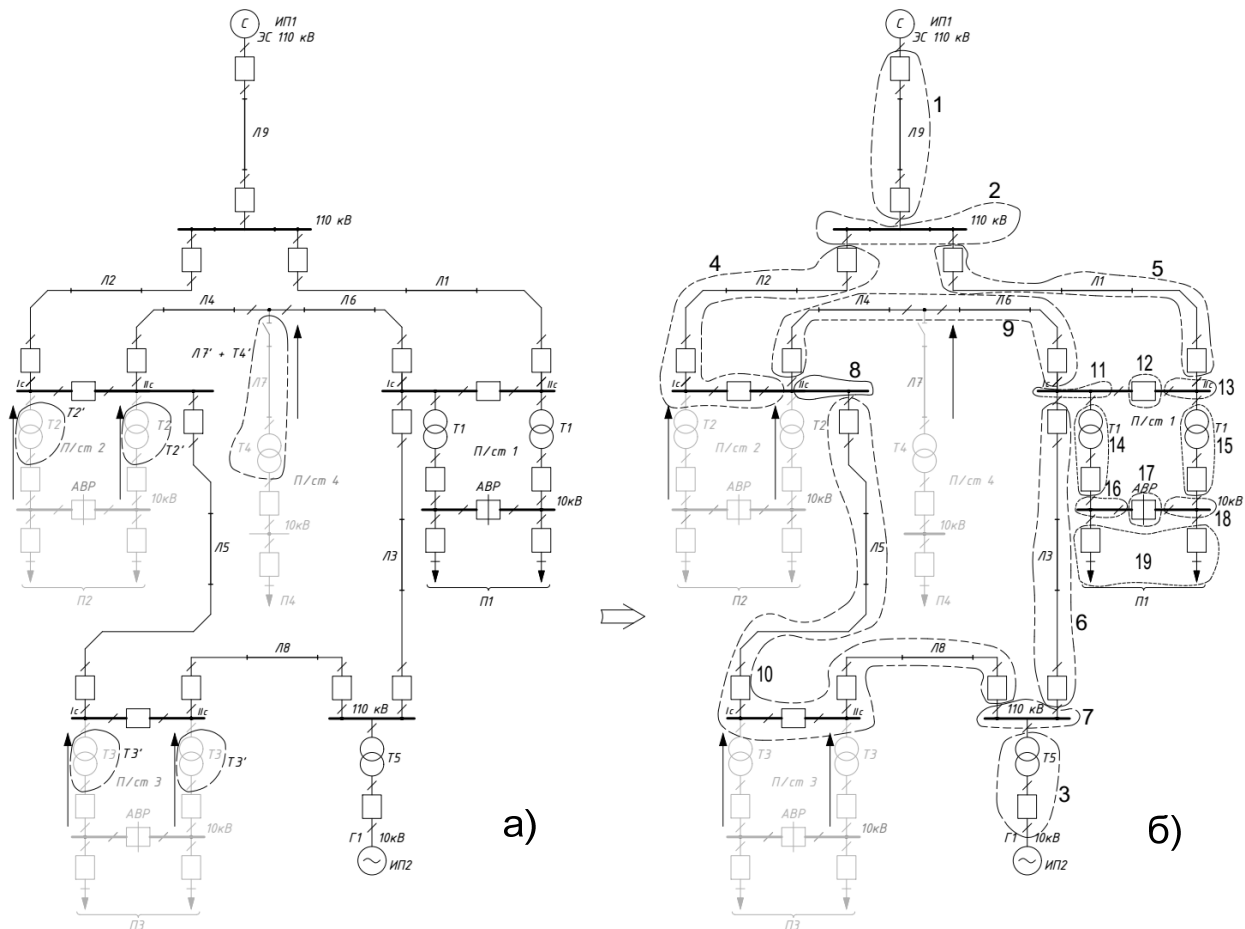


Рис. 1. Схема СЭС для расчета надежности – а) исходная; б) эквивалентная

Расчетная схема по надежности формируется на основе схемы ЭС. На рис. 1 показана схема замещения для расчета ПС1. На первом этапе выделяются элементы, отказ которых приводит к отказу (любое ограничение мощности у потребителя) – рис. 1(а). В этом случае перерыв в электроснабжении определяется временем восстановления (ремонт, замена) элемента. Затем элементы эквивалентируются для придания схеме большей компактности (рис. 1(б)). Например, элемент 5 включает в себя два выключателя, линию Л1 напряжением 10 кВ, два разъединителя.

На втором этапе рассматриваются зависимые отказы – повреждения на смежных участках сети, приводящие в итоге к перерыву в электроснабжении. В этом случае перерыв в электроснабжении определяется временем оперативных работ (действия ремонтного и оперативного персонала). Например, отказ трансформатора Т3 приводит к необходимости снятия напряжения со сборных шин 10 кВ. Поэтому это учтено как Т3 в эквивалентном элементе 10 (рис. 2(а)). В базовых элементах [1] подобными отказами пренебрегают. Таким образом построена расчетная схема по надежности и ее направленный граф (рис. 2).

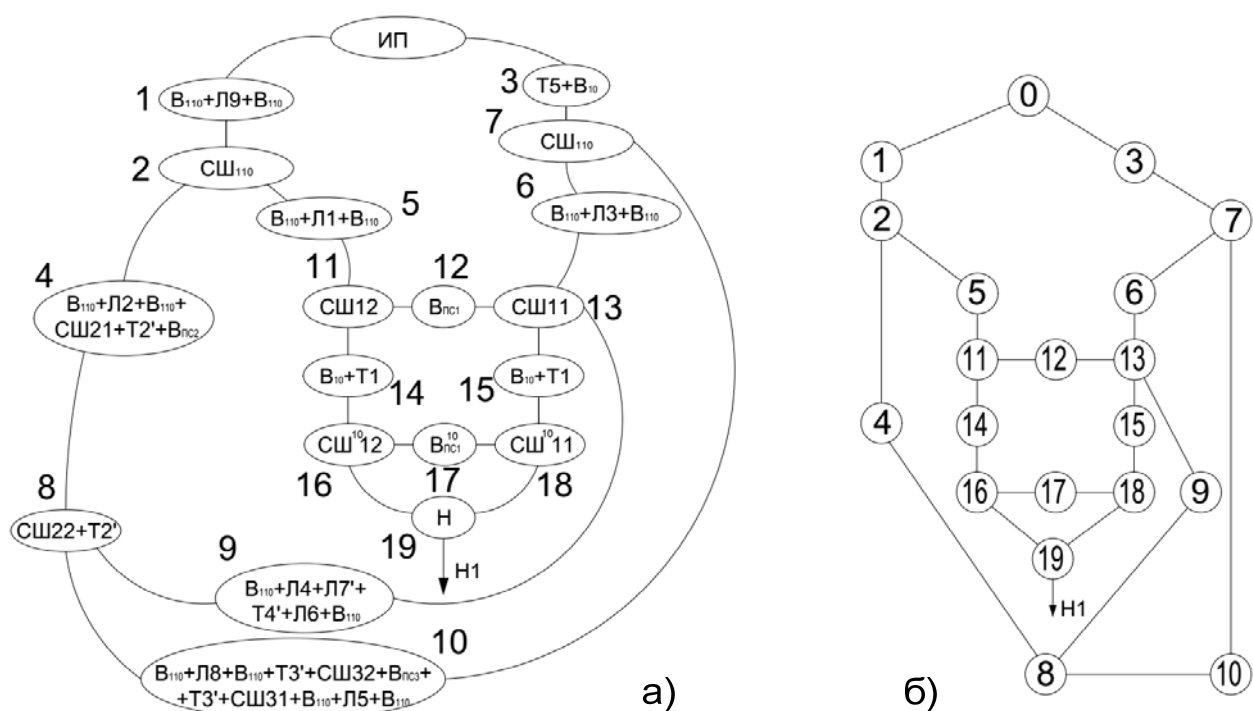


Рис. 2. Расчетная схема СЭС по надежности с учетом зависимых отказов  
 а – эквивалентная; б – результирующий граф

В [2] для надежности сложных объектов предложено два вида надежности: структурная (надежность системы определяется состоянием отдельных элементов для двух возможных состояний «отказ»/«работа») и балансовая (надежность определяется по вероятностным характеристикам отдельных элементов). Результирующая надежность названа функциональной. Ранее ввиду сложности предложенного математического аппарата для энергетических объектов подобный подход практически не применялся. С развитием IT-сферы и прикладных математических программ (MathCAD, Matlab) есть опыт применения более точных моделей и в энергетическом комплексе [3].

Нами построены модели структурной и балансовой надежности для объекта исследования. В качестве инструмента принят MathCAD (исходя из простоты использования и наглядности представления результатов). При этом набор минимальный путей (совокупность элементов, достаточная для функционирования объекта в целом) определен экспертно – в ходе обследования предприятия. Таким образом, выделена особая группа электроприемников, бесперебойная работа которых необходима для предотвращения аварий с целью исключения угрозы жизни людей.

Выявлено, что основной причиной возможных отказов в системе являются «узкие» места СЭС (хотя в целом, завод является современным предприятием и характеризуется высокой надежностью – как отдельных элементов, так и функциональной). Прежде всего, недостаточная пропускная способность элементов в производстве серной кислоты приводит к тому, что не

обеспечивается должное резервирование. Фактически – параллельно работающие элементы являются последовательными в смысле надежности, т.к. отказ любого из них приводит к отказу в системе. При эксплуатации это означает, что устройства (например, насосы) включены параллельно, но для технологического процесса необходимы все. Таким образом, выход из строя любого элемента приводит к отказу системы. Поэтому параллельная конфигурация элементов СЭС приводит к последовательной расчетной схеме по надежности.

Установлено, что базовые модели [1] обладают чрезмерной погрешностью и должны быть модернизированы. Полученные результаты говорят о необходимости учета: принудительных простоев (вывод электрооборудования в ремонт согласно нормам ППР) – составляют около 10% от вероятности отказа системы; ремонтных состояний на смежных элементах (вероятность отказа определяется не временем восстановления элемента, а длительностью ремонтных работ) – около 5% от вероятности отказа системы; повреждений средств релейной защиты и автоматики – около 5% от вероятности отказа системы; возможностью повреждений в области сборных шин – около 25% от вероятности отказа системы. Последний результат позволяет утверждать, что сложность конфигурации кабельной сети предприятия определяется не ее протяженностью, а количеством кабельных линий (присоединений); условиями их эксплуатации (пересечение кабельной линии с железнодорожными путями, требующее зоны отчуждения); качеством выполнения электромонтажных работ.

Произведен расчет надежности местной ТЭЦ. Получено, что схемные решения (прежде всего, трансферная система шин, питаемая от резервного трансформатора, с помощью которой можно обеспечить питание любого потребителя собственных нужд, независимо от его подключения к конкретной рабочей секции) обладают высокой степенью надежности.

Но сама станция построена в 1953-м году (средний срок службы основного генерирующего оборудования электростанций в целом по России составляет не более 45 лет), поэтому целесообразна ее модернизация или замена. И строительство новой ТЭЦ, действительно, входит в планы данного промышленного узла, что отражено в инвестиционной программе развития региона [4]. Анализ устойчивости проектируемой станции представляется продолжением данной работы.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Китушин В.Г. Надежность энергетических систем: Учеб. пособие для электроэнергетич. спец. ВУЗов. – М.: Высш. шк., 1984. – 256 с.
2. Барлоу Р., Прошан Ф. Статистическая теория надёжности. М.: Советское радио, 1969, 488 с.
3. Фокин Ю.А., Осипов Я.И. Методы расчёта показателей надёжности сложных электроэнергетических систем, основанные на структурно-функциональных характеристиках. – Электричество, 2010, №5, с. 7-13.



4. МО Щекинский район. Официальный портал. [Электронный ресурс]. – URL: <http://schekino.ru/city/econom/>. Дата обращения: 16.09.2020.

*Кунгурцев П. И., Стороженко Л. А.*

Уральский государственный горный университет, г. Екатеринбург, Российская Федерация

## **РАЗЛИВЫ НЕФТИ И НЕФТЕПРОДУКТОВ В РОССИИ: ПРИЧИНЫ И ПОСЛЕДСТВИЯ**

*Аннотация.* В статье рассматриваются причины аварийных разливов нефти и нефтепродуктов. Дается анализ статистики производственных аварий на объектах нефтехимической и нефтегазоперерабатывающей промышленности. Были рассмотрены самые громкие аварии, связанные с разливом нефтепродуктов, за 2020 год.

*Ключевые слова:* Нефть, нефтепродукты, авария, разливы нефтепродуктов.

*Kungurtsev P. I., Storozhenko L. A.*

Ural State Mining University, Yekaterinburg, Russian Federation

*Abstract.* The article discusses the causes of emergency spills of oil and oil products. The paper analyzes the statistics of industrial accidents at the facilities of the petrochemical and oil and gas processing industry. The article reviewed the most high-profile accidents associated with oil spills in 2020.

*Key words:* Oil, oil products, accident, oil product spills.

По данным доклада МЧС России на территории Российской Федерации функционируют: 7 554 опасных производственных объектов нефтегазодобычи; 4 138 опасных производственных объектов магистрального трубопроводного транспорта; 4 666 опасных производственных объектов нефтехимических, нефтегазоперерабатывающих производств и объектов нефтепродуктообеспечения [1]. Исходя из данных, опубликованных Министерством энергетики, только в 2019 году на предприятиях топливно-энергетического комплекса произошло более 17 000 аварий, связанных с разливом нефти. А по итогам 2020 года экономический ущерб от аварий на объектах нефтегазового комплекса превысило 5 миллиардов рублей. Данная статистика говорит о том, что разливы нефтепродуктов происходят чаще, чем об этом принято говорить.

Причинами возникновения подобных аварий являются:

1. несоблюдение правил техники безопасности;
2. нарушение правил эксплуатации опасных объектов;
3. нарушение норм технологического процесса;
4. нарушение производственной дисциплины и неверные действия работников;

##### 5. неудовлетворительная подготовка специалистов.

Практика показывает, что причиной значительной части производственных аварий на объектах нефтехимической и нефтегазоперерабатывающей промышленности является человеческий фактор. Помимо этого, немалую роль играет износ оборудования и разгерметизация технических устройств.

Согласно проведенному анализу данных годовых отчетов Ростехнадзора в период с 2010 по 2020 гг. на подконтрольных опасных производственных объектах нефтегазоперерабатывающих, нефтехимической промышленности и объектах нефтепродуктообеспечения произошло 210 аварий, в том числе:

1. 78 взрыва;
2. 75 пожаров;
3. 57 авария с выбросом опасных веществ [2].

На рис. 1 представлена диаграмма по числу аварий в процентном соотношении.



Рис. 1. Процентное соотношение аварий на опасных производственных объектах нефтегазоперерабатывающих, нефтехимической промышленности и объектах нефтепродуктообеспечения

В табл. 1 представлена статистика ЧС за прошедшее десятилетие.

Таблица 1

Статистика чрезвычайных происшествий за 2010–2020 гг.

Год	Число аварий	Виды и количество аварий			Материальный ущерб (млн. руб.)
		Взрывы	Пожары	Выброс опасных веществ	
2010	16	9	4	3	106
2011	20	16	1	3	>1000
2012	18	6	5	7	238
2013	14	3	6	5	553

2014	19	5	8	6	2 018
2015	19	6	11	2	133
2016	18	8	3	7	14 827
2017	19	6	9	4	419
2018	12	2	9	1	515
2019	18	3	12	3	1 646
2020	37	14	7	16	5 356
<b>Всего:</b>	<b>210</b>	<b>78</b>	<b>75</b>	<b>57</b>	<b>26 811</b>

Произошедшие аварии обладают катастрофическими масштабами, огромным ущербом как для экологии, так и для экономики страны, и, кроме всего прочего, высокой смертностью и травматизмом.

В 2020 году самыми громкими авариями, связанными с разливом нефтепродуктов, являются [3]:

1. 14 марта – разлив мазута в Находке.

Из-за взрыва цистерны в Приморском крае в окружающую природную среду попало более 2 500 тонн мазута. В ходе расследования было выяснено, что ЧС произошла в результате сильного износа оборудования, неспособного выдержать заданных нагрузок. Произошедший взрыв практически в самом центре города привел к тому, что содержание цистерны попало в озеро «Соленое». Ввиду того, действия по ликвидации аварии были приняты не оперативно, это привело к гибели флоры и фауны как в озере, так и в прибрежной зоне.

2. 20 мая – разлив дизтоплива в Норильске.

Данный случай является самой громкой аварией, связанной с разливом нефтепродуктов за 2020 год. Многочисленные нарушения по обслуживанию резервуаров на ТЭЦ-3 и под воздействием таяния вечной мерзлоты произошло извержение более 20 000 тонн дизельного топлива в окружающую среду. Из лопнувшего резервуара нефтепродукт стремительно распространился по тундре: сначала в реку Амбарную, из нее в озеро Пясино, из которого, в свою очередь, в Красное море. И опять действия по первичной очистке воды от дизельного топлива были предприняты с огромным запозданием, что привело к огромному ущербу для окружающей среды. Для восстановления от последствий катастрофы природе понадобится более 10 лет.

3. 25 июня – разлив нефтепродуктов в Химках.

По официальным данным, площадь разлива нефтепродукта составила 23 000 квадратных метров. Маслянистое пятно на воде с устойчивым запахом горюче-смазочных материалов увидели жители подмосковных Химок. Названий организаций, причастных к разливу Федеральным агентством водных ресурсов не приводятся.

4. 27 сентября – разлив нефтепродуктов в порту Хатанга.

Во время перекачки горюче-смазочных материалов по временному трубопроводу на Таймыре произошел разлив топлива. Причиной разлива

является разгерметизация трубопровода. И несмотря на оперативную локализацию разлива, часть нефтепродукта попала в залив моря Лаптевых.

5. 10 октября – разлив дизтоплива в Новой Кежме.

Во время перемещения через реку Ангару цистерна с дизтопливом лопнула, что, согласно первичным подсчетам, привело к попаданию нефтепродукта в почву и воду около 500 000 литров дизельного топлива.

Вышеперечисленные ЧС являются лишь одними из самых громких за прошедший год. И на первый взгляд может показаться, что аварии, связанные с разливом нефтепродуктов, происходят не часто. Однако это ошибочное мнение. Подобные аварии происходят постоянно. О них люди просто редко узнают, так как не до конца осознают о масштабах последствий для окружающей природной среды, здоровья человека и экономики страны.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Государственный доклад «О состоянии защиты населения и территорий Российской Федерации от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в 2019 году» – М.: МЧС России; ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2020. 259 с.
2. Ежегодные отчеты о деятельности Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору [Электронный ресурс] // Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору. URL: [https://www.gosnadzor.ru/public/annual\\_reports/](https://www.gosnadzor.ru/public/annual_reports/)
3. Разливы нефтепродуктов в России за 2020 год [Электронный ресурс] // ТЕРРА ЭКОЛОГИЯ. URL: <https://terra-ecology.ru/razlivy-nefteproduktov-v-rossii-za-2020-god/>

*Либерман Я. Л.<sup>1</sup>, Горбунова Л. Н.<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Российская Федерация

<sup>2</sup>Сибирский федеральный университет, г. Красноярск, Российская Федерация

## О ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЛЕНТОЧНЫХ КОНВЕЙЕРОВ

*Аннотация.* Проскальзывание ленты представляет опасность для персонала, существенно снижает надежность, долговечность конвейеров, может привести к чрезвычайным ситуациям – пожару и/или взрыву и негативным последствиям для окружающей среды. Представлена конструкция конвейера, обеспечивающая повышение надежности, долговечности, безаварийности и сокращение времени на устранение проскальзывания ленты.

*Ключевые слова:* транспортер-конвейер, проскальзывание ленты, надежность, чрезвычайная ситуация.

*Liberma Ya. L.<sup>1</sup>, Gorbunova L. N.<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Ural Federal University named after the first President of Russia B. N. Yeltsin, Ekaterinburg, Russian Federation

<sup>2</sup>Siberian Federal University, Krasnoyarsk, Russian Federation

## **ABOUT EMERGENCY SITUATIONS DURING THE OPERATION OF BELT CONVEYORS**

*Abstract.* Slipping of the belt poses a danger to personnel, significantly reduces the reliability and durability of the conveyor, can lead to emergency situations – fire and/or explosion and negative consequences for the environment. The design of the conveyor is presented, which provides an increase in reliability and durability, trouble-free operation and a reduction in the time to eliminate belt slippage.

*Key words:* conveyor belt, belt slippage, and reliability, emergency situation.

Для транспортирования больших объемов стабильных по направлению, однородных по содержанию и непрерывных по подаче грузов наиболее эффективными являются транспортные средства непрерывного действия – транспортеры-конвейеры. Основными элементами в них являются приводной и натяжной барабаны, охваченные лентой, и механизм перемещения оси натяжного барабана, обеспечивающий настройку требуемого натяжения ленты путем установки соответствующего положения натяжного барабана.

Особую опасность при использовании транспортных средств непрерывного действия представляет проскальзывание ленты. Последнее существенно снижает надежность, долговечность ленточного конвейера, а также может быть причиной чрезвычайных ситуаций – пожаров и/или взрывов. При этом пожары и/или взрывы характеризуются большой скоростью развития и негативным воздействием на окружающую среду. Приводим некоторые примеры пожаров и/или взрывов [1, 2].

В ОАО «Гуковуголь» 7 июня 2002 г. в 18 ч во время работы ленточного конвейера от неизвестного источника произошло возгорание бумаги и остатков сырой резины. К моменту остановки конвейера сформировался достаточный тепловой поток для воспламенения нижней ветви ленты. В течение 10–15 мин температура в очаге возгорания достигла 500 °С, и вскоре в горении участвовала большая часть нижней ветви ленты. Из-за высокой температуры воспламенилась верхняя ветвь ленты, в 19 ч 30 мин загорелось все полотно конвейерной ленты с другой стороны, и лента, груженная углем, разорвалась.

На Саранском филиале ОАО «Объединенные пивоваренные заводы» 17 февраля 2004 г. по заданию руководителя варочного участка проводился демонтаж воздухопроводов аспирационной установки ленточного конвейера с помощью электрической дисковой пилы. В месте соединения воздухопровода с пылеотделителем от искры произошел пылевой взрыв. Дальнейшее распространение взрыва не произошло, поскольку в аспирационной установке был установлен шлюзовой затвор, выполнявший роль огнепреградителя.

В ЗАО «Вороновский завод по производству солода» 23 января 2004 г. произошел взрыв в бункере отходов конвейерной линии передачи сухого солода из сушилки. По показаниям датчика нижнего уровня бункера для отходов и ростков, в бункере возникла нештатная ситуация: при отсутствии отгрузки ростков датчик с непродолжительными интервалами показывал то отсутствие массы ростков, то их наличие. Для выяснения ситуации работники демонтировали нижний люк бункера. Через некоторое время в бункере произошел взрыв газопылевоздушной смеси с последующим выбросом продуктов взрывного горения в помещение через нижний и смотровой люки. Выполненные из металлических решеток межэтажные перекрытия и осевшая на них пыль способствовали распространению взрыва в объеме всего помещения (с 1-го по 5-й этажи). Через дверной проем на верхнем этаже взрыв распространился в соседнее помещение, где произошел повторный взрыв пылевоздушной смеси. В результате взрыва три человека получили ожоги лица, шеи и кистей рук, разрушены строительные ограждающие конструкции. При этом стеклопакеты в оконных проемах уцелели, т. е. в нарушение правил безопасности не были предусмотрены легкосбрасываемые конструкции. Расследованием было установлено, что в проектных решениях были допущены нарушения требований взрывобезопасности, норм технологического проектирования, необоснованно установлена категория пожаровзрывоопасности (В вместо Б).

В АО «Казаньзернопродукт» (Республика Татарстан) 25 ноября 2016 г. из-за тления продукта в оборудовании произошло возгорание конвейерной ленты.

В АО «Невинномысский Азот» (г. Невинномысск) 9 сентября 2017 г. при остановке производства начался процесс термического разложения горючих материалов, что привело к их самовоспламенению и возгоранию конвейерной ленты на двух конвейерах. В результате пожара на площади около 130 м<sup>2</sup> сгорели ленты конвейеров, при этом смертельно травмирован один человек.

В Италии во время загрузки в силос объемом 50 тыс. м<sup>3</sup> сахара из-за механической поломки ленточного конвейера соскользнула лента. В результате трения конвейерной ленты и сахара началось поверхностное горение. Была предпринята попытка освободить силос от продукта, что привело к образованию заполненного горючими газами свободного объема и последующему взрыву. В результате взрыва конструкция силоса не была разрушена, однако поверхностное горение перешло в неконтролируемый пожар. Силос представлял собой вытяжную трубу высотой 25 м, герметичность его нижней части в результате избыточного давления взрыва была нарушена. Пожар, последующий демонтаж силоса продолжались пять месяцев, что привело к чрезвычайной экологической ситуации. Дым от пожара нарушил условия жизнедеятельности находившегося рядом с силосом населенного пункта с 38 тыс. жителей.

Повышение надежности и безаварийности ленточных конвейеров можно обеспечить сокращением времени на устранение проскальзывания ленты с

учетом зависимости коэффициента трения скольжения материала ленты по материалу барабана конвейера от относительной скорости ее скольжения.

Такие ленточные транспортеры-конвейеры известны, однако, при изменении скорости их работы и нагрузки на них все-таки зачастую происходит проскальзывание ленты [3, 4].

Дальнейшее повышение надежности и безаварийности транспортера реализуется за счет того, что ленточный транспортер, включающий приводной барабан с управляемым приводом вращательного движения, ленту, охватывающую приводной барабан и установленный на направляющих натяжной барабан, ось которого соединена со штоком управляемого привода поступательного движения, содержащий первый компаратор, выход которого соединен с блоком определения модуля сигнала, связанным с управляющим входом привода поступательного движения, первый тахогенератор, входной вал которого кинематически связан с валом приводного барабана, а выход – с первым входом первого компаратора, второй тахогенератор, входной вал которого кинематически связан с осью натяжного барабана, измерительный преобразователь момента сопротивления, установленный между приводным барабаном и его приводом вращательного движения, измерительный преобразователь силы натяжения ленты, связанный со штоком управляемого привода поступательного движения, блок деления сигналов, первый вход которого соединен с выходом преобразователя момента, а второй – с выходом преобразователя силы натяжения ленты, блок умножения сигналов, первый вход которого соединен с выходом блока деления, а второй – с выходом первого тахогенератора, и сумматор сигналов, первый вход которого подключен к выходу блока умножения, второй вход – к выходу второго тахогенератора, а выход ко второму входу первого компаратора, дополнительно снабжен усилителем с регулируемым коэффициентом усиления, вход которого соединен с выходом блока определения модуля, и вторым компаратором, первый вход которого соединен с выходом усилителя, второй вход – со входом задания скорости привода вращения приводного барабана, а выход – с управляющим входом этого привода.

На рис. 1 приведены зависимости коэффициента  $f$  трения скольжения материала транспортерной ленты по материалу барабана транспортера от относительной скорости  $V$  скольжения ленты по барабану (здесь  $a$  – кривая, соответствующая нагрузке на ленту  $\approx 2 \text{ Н/см}^2$ ;  $b$  – кривая, соответствующая нагрузке  $\approx 4 \text{ Н/см}^2$ ;  $c$  – кривая, соответствующая нагрузке  $\approx 4 \text{ Н/см}^2$ ). Как видно из рис. 1 (он изображен по результатам экспериментальных исследований, описанных в [5]) коэффициент трения скольжения  $f$  при увеличении относительной скорости скольжения  $V$  поверхностей образующих пару трения, как правило, имеет максимум, до которого  $f$  возрастает, а после которого – убывает. С увеличением нагрузки этот максимум смещается в сторону уменьшения  $V$ , и оказывается, что при реальных скоростях скольжения ленты по барабану с ростом  $V$  величина  $f$ , практически, только убывает.

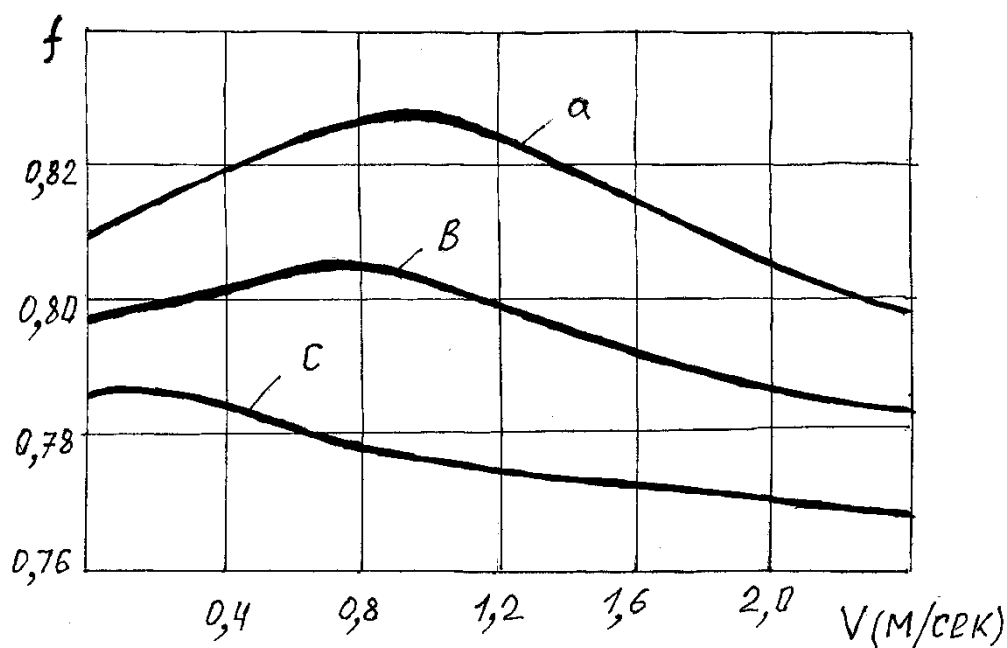


Рис. 1. Зависимость коэффициента  $f$  трения скольжения материала транспортной ленты по материалу барабана транспортера от относительной скорости  $V$  скольжения ленты по барабану

Если относительную скорость скольжения  $V$  в этом случае уменьшать, то  $f$  будет практически всегда возрастать. Но уменьшать  $V$  при работе ленточного транспортера можно путем уменьшения  $\omega_{пр}$  – скорости вращения приводного барабана. Если эту скорость при проскальзывании ленты по барабану уменьшать, то коэффициент трения  $f$  будет возрастать (при проскальзывании  $V$  обычно лежит как раз в диапазоне, показанном на графике). Если возрастает коэффициент трения, то при силе  $F$  натяжение ленты, играющей роль силы нормального давления ленты на барабан, увеличивается и сила трения:

$$F_{\text{ТРЕНИЯ}} = f \cdot F_{\text{ЛЕНТЫ ПО БАРАБАНУ}}$$

Но если будет увеличиваться сила трения, то это будет способствовать уменьшению и проскальзывания ленты. Совместное действие увеличения силы  $F$  и коэффициента  $f$  в результате приведет к более быстрому устранению проскальзывания [6].

Схема предлагаемого ленточного транспортера (рис. 2), использующая зависимости, показанные на рис. 1, включает в себя приводной барабан 1 с управляемым приводом вращательного движения 2 (в настоящее время это обычно привод с бесступенчатым регулированием скорости, позволяющий производить плавные разгон и торможение конвейера), ленту 3, охватывающую натяжной барабан 4 [7]. Ось 5 барабана 4 соединена со штоком 6 управляемого привода поступательного движения 7 (этот привод выполнен самотормозящимся).



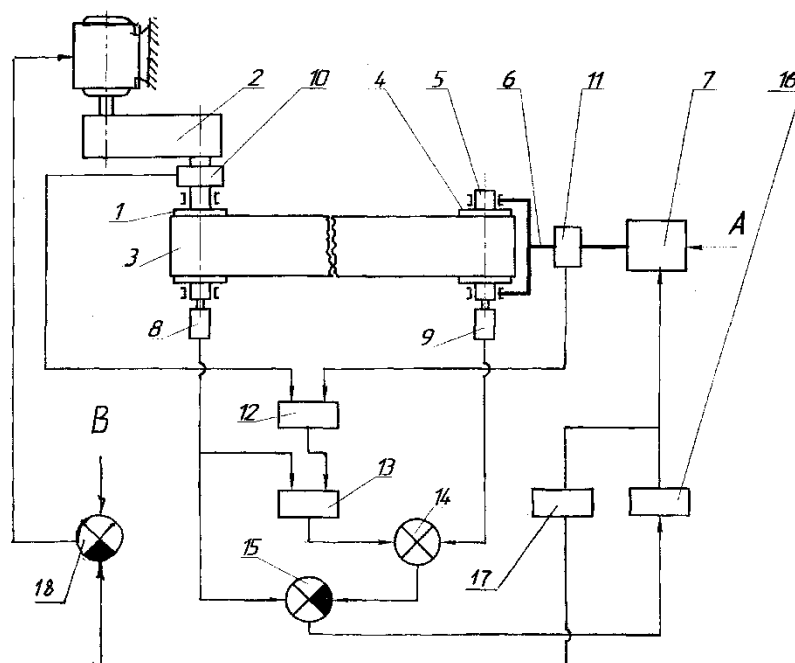


Рис. 2. Схема ленточного транспортера

С валом приводного барабана 1 кинематически связан входной вал первого тахогенератора 8, с осью натяжного барабана 4 кинематически связан входной вал второго тахогенератора 9. Между приводным барабаном 1 и приводом вращательного движения 2 установлен измерительный преобразователь момента сопротивления 10, а со штоком 6 связан измерительный преобразователь силы натяжения ленты 11. Указанный преобразователь настроен так, что на его выходе при работе возникает сигнал F/К. Выходы измерительных преобразователей 10 и 11 соединены с блоком деления сигналов 12, причем выход преобразователя 10 подключен к первому входу блока 12, через который вводится делимое, а выход преобразователя 11 – ко второму входу этого блока, через который вводится делитель. Выход блока деления 12 соединен с блоком умножения сигналов 13. С этим же блоком соединен выход первого тахогенератора 8 (выход блока 12 связан с первым входом блока 13, а выход тахогенератора 8 – со вторым входом блока 13). Выход блока 13 подключен к первому входу сумматора 14.

Второй вход сумматора подключен к выходу второго тахогенератора 9. Выход сумматора 14 соединен со вторым входом первого компаратора 15, а выход первого тахогенератора 8 соединен с первым входом первого компаратора 15 (второй выход компаратора – вычитательный). Выход первого компаратора 15 связан с блоком определения модуля сигнала 16, а выход этого блока соединен с управляющим входом привода поступательного движения 7. В дополнении к этому транспортер снабжен усилителем 17 с регулируемым коэффициентом усиления и вторым компаратором 18. Вход усилителя 17 подключен к выходу блока 16, а выход усилителя 17 соединен с первым (вычитающим) входом второго компаратора 18 (первый вход этого компаратора

соединен со входом В задания скорости привода вращения барабана 1). Выход же второго компаратора 18 соединен с управляющим входом привода 2.

Перед работой транспортера привод поступательного движения 7 настраивают априорно заданным сигналом А. Коэффициент усиления усилителя 17 также настраивают, используя данные, полученные ранее при предшествующей эксплуатации транспортера. Далее сигналом В запускают транспортер с требуемой скоростью (на первом входе компаратора 18 в это время сигнал равен «0»).

В режиме работы транспортера без проскальзывания ленты при больших нагрузках преобразователь момента 10 выдает сигнал М, который поступает в блок деления 12. Сюда же поступает сигнал F/K от преобразователя силы 11, обусловленный настроечным сигналом А. В блоке 12 сигнал М делится на F/K и на выходе появляется сигнал  $K \cdot M/F$ . Этот сигнал поступает на блок умножения 13 и умножается на сигнал  $\omega_{пр}$ , поступающий от тахогенератора 8. В результате на выходе блока 13 появляется сигнал, представляющий собой поправку на упругое скольжение ленты. Сумматором 14 этот сигнал складывается с сигналом  $\omega_H$ , поступающим от тахогенератора 9, что дает скорректированный сигнал о скорости вращения натяжного барабана 4. Указанный сигнал с выхода сумматора 14 подает на вычитающий вход компаратора 15, где сравниваются с сигналом  $\omega_{пр}$ , поступающим от тахогенератора 8. В рассматриваемом режиме работы транспортера результата сравнения (сигнал на выходе компаратора) равен «0» и привод поступательного перемещения 7 оставляет шток 6 в положении, заданном сигналом А. Если же режим работы транспортера меняется (начинается проскальзывание ленты), сигналы на выходах тахогенераторов 8 и 9 становятся отличающимися друг от друга на величину, большую, чем обусловлена упругим скольжением. На входах компаратора 15 сигналы оказываются по величине разным, и на его выходе появляется сигнал, отличный от «0». Чем больше проскальзывание, тем этот сигнал будет больше. Через определитель модуля 16 он подается на управляющий вход управляемого привода поступательного движения 7 и заставляет шток 6 совершить дополнительное движение, увеличивающее натяжение ленты. Одновременно с этим, с выхода блока 16 сигнал поступает на вход усилителя 17, а затем на вычитающий (первый) вход компаратора 18. Вычитаясь из сигнала В, он уменьшит сигнал на выходе компаратора 18, что приведет к уменьшению уровня сигнала, подаваемого на управляющий вход привода 2, и снижение его скорости. Последнее приводит к увеличению коэффициента трения  $f$ . Совместно с увеличением силы натяжения ленты увеличение коэффициента трения приведет к тому, что проскальзывание ленты будет уменьшаться быстрее, чем при только увеличении силы натяжения. Когда проскальзывание прекратится, на выходе компаратора 15 сигнал станет равным «0» и привод 7 со штоком 6 остановится. Поскольку привод 7 самотормозящийся, шток 6 зафиксируется в новом положении, и новое натяжение ленты также зафиксируется. Сигнал на выходе усилителя 17 при этом также станет равным «0». Скорость привода 2, заданная ранее сигналом В,

восстановится, но поскольку проскальзывание устранено, и скорость относительного скольжения ленты 3 и барабана 2 существенно уменьшена (она соответствует только упругому скольжению ленты по барабану), то коэффициент трения  $f$  окажется близким к максимальному для данной пары, и проскальзывание не возникает. И хотя при устранении проскальзывания будет несколько снижаться скорость  $\omega_{\text{пр}}$ , в целом все это вместе приведет к повышению надежности и безаварийности транспортера до уровня, близкого к максимальному, причем без снижения производительности.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Годовой отчет о деятельности Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору в 2010 г. (утв. Приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому атомному надзору от 3 июня 2011 г. № 278).
2. Котельников В. С., Мартынюк В. Ф. Странные взрывы // Безопасность труда в промышленности. – 2012. – № 4. – С. 88–92.
3. А.с. 126788 СССР. Ленточный конвейер / Я. Л. Либерман, Л. Н. Горбунова, В. Н. Шихов // Бюл. № 46. – 1981. – С. 4.
4. Пат. 104925 Российская Федерация, МПК В65G 23/44. Ленточный транспортер / Либерман Я. Л., Антропов М. С., заявл. 29.12.2010; опубл. 27.05.2011, Бюл. № 15. 15 с.
5. Беляев В. Н., Бидерман В. Л., Городецкий И. Е. Детали машин. М.: Машгиз, 1951. 654 с.
6. Пертен Ю. А. Конвейерные системы. СПб.: НПО «Профессионал», 2008. 585 с.
7. Пат. 121496 Российская Федерация, МПК В65G 23/44. Ленточный транспортер / Горбунова Л. Н., Либерман Я. Л., заявл. 22.06.2012; опубл. 27.10.2012, Бюл. № 30. 16 с.

*Наумов Ю. А.*

Владивостокский государственный университет экономики и сервиса,  
Находкинский филиал, г. Находка, Российская Федерация

## **О ВОЗДЕЙСТВИИ ТЕХНОГЕННЫХ ЧРЕЗЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ НА ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ПОРТОВЫХ ГОРОДОВ ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА (НА ПРИМЕРЕ Г. НАХОДКА ПРИМОРСКОГО КРАЯ)**

*Аннотация.* В работе проведен анализ 12 техногенных чрезвычайных ситуаций, произошедших на территории и акватории города Находка – самого крупного портового комплекса Дальнего Востока за 1904 – 2020 года. При этом установлены особенности, которыми характеризуются эти ситуации. Среди них

наличие ситуаций сложного каскадного типа, который наиболее негативно влияет на экологическое состояние городской среды и здоровье населения, нанося значительный материальный ущерб. Даны рекомендации по модернизации теплоэнергетики Находки: её перевод с мазута и угля на природный газ.

*Ключевые слова:* техногенные чрезвычайные ситуации, экологическое состояние города Находка, пожары, взрывы, аварийные разливы мазута.

*Naumov Y. A.*

Vladivostok State University of Economics and Service, Nakhodka Branch,  
Nakhodka, Russian Federation

## **ON THE IMPACT OF MAN-MADE EMERGENCIES ON THE ECOLOGICAL STATE OF PORT CITIES IN THE FAR EAST (ON THE EXAMPLE OF THE CITY OF NAKHODKA, PRIMORSKY KRAI)**

*Annotation.* The paper analyzes 12 man-made emergencies that occurred on the territory and water area of the city of Nakhodka – the largest port complex of the Far East in 1904-2020. At the same time, the features that characterize these situations are established. Among them, there are situations of a complex cascade type, which most negatively affects the ecological state of the urban environment and the health of the population, causing significant material damage. Recommendations are given for the modernization of Nakhodka's thermal power industry: its conversion from fuel oil and coal to natural gas.

*Keywords:* technogenic emergencies, ecological state of the city of Nakhodka, fires, explosions, emergency fuel oil spills.

При рассмотрении экологического состояния Дальнего Востока в пространственном отношении укажем, что по исследованиям большой группы известных специалистов региона, самой высокой более чем 100-кратной антропогенной нагрузкой характеризуется южная часть Приморского края. Эта нагрузка, формирующаяся на протяжении 20-го и начала 21-го веков под воздействием экологических факторов была рассчитана (в баллах), исходя из степени концентрации населения, промышленности, развития транспорта, сельскохозяйственного освоения [1].

Среди этих факторов мы акцентируем внимание на техногенных чрезвычайных ситуациях (ТЧС), которые способны сильно влиять за короткое время на экологическое состояние окружающей среды, включая человека. Судя по огромному количеству публикаций о ЧС, их изучение является актуальным.

«Чрезвычайная ситуация – состояние объекта, территории или акватории, при котором возникает угроза жизни и здоровью для групп людей, наносится материальный ущерб населению и экономике, деградирует окружающая среда» [2, с. 64]. По своему происхождению ЧС классифицируют на природные (естественные), антропогенные и техногенные [2].

В качестве объекта исследования автором выбран г. Находка, который представляет собой самый крупный портовый комплекс Дальнего Востока, включающий семь портов, из них два нефтяных. Для сравнения укажем, что грузооборот комплекса превышает 90 млн. ТВ год, в то время как у порта г. Владивосток только 18,5 млн. т в год [3].

Анализ воздействия ЧС на г. Находка возможен только при рассмотрении исторических аспектов развития этого города, для чего были проанализированы архивные материалы, часть которых стала открытой для работы только в последние годы. Это, наряду с авторскими данными, так же является новизной в представленной статье.

Самая первая документально установленная ТЧС произошла в 1904 г. с начала русско-японской войны, когда из шахтерского г. Сучана на лед бухты Находка были доставлены 8000 т угля для военно-морского флота России. Но наш флот потерпел поражение, уголь оставался на поверхности льда и по весне с его таянием провалился на дно, вызвав массовую гибель бентоса.

Следующий этап техногенного воздействия связан с организацией в 1934 г. в бухте Находка базы дизельных подводных лодок, которая была расформирована только в 60-х годах. На встрече автора с ветеранами-подводниками была получена информация, что большой трудностью в зимних условиях являлась заправка лодок топливом, когда от морозов лопались шланги. Последнее приводило к аварийным разливам различного масштаба, загрязняющим акваторию.

1946 г. характеризуется самым трагическим событием в истории Находки, когда в бухте Находка при нарушении правил хранения и пожаробезопасности экипажем произошел взрыв 750 т тротила и аммонала на судне «Дальстрой». Этот взрыв привел, с одной стороны, к многочисленным человеческим жертвам (105 человек погибло, 400 ранено), а с другой, к тому, что окружающее пространство было захламлено обломками этого судна, в воздух поднялось 1800 т мазута, который затем в течение двух часов проливался «дождем» на акваторию бухты и прилегающее побережье, вызвав нефтяное загрязнение бухты с прилегающей жилой зоной.

В этом же году на побережье произошел взрыв 6000 т взрывчатки на трех складах. При этом были ранены десятки людей, а на месте взрыва образовался котлован до 30 м глубиной. В результате окружающий котлован почвогрунты были загрязнены металлами и другими химическими веществами.

1973 г. траулер «Академикберг» протаранил в тумане атомную подводную лодку. На лодке лопнула система охлаждения реактора и погибло 27 человек. Лодка затонула, но затем была поднята и транспортирована на базу. Несомненно жидкие радиоактивные отходы попали в морскую среду, но эти сведения до сих пор закрыты.

1977 г. – крушение в центре Находки цистерны мазута емкостью 60 т. В результате были загрязнены берега и воды озера Соленого, устье реки Каменка и акватория залива Находка. Причина крушения – неисправность тормозной

системы цистерны. Битумный слой от ЧС сохранился до сих пор на берегах озера.

1990 г. – разрушение неисправной арматуры цистерн котельной №1 и разлив 3000 т мазута.

1991 г. – авария при нарушении правил эксплуатации топливного оборудования на котельной №3 и разлив 100 т.

1992 г. – авария на котельной №1, связанная с халатностью персонала и разлив 630 т мазута. На побережье с загрязнением озера Соленого, устья реки Каменка и акватории залива Находка.

Все эти 4 разлива (1977 г., 1990 г., 1991 г., 1992 г.) характеризовались массовой гибелью рыб и птиц, но наиболее многочисленной в 1990г.

1995 г. – взрыв и пожар на танкере «Эвенск» 140 т бензина и 40 т дизельного топлива. В результате 1 человек сгорел заживо, нефтепродуктами была покрыта значительная часть акватории бухты Врангеля. По словам очевидцев: «Бухта была объята таким огромным пламене, что нам казалось – настал апокалипсис».

1996 г. – пожар в Торговом порту в бухте Находка. В результате сгорели 1000 т хлопка на 5 млн. долларов. Из всех версий прокуратура посчитала наиболее вероятной причиной пожара умышленный поджог конкурентов. Продуктами сгорания была загрязнена значительная часть атмосферы Находки. У людей отмечались обострения различных заболеваний.

2003 г. – пожар береговых складов в Торговом порту в бухте Находка лесоматериалов, пластмасс, синтетических волокон и других горючих ценных материалов. В данном случае в качестве причины пожаров также фигурировало версия умышленного поджога. Продуктами горения была загрязнена значительная часть атмосферы Находки. У людей отмечались обострения различных заболеваний.

2016 г. – пожар на мчащемся в Торговый порт вагоне поезда с лесоматериалами.

2020 г. – взрыв на котельной №3 и разлив 2500 т мазута с соответствующими экологическими последствиями, как и в прошлые годы. Особо отметим, что на этой котельной отмечался разлив ещё в 1991 г. Была установлена высокая степень износа оборудования этой котельной, но намеченные мероприятия по модернизации так и не были выполнены. Участие автора статьи в работе комиссии по расследованию причин возникновения этой ТЧС в качестве эксперта Международной общественной экологической организации «Зелёный Крест» показало, что руководство котельной № 3 старалось приуменьшить масштабы разлива и скрыть часть допущенных нарушений.

## ВЫВОДЫ

Анализ 12 ТЧС в г. Находка за период с 1904 по 1920 гг. показал, что они характеризуются следующими особенностями:

1. На 1-ом месте отмечались аварийные разливы нефтепродуктов – 7 ситуаций; на втором – взрывы и пожары по 4 ситуации; на 3-ем – крушение 3 морских судов.

2. Сложным каскадным типом, когда 1 негативный фактор – взрыв провоцирует второй – пожар, затем третий – разлив нефтепродуктов и четвёртый – загрязнение акваторий, морского дна, побережья и атмосферы города.

3. Преобладанием в ряду причин человеческого фактора (нарушений правил эксплуатации оборудования, халатное отношение персонала к своим обязанностям, умышленный поджог).

4. Гибелью людей и пострадавшими, а также значительным материальным ущербом.

5. Загрязнением всех элементов природно-антропогенной экосистемы г. Находка и ухудшением её экологического состояния.

6. Автором статьи были даны рекомендации для администрации Находки по модернизации теплоэнергетики города: её перевод с мазута и угля на природный газ.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Долговременная программа охраны природы и рационального использования природных ресурсов Приморского края до 2005 г. Экологическая программа. – Часть 2. – Владивосток: Дальнаука, 1993. – 301 с.
2. Бегун, 2012//Безопасность жизнедеятельности / Под ред. Белова С.В. – М.: Высшая школа. 1999. – 448 с.
3. Находка как транспортный мегакомплекс: проблемы и перспективы устойчивого развития: монография / А.В. Быков, Л.В. Лехтянская, Т.Г. Римская и др.; под ред. д-ра геогр. наук, проф. Б.И.Кочурова ; рук. авт. колл. и отв.ред. Ю.А. Наумов; Филиал ФГБОУ ВО «Владивостокский государственный университет экономики и сервиса» в г. Находке. – Владивосток : Изд-во ВГУЭС, 2016. – 296 с.

*Тоапанта В.*

Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, г. Санкт-Петербург, Российская Федерация

## ТЕНДЕНЦИИ ВЛИЯНИЯ ИЗМЕНЧИВОСТИ КЛИМАТА НА ДОРОЖНУЮ ИНФРАСТРУКТУРУ

*Аннотация.* В данной статье обсуждается влияние изменчивости климата на дорожные инфраструктуры (на пример Симон Боливар п. - Эквадор), через использование секторальных климатических индексов ET-SCI (анг), которые анализируют поведение экстремальных погодных явлений на основе ежедневных данных об осадках и температуре. Кроме того, проводится краткий

анализ корреляции между индексами Rx5day, R20 и чрезвычайными ситуациями, возникшими на проспекте в период 2013-2018 г. Результаты показали положительные тенденции индексов Rx5day, R20, TX90p и WSDI, что свидетельствует об увеличении интенсивности и продолжительности осадков, а также количества жарких дней и тепловых волн в районе исследования. Наконец, была обнаружена положительная корреляция между индексами Rx5day, R20 и чрезвычайными ситуациями, о которых сообщалось на основе проведения исследований состояния дорожной инфраструктуры проспекта Симона Боливара в период 2013-2018 г.

*Ключевые слова:* Изменчивость климата, климатический индекс, дорожная инфраструктура.

*Toaranta V.*

Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering, Saint Petersburg, Russian Federation

## **TRENDS IN THE IMPACT OF CLIMATE VARIABILITY ON ROAD INFRASTRUCTURE**

*Abstract.* This paper analyzes the incidence of climate variability in road infrastructure (Case Study Avenida Simón Bolívar-Ecuador), through the use of sectoral climate indices ET-SCI, which analyze the behavior of extreme weather events from daily precipitation and temperature data. In addition, a brief analysis is made of the correlation between the Rx5day and R20 indices and the emergencies raised on the avenue during the period 2013-2018. The results showed positive trends in the Rx5day, R20, TX90P and WSDI indices, showing an increase in the intensity and duration of precipitation, as well as in the number of hot days and heat waves in the study area. Finally, a positive correlation was found between the Rx5day, R20 and the emergencies reported in the avenue Simón Bolívar during the period 2013-2018.

*Key words:* Climate variability, climate index, road infrastructure.

Изменение климата часто представляется как самая большая проблема нашего времени. Глобальное потепление, повышение уровня моря и, интенсивность и частота экстремальных погодных явлений представляют собой ряд угроз для природных и искусственных систем [7]. Во многих регионах одним из проявлений изменения климата является увеличение изменчивости и экстремальных погодных условий, например, на территории г. Кито (Эквадор) наблюдается рост аномальных тенденций и поведения осадков и температуры [8]. Таким образом, постепенные изменения во времени, а также резкие изменения климата могут привести к тому, что дорожные системы станут все более уязвимыми и небезопасными [7].

Погодные явления, влияющие на дорожные системы, характеризуются как первичные и вторичные. В рамках первичных-увеличение средней температуры, увеличение максимальной температуры, увеличение или



уменьшение осадков, увеличение экстремальных осадков, среди других [7]. Что касается вероятности возникновения этих явлений, в исследовании, проведенном в Транспортной Системе Соединенных Штатов, установлено, что уровень неопределенности для снижения очень холодных дней практически верен, а уровень неопределенности для увеличения жарких дней, тепловых волн и увеличения интенсивности осадков весьма вероятен [10].

Для получения единообразного представления о наблюдаемых изменениях климата и экстремальных климатических явлениях группа экспертов по обнаружению изменений климата и индексам ETCCDI определила базовый набор описательных индексов экстремальных явлений, которые часто использовались для ежедневных оценок осадков и температурных наблюдений. Индексы описывают конкретные характеристики экстремумов, включая частоту, амплитуду и постоянство. Базовый набор включает в себя 27 экстремальных показателей температуры и осадков [5].

С учетом этих соображений в настоящей статье дается приблизительное представление о влиянии экстремальных погодных явлений на дорожные системы и предлагается использовать 5 индексов ET-SCI для выявления тенденций экстремальных явлений, которые могут способствовать возникновению климатических чрезвычайных ситуаций на дорогах и, в свою очередь, влиять на состояние, безопасность и управление такой инфраструктурой.

#### Данные и методика

Для исследования был выбран проспект Симона Боливара, расположенный в городе Кито, страна Эквадор на высоте более 2900 метров над уровнем моря. Проспект имеет длину 40 километров между кривой Санта-Роза на южной части Панамериканской трассы, и Кальдерон на Северной Панамериканской части трассы. Проспект был построен из гибкого асфальтового покрытия и состоит из 4 и 6 полос [6].

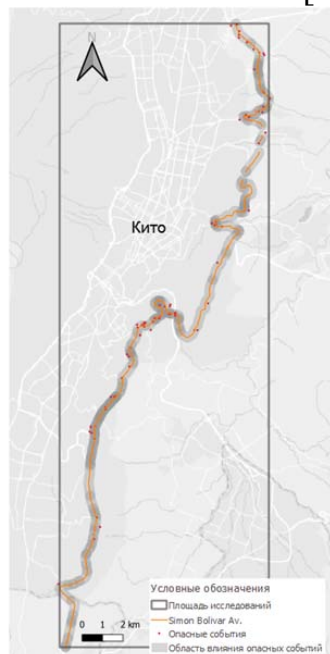


Рис. 1. Расположение проспект «Симон Боливар»

Для анализа экстремальных погодных явлений использовались 5 индексов ET-SCI (табл. 1) [2,7], те же самые, которые могут быть рассчитаны из локальных, спутниковых и повторных наборов данных [1]. Для этого анализа использовались наборы данных повторного анализа, суточные максимальные и минимальные значения температуры, полученные из CFSR (Climate Forecast System Reanalysis dataset), и суточные значения осадков, полученные из CHIRPS (Climate Hazards Group and InfraRed Precipitation with Station dataset), за период 1990-2020 годов. Координаты области исследования приведены в табл.2.

Таблица 1

Список индексов ET-SCI

ID	Название	Определение	Единица
Rx5day	Max 5-day precipitation amount (Максимальное Количество осадков, в течение 5 дней)	Максимальное ежемесячное количество осадков, в течение 5 дней подряд,	Мм
R20	Number of very heavy precipitation days (Количество дней с осадками очень интенсивной)	Количество дней в году, в котором $PR \geq 20\text{mm}$ , Где PR - ежедневные осадки	день
TX10p	Cool days (холодные Дни)	Процент дней, когда $TX < 10\%$ Где Тх- максимальная ежедневная температура	день
TX90p	Warm days (горячие Дни)	Процент дней, когда $TX > 90\%$	день
WSDI	Warm spell duration индикатор (Показатель продолжительности периодов горячие)	Подсчет годовой дней, по крайней мере, 6 последовательных дней, в которые $TX > 90\%$ -процентов	день

Таблица 2

Координаты, соответствующие области исследований

Длина	Широта
-78.534999	-0.384758
-78.443581	-0.109263

С помощью программного обеспечения Climdex были рассчитаны линейные тенденции для пяти индексов, а степень взаимосвязи была установлена с использованием коэффициента корреляции Пирсона (R). Кроме того, к коэффициенту корреляции был применен статистический тест: тест “Т” с N-2 степенями свободы на уровне 5% (\*)  $p < 0,050$  для определения Р-значения (собственный статистический тест программы) [8,596].

Для анализа влияния экстремальных погодных явлений на проспекте использовалась база данных об опасных событиях, доступная в SNGR (исп) за период 2013-2018 г [9]. Чтобы установить тип и количество событий, появившихся в зоне расположения проспекта, была определена зона влияния 250 метров от центральной оси проспекта (Рис. 1); получив в результате 262 события, из которых было отобрано только 92 события, связанные с изменениями осадков (наводнения, оползни и водная эрозия). Наконец, была проведена корреляционная Матрица между опасными событиями, произошедшими на проспекте, и индексами Rx5day и R20.

#### Результаты

Наблюдается положительная тенденция к увеличению максимального месячного количества осадков в течение 5 последовательных дней (Rx5day) (рис. 2), а также количества дней в году с очень интенсивным количеством осадков, когда  $PRCP \geq 20$  мм (R20) (Рис. 3). Это показывает, что, существует увеличение интенсивности и продолжительности экстремальных явлений, связанных с осадками, для сектора, в котором расположен проспект Симона Боливара.

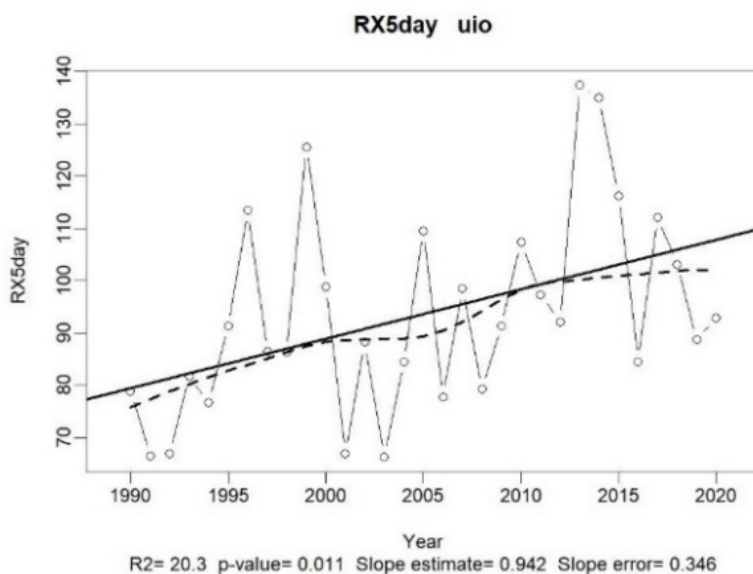


Рис. 2. Rx5day проспекта «Симон Боливар»

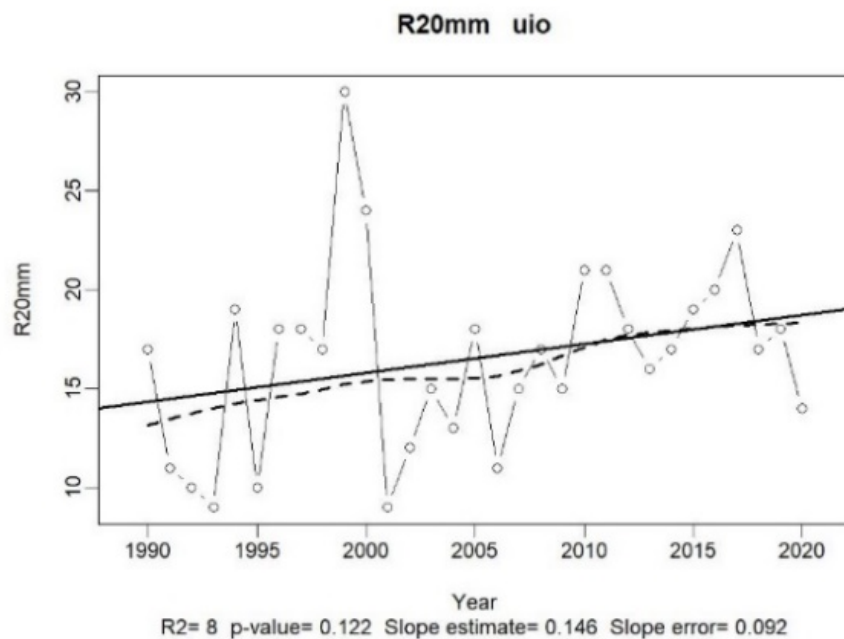


Рис. 3. R20 проспекта «Симон Боливар»

Положительная тенденция наблюдается в процентах дней, когда максимальная температура больше 90 процентов (Рис. 4) и; в отличие от Тх90р, Тх10р показывает отрицательную тенденцию в процентах дней, когда максимальная температура ниже 10% (Рис. 5); результаты, указывающие на увеличение жарких дней и сокращение холодных дней.

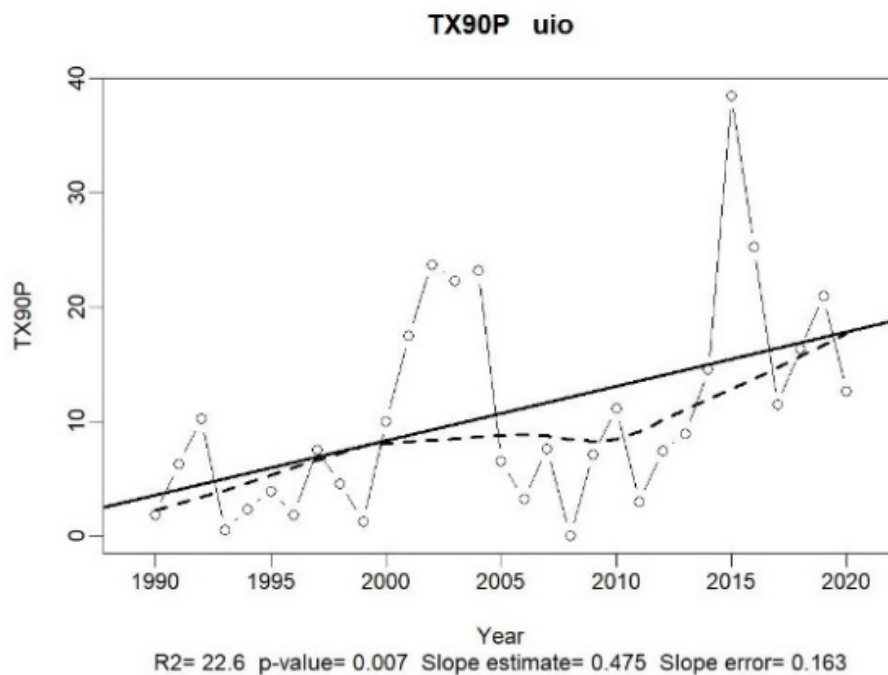


Рис. 3. Тх90р проспекта «Симон Боливар»

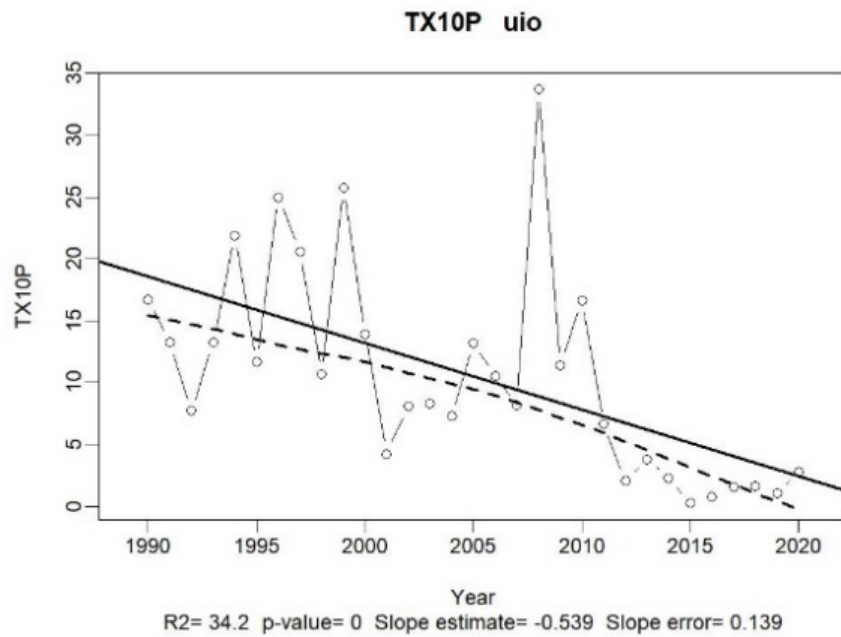


Рис. 4. Tx10p проспекта «Симон Боливар»

Что касается индекса продолжительности горячих периодов WSDI, то на рис. 5 показан положительная тенденция к количеству дней в год по крайней мере 6 последовательными днями, в которых TX>90 %.

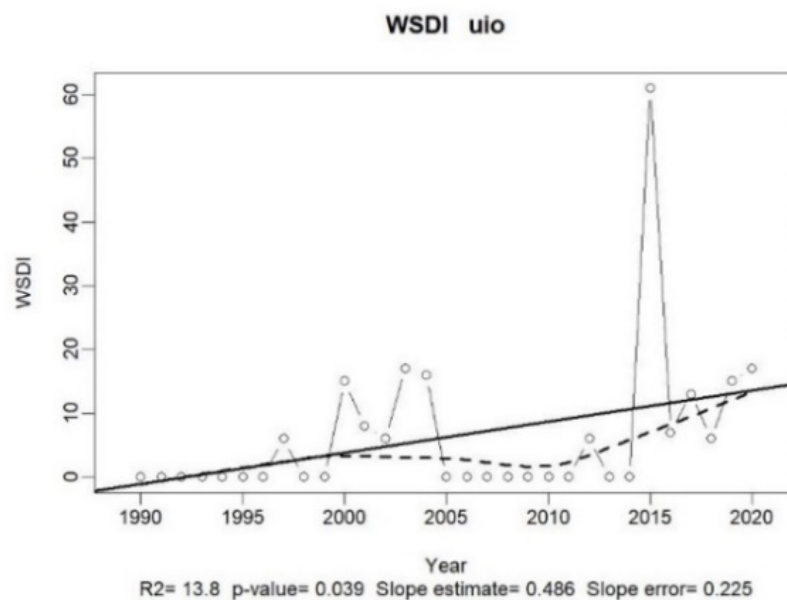


Рис. 5. WSDI проспекта «Симон Боливар»

Тенденции индексов экстремальных явлений.

В табл.3 представлены результаты в соответствии с каждым индексом, сгенерированным программой RClindex. Тенденции снижения индексов ET-SCI показаны с отрицательными значениями, в то время как тенденции увеличения

показаны с положительными значениями. В таблице уровень статистической значимости каждого коэффициента корреляции обозначается звездочками. Рассчитанные индексы показали статистическую значимость тенденций, поскольку они имеют р-значение  $<0.05$ , что статистически подразумевает достоверность более 95% для анализа данных.

Таблица 3

#### Тенденции индексов экстремальных явлений

Индекс	Результат
Rx5day	+0.942*
p-value	0.011
R20	0.146
p-value	0.122
Tx10p	-0.539
p-value	0
Tx90p	+0.475*
p-value	0.007
WSDI	+0.486*
p-value	0.039

Значение коэффициента корреляции (\*) р.

Что касается частоты погодных явлений на проспекте Симона Боливара в период 2013-2018 г., то положительная корреляция между индексами R20 и Rx5 свидетельствует о возникновении чрезвычайных ситуаций климатического происхождения на дорогах. Индексы R20 и Rx5day имеют корреляцию +0.27 и +0.36 соответственно (рис. 6 и 7).

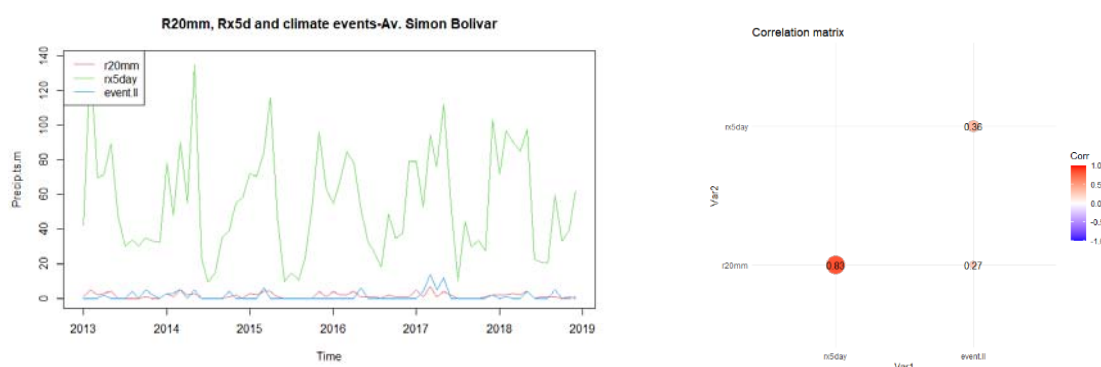


Рис. 6. Корреляция между погодными явлениями проспекта Симона Боливара и индексами Rx5d и R20

#### Заключение

Анализ интенсивности экстремальных событиях за последние 30 лет показывает, что индексы максимального количество осадков, в течение 5 дней (Rx5day), количество дней с очень интенсивными (R20) осадками, количество

жарких дней (TX90p), показатель продолжительности периодов горячие (WSDI) показывают тенденции к росту, и соответствующий индекс в холодные дни (TX10p) представляет тенденцию к снижению.

Доказано, что существует положительная корреляция между увеличением продолжительности и интенсивности осадков (индексы Rx5day, R20) и возникновением чрезвычайных ситуаций климатического происхождения на дорогах.

Выводы этого исследования являются адаптированными к местной реальности, поскольку используются спутниковые и повторные базы данных. На основе полученных результатов можно поднять вопрос о необходимости проведения более целенаправленных исследований или, в свою очередь, инициировать процессы оценки уязвимости дорожных сетей к потенциальным последствиям изменчивости климата.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Alexander L.V., Fowler H.J., Bador M., Behrangi A., Donat M. G., Venugopal V. On the use of indices to study extreme precipitation on sub-daily and daily timescales// Environmental Research Letters. 2019. Vol. 14. № 12. С. 125008.
2. Alexander L., Herold N. ClimPACT2 Indices and software. 2016. С. 46.
3. Climateengine. URL: <http://climateengine.org/app>. (дата обращения: 25.02.2021)
4. IPCC. Impacts, Adaptation, and Vulnerability. // Cambridge University Press. 2001. С. 1032
5. Klein A., Zwiers F.W., Zhang X. Guidelines on analysis of extremes in a changing climate in support of informed decisions for adaptation. Geneva. 2009. С. 14-17.
6. MTOP. Informe de rendición de cuentas del Ministerio de Transporte y Obras Públicas. Quito. 2017.
7. PIARC. Dealing with the effects of climate change on road pavements. Paris. 2012. С. 144.
8. Pinilla, M., Pinzón, C. Caracterización de eventos extremos asociados a la precipitación usando Rclimdex, en la parte central del departamento de Santander, Colombia// Ponencias presentadas al VIII Congreso Internacional de la Asociación Española de Climatología. 2012. С. 593-601.
9. SNGRE. Geoportal Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias. URL: <https://srvportal.gestionderiesgos.gob.ec/portal/home/>.(дата обращения: 15.02.2021)
10. SGI, EGIS, Deltares & NGI. Risk management for roads in a changing climate-A Guidebook to the RIMAROCC Method. 2010. С.81

Халиуллина Э. И., Насырова Э. С.

Уфимский государственный авиационный технический университет, г. Уфа,  
Российская Федерация

## ПРОБЛЕМА ВЗДУТИЯ ЛИТИЕВЫХ АККУМУЛЯТОРОВ

*Аннотация.* В работе проведен анализ литиевых аккумуляторов. Рассмотрены их виды и области применения. Целью анализа является изучение одной из опасностей литиевых аккумуляторов – вздутия. Проведен эксперимент для оценки пожаровзрывоопасности вздутых литиевых аккумуляторов методом механического прокола.

*Ключевые слова:* Литиевый аккумулятор, опасность, вздутие, электролит.

*Khaliullina E. I., Nasyrova E. S.*

Ufa State Aviation Technical University, Ufa, Russian Federation

## LITHIUM BATTERIES SWELLING

*Abstract.* In work the analysis of lithium batteries is carried out. Their types and applications are considered. The purpose of the analysis is to study one of the lithium batteries dangers – swelling. An experiment was carried out for assessing the fire and explosion hazard of swollen lithium batteries by the method of mechanical penetration.

*Key words:* Lithium battery, hazard, swelling, electrolyte.

Под литиевыми аккумуляторами подразумевается целый класс аккумуляторов, существенно различающиеся своими электрохимическими, а следовательно, и потребительскими качествами. Наиболее распространенные среди них приведены на рис. 1.

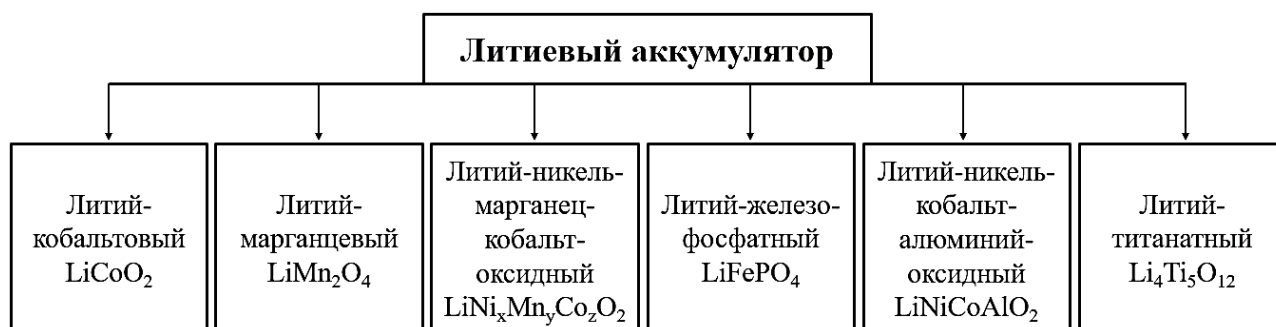


Рис. 1. Наиболее распространенные виды литиевых аккумуляторов

Литий-кобальтовые аккумуляторы применяют в основном в мобильных телефонах и электротехнике. Литий-марганцевые – для автономного питания электроинструментов, медтехники, силовых агрегатов. Литий-никель-марганец-



кобальт-оксидные – для частного и промышленного использования (источники бесперебойного питания, аварийное освещение, телекоммуникации, электромобили, электровелосипеды и др.). Литий-железо-фосфатные – для автономного питания складской техники, электротранспорта, промышленного оборудования. Литий-никель-кобальт-алюминий-оксидные – для электрических силовых агрегатов, промышленности и медицинского оборудования. Литий-титанатные – уличное освещение на солнечных элементах, электрические силовые агрегаты автомобилей, источники бесперебойного питания.

Почему же происходит вздутие аккумулятора? К этому приводит внезапное или же постепенное разрушение его внутренней конструкции.

Энергия в литиевых аккумуляторах вырабатывается за счет определенных химических реакций, то есть ионы лития перетекают от катода к аноду при зарядке, а возвращаются обратно во время разрядки. Если данная химическая реакция будет нарушена, произойдет образование газов между пластинами катода и анода. Из-за герметичности аккумулятора произойдет его вздутие.

Основной причиной выделения газов в литий-ионных аккумуляторах является разложение электролита. В качестве растворителя в них обычно используются различные алкилкарбонаты, выделяющие при разложении углекислый газ. На аноде при заряженном аккумуляторе будет происходить частичное восстановление  $\text{CO}_2$  до  $\text{CO}$ , также возможно выделение соответствующих газообразных алканов и образование небольшого количества воды.

В исследованиях [1] при прокалывании шилом ячейки анодной части выявлено, что выделенный из нее газ более чем на 99% состоит из водорода и менее одного процента других газов ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{CH}_4$  и  $\text{C}_2\text{H}_4$ ).

Опасность аккумуляторов заключается в том, что имея достаточно прочный корпус, при сильном внутреннем давлении способен обеспечить взрыв с выбросом опасных веществ и осколков корпуса и внутренностей питающего элемента. Также последствием этого взрыва может стать возгорание вследствие контакта газа с кислородом.

Например, авторы [2] считают, что при коротком замыкании в аккумуляторе при протекании нескольких секунд наблюдается вздутие корпуса, его разгерметизация и возгорание батареи. Вероятность взрыва в данном случае велика.

В работе [3] в ходе исследования выяснено, что полимерные гель-электролиты являются нестабильными, и жидкая фаза в них может улетучиваться из полимерной матрицы при нагревании, создавая угрозу вздутия источника тока, что является главным недостатком жидких органических электролитов.

В работе [4] авторы считают, что перезаряд полностью заряженного литий-ионного аккумулятора, напряжение которого составляет 4,2 В, может стать причиной вздутия и даже взрыва аккумулятора, а при коротких замыканиях и перегрузке естественно будет нагрев, образование газов и в итоге – взрыв.

В данной работе проведен эксперимент со вздутым аккумулятором Nokia BL-5CA (рис. 2).



Рис. 2. Вздутый аккумулятор до прокола

В начале эксперимента измерено напряжение аккумулятора с помощью цифрового мультиметра. Напряжение равно нулю. Проведен механический прокол на разработанной установке. В результате прокола наблюдается течь электролита из аккумулятора с выделением газа. На протяжении всего эксперимента измеряется температура его поверхности цифровым двухканальным термометром. Температура поверхности аккумулятора колеблется в пределах 22,3-22,5 градусов по Цельсию.

Хоть литиевые аккумуляторы и представляют потенциальную опасность для людей и окружающей среды, их преимущества и отсутствие альтернативных вариантов вынуждают человечество пользоваться ими.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Язвинская Н.Н. Исследование теплового разгона в литий-ионных аккумуляторах // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Технические науки. 2020. №2 С. 89-95.
2. Плотников В.Г., Чешко И.Д., Кондратьев С.А. Пожарная опасность литий-ионных аккумуляторов и низковольтных источников питания на их основе // Расследование пожаров. 2014. С. 53-58.
3. Ярмоленко О.В., Белов Д.Г., Ефимов О.Н. Влияние краун-эфиров на проводимость пластифицированных электролитов на основе полиакрилонитрила // Электрохимия. 2001. Т. 37. № 3. С. 321-327.
4. Бурцев А.П. Повышение эффективности схемы защиты от глубокого разряда и перезаряда Li-ion аккумуляторов // Молодежь и системная модернизация страны: сборник научных статей 5-й Международной научной конференции студентов и молодых ученых. 2020. С. 219-222.

*Щетинин В. М., Честных О. Н.*

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тамбовский государственный технический университет»

## **ОСНОВНЫЕ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫЕ СИТУАЦИИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ХАРАКТЕРА, КОТОРЫЕ МОГУТ ВОЗНИКНУТЬ НА ТЕРРИТОРИИ ТАМБОВСКОЙ ОБЛАСТИ**

*Аннотация:* В работе проведен анализ проблемы, связанной с чрезвычайными ситуациями экологического характера, а также их характеристика и возможные пути решения данной проблемы на территории Тамбовской области.

*Ключевые слова:* Тамбовская область, чрезвычайные ситуации, катастрофы, экология, антропогенное воздействие.

*Shchetinin V. M., Chestnyh O. N.*

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Tambov State Technical University»

## **MAJOR ENVIRONMENTAL EMERGENCIES THAT MAY OCCUR IN THE TAMBOV REGION**

*Abstract:* The paper analyzes the problems associated with environmental emergencies, as well as their characteristics and possible solutions to this problem in the Tambov region.

*Keywords:* Tambov region, emergencies, catastrophes, ecology, anthropogenic impact.

Ежегодно на разных уголках нашей планеты происходят различные чрезвычайные ситуации разного характера. Об них мы узнаем по телевидению, радио, интернету. Люди научились им активно противодействовать. [1, с.223]

Рассмотрим возникновения чрезвычайной ситуации экологического характера на территории Тамбовской области. Ведь стихийные бедствия, чрезвычайные ситуации и экологические катастрофы на территории Тамбовской области могут возникнуть внезапно неожиданно, а для их предупреждения и ликвидации надо знать их точную характеристику, тогда население будет им активно противодействовать.

Чрезвычайная экологическая ситуация – нарушение условий окружающей среды, которые возникают по различным причинам природных стихийных бедствий или из-за деятельности человека. [2] Чрезвычайные ситуации экологического характера приносят угрозы жизни и здоровью людей, наносят вред окружающей среде, также оказывают материальный ущерб и разрушают территории.

В теории можно выделить несколько групп чрезвычайных ситуаций экологического характера. Основа классификации в объекте негативного воздействия:

- почва (процессы эрозии различных видов, засоление, вымывание гумуса и иные деструктивные процессы);
- воздушный океан планеты (задымление, выброс химических веществ, тепловое воздействие и прочее); – гидрооболочка (сбросы, отравляющие вещества, мусор, повышение температурного режима);
- биосфера.

Высокая опасность чрезвычайных ситуаций экологического характера в Тамбовской области обосновывается в том, что обеспечить безопасность человека в таких чрезвычайных ситуациях практически невозможно. Человек является частью мировой экосистемы, и разрушение последней неизбежно влечет уничтожение человеческого сообщества.

Основной причиной чрезвычайных ситуаций в сфере экологии в Тамбовской области является антропогенное воздействие на окружающую среду. Человек становится более агрессивным в отношении природы. В результате его деятельности, все чаще происходит интенсивная деградация почвенного покрова. Такое явление характеризуется систематическим снижением качественных характеристик почвенного слоя. Ошибки в мелиоративных работах, бездумное засорение почв отходами бытового и промышленного производства, безграмотная агротехника – все это может стать причиной деградации. Отрицательное воздействие на параметры почвы оказывает применение химических веществ, таких как гербициды и пестициды. Содержание тяжелых металлов в почве приводит к обеднению микробиологии покрова, а также к исчезновению крупных обитателей почвы (червей, насекомых). [3, с.164]

Пожары лесного массива вредят почвенному покрову не меньше. В результате огненного бедствия погибает весь животный и растительный мир, что существенно отражается на характеристиках верхнего слоя почвы. Вырубка лесов и выкорчевывание крупных деревьев выносят плодородные слои гумуса, которые затем вымываются и выветриваются.

Деградация нередко выражается в форме эрозионных процессов, которые могут иметь специфические черты в зависимости от факторов их вызвавших. К таким факторам относят: водную, речную и ледниковую эрозии, а также эрозии в результате оползня и воздействия ветра. [4, с.509]

К чрезвычайным ситуациям экологического характера также можно отнести процессы опустынивания территорий, что характерно для засушливых районов и беспощадной эксплуатации человеком почвенных ресурсов. Равнодушие к экологической безопасности в области сельского хозяйства и животноводства может привести к невозвратным последствиям.

Деградация земель представляет собой процесс резкой потери почвой плодородных свойств. Он также характеризуется утратой водных ресурсов,

сокращением разных видов фауны и флоры, вплоть до атрофия растительного покрова на больших территориях Тамбовской области.

Чрезвычайными ситуациями экологического характера на территории Тамбовской области являются регулярные выбросы в атмосферу ядовитых, токсических веществ, которые провоцируют кислотные дожди, а также углекислого газа. Основными очагами выбросов могут являться опасные производства например завод «Пигмент».

Огромную опасность может представлять для области эксплуатация энергетических подстанций на основе сжигания углеводородного топлива на примере «ТЭЦ», гидроэлектростанции, а также объекты ядерной энергетики, но у нас их в области не имеется.

Загрязнения окружающей среды на территории Тамбовской области может выражаться в выбросах в атмосферу разных газообразных отходов, которые содержат большую группу метанола, а также могут происходить сбросы жидких и твердых неочищенных отходов в водные бассейны области.

Используемые в бытовых целях газы фреоны, летучие соединения хлора, фтора и брома истончают озоновую прослойку, отвечающую за температурный режим нашей планеты.

Кроме вышеперечисленного, антропогенное влияние прослеживается и на водных просторах в форме аварийных разливов нефти и систематическом загрязнении водных объектов продукцией нефтехимической отрасли. Воздействие на облака с целью регулирования осадков также оказывает отрицательное воздействие на водный и тепловой обмен между мировым океаном, сушей и воздушной оболочкой Земли.[5, с.119]

Тем не менее, как и во всех остальных российских регионах, в Тамбовской области экологические проблемы, конечно же, имеются, причем связаны они, как правило, с крупными промышленными предприятиями. Одним из них является завод «Пигмент», производящий красители, который располагает по своему объему подземными хранилищами отходов. Кроме того, ему принадлежит несколько так называемых «прудов-накопителей», являющихся источниками вредных выбросов в атмосферу. Это предприятие в последние годы находится на особом контроле не только экологов области, но и местных властей, причем и те, и другие достаточно успешно борются за то, чтобы хозяева этого завода проводили различные мероприятия, направленные на снижение вреда экологии.

Для того чтобы существенно сократить выбросы вредных веществ в атмосферу автомобильным транспортом, властями Тамбовской области разработана программа перевода всего муниципального общественного и большей части грузового транспорта с бензина и дизельного топлива на газ. Эти меры, по расчетам специалистов, в течение нескольких лет добиться того, что содержание фенолов, оксида серы и других соединений в воздухе в любой точке Тамбовской области сократится в четыре раза и везде будет значительно ниже допустимой предельной нормы концентрации. Одним словом, этот российский регион на сегодняшний день является ярким примером того, как следует

относиться к природе, а также того, что соблюдение экологических стандартов выгодно, в том числе, и с экономической точки зрения.

В настоящее время Тамбовская область лидирует, как самый чистый и экологический регион. Эта положительная тенденция вызвана как естественно-природными, так и социально-экономическими причинами, заключающимися в поступательном развитии экономики Тамбовской области, а так же России в целом. Ведь в последние годы и увеличили количество расходов на текущие и капитальные защитные мероприятия.

Таким образом, как показывает анализ за 2020 год, Количество чрезвычайных ситуаций экологического характера на территории Тамбовской области в последние годы постепенно снижается. Органам законодательной и исполнительной власти, органам управления областной подсистемой РСЧС рекомендуется выполнить комплекс следующих мероприятий:

- создать условия, для обеспечения перевода опасных производственных объектов на безопасные (менее опасные) разработанные технологии, снижающих уровень негативного воздействия на экологию области;

- разрабатывать механизмы по улучшению экологического состояния области;

- чаще осуществлять систематическое наблюдение за экологической обстановкой области;

- производить обучение как действовать при чрезвычайной ситуации экологического характера.

Поэтому, чтобы не допустить чрезвычайных ситуаций экологического характера на территории Тамбовской области, надо их вовремя спрогнозировать, предупредить. Но если произошла чрезвычайная ситуация нужно ее вовремя ликвидировать, и не допустить жертв и материальный ущерб, и успешно ей противодействовать.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бикулова, М. А. Анализ рисков возникновения чрезвычайной ситуации на предприятиях / М. А. Бикулова // Молодой ученый. — 2019. — № 51 (289). — С. 223-228.
2. Головач Д.Ю. Экологические проблемы чрезвычайных ситуаций // Пожарная безопасность: проблемы и перспективы. 2018. №9. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ekologicheskie-problemy-chrezvychaynyh-situatsiy> (дата обращения: 29.04.2021).
3. Камилова, Ж. Э. Пути обеспечения безопасности при чрезвычайных ситуациях природного характера в Республике Узбекистан / Ж. Э. Камилова, З. М. Миршарипова, А. А. Мукольянц // Молодой ученый. — 2016. — № 18 (122). — С. 164-166.
4. Курганов, А. В. Глобальная экологическая проблема: причины и пути решения / А. В. Курганов, А. В. Курганов // Молодой ученый. — 2017. — № 20 (154). — С. 509-511.

5. Титаренко, В. А. Чрезвычайные ситуации экологического характера и их влияние на изменение состояния окружающей среды / В. А. Титаренко, Е. А. Гринь // Право: современные тенденции : материалы III Междунар. науч. конф. — Краснодар : Новация, 2016. — С. 119-122.

## **СЕКЦИЯ 9. «СЕКЦИЯ ДЛЯ ШКОЛЬНИКОВ»**

*Саблина О. М., Чернышов А. С.*

Государственное бюджетное учреждение дополнительного образования «Белгородский областной Центр детского (юношеского) технического творчества» г. Белгород Российская Федерация

### **РАЗРАБОТКА СОВРЕМЕННЫХ ЧАТ-БОТ МЕНЕДЖЕРОВ С ЦЕЛЬЮ ФОРМИРОВАНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МЫШЛЕНИЯ**

*Аннотация.* В работе описаны результаты экологического проекта, реализованного обучающимися МТ «Кванториум» Белгородской области. Чат-бот «ЭКОН» помогает классифицировать отходы, и определить пункты, куда можно сдать их для вторичной переработки.

*Ключевые слова:* экология, чат-бот, школьники, Кванториум.

*Sablina O.M., Chernishov A.S.*

State Budgetary Institution of Additional Education "Belgorod Regional Center of Children's (Youth) Technical Creativity" Belgorod Russian Federation

### **DEVELOPMENT OF MODERN CHAT-BOT MANAGERS FOR THE PURPOSE OF FORMATION OF ECOLOGICAL THINKING**

*Annotation.* The paper describes the results of an environmental project implemented by students of the MT "Quantorium" of the Belgorod region. The ECON chatbot helps to classify waste and determine the points where it can be handed over for recycling.

*Keywords:* ecology, chatbot, schoolchildren, Quantorium.

Сегодня как никогда перед человечеством стоит вопрос о необходимости изменения своего отношения к природе и обеспечения соответствующего воспитания и образования нового поколения. Одной из целей экологического воспитания - формирование экологической культуры, которая сейчас находится на стадии становления. В настоящее время стремительно развивающийся мир it- технологий позволяет использовать современные технологии для внедрения основ экологического воспитания.

Формирование экологического воспитания включает в себя не только получение экологических знаний, воспитание любви к природе, стремление беречь ее, но и в умении применять эти знания для реализации проектов направленных на формирование экологической среды для общества.

В Белгородском МТ Кванториум обучающимися из IT и ГЕО Квантумов был реализован проект "Эко-Чат-Бот "ЭКОН".

Сейчас важно, чтоб информация была в свободном доступе, ее было просто найти и получить ответы на насущные вопросы. С этой задачей отлично



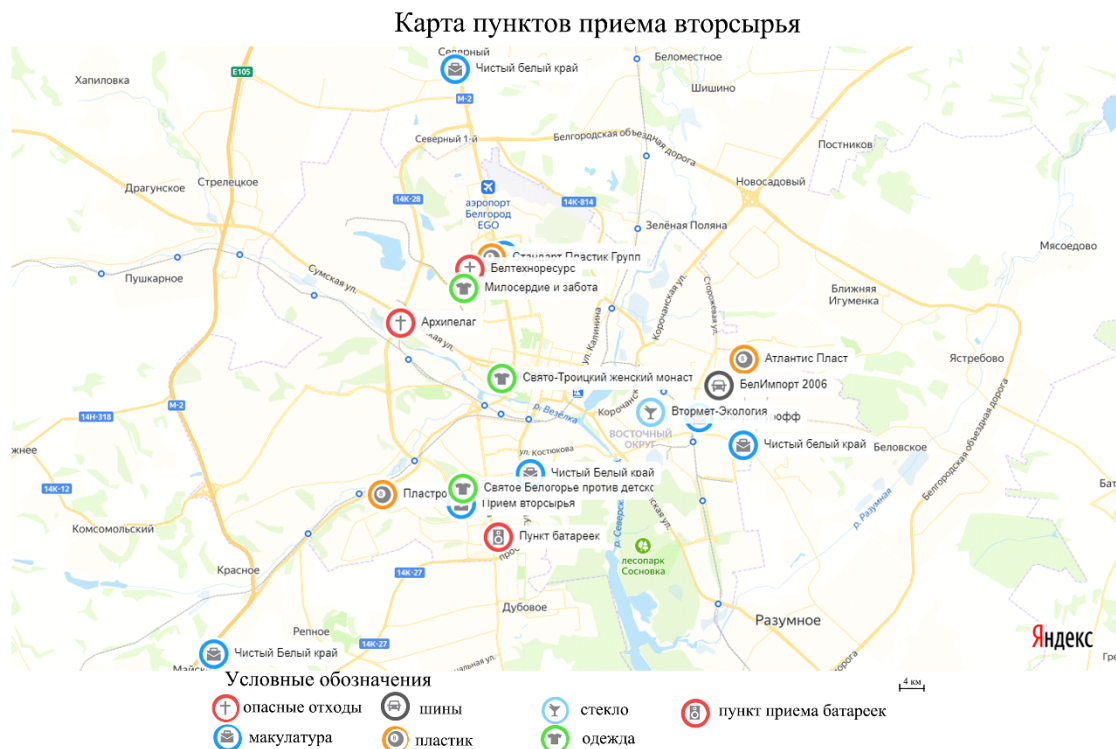
справится чат-бот, разработанный на основе одного из популярных мессенджеров Telegram, так как пользователи активно переходят в Telegram используя каналы и боты для коммуникации с клиентами.

Проект был реализован в 3 этапа:

- Сбор и подготовка информации, с использованием сервиса «Конструктор Яндекс карт» была сформирована карта пунктов приема вторсырья на территории г. Белгород (рис.1);

- Разработка программы, которая работает в мессенджере и имитирует живое общение с пользователями в чате. Разработка и разработка предустановленных алгоритмов в ответ на нажатие определенных кнопок и на ввод слов в чате. Для дальнейшей работы с ботом, а именно: для создания команд, создания ответов, модерирования аудитории, просмотра статистики и рассылки по категориям пользователей необходимо подключить его к сервису PuzzleBot;

- Тестирование "Эко-Чат-Бот" в мессенджере Telegram.



*Рис. 1. Карта пунктов приема вторсырья в г. Белгород*

Чат-бот ответит, куда в городе сдать определенный вид мусора, как распорядиться тем, что нельзя отправить на переработку, и так далее. А если и «промолчит», постараемся отнестись с пониманием: он пока в своем деле новичок, но при необходимости пройдет дополнительное обучение (рис.2).

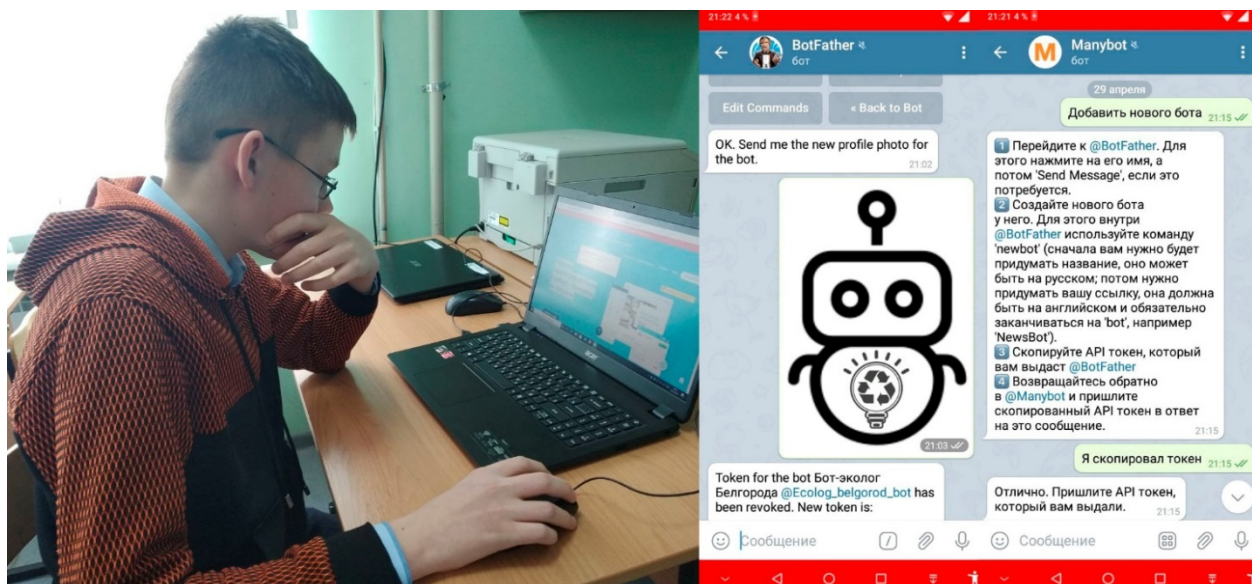


Рис. 2. Процесс создания Чат-Бота «ЭКОН»

Проект позволил не только получить определенные умения и навыки обучающимся, но и запустить экологичный проект, который поможет разобраться с сортировкой вторсырья тем, кто только встал на путь разделения отходов.

Ягдарова В.П.<sup>1</sup>, Волжанина Т.В.<sup>1</sup>, Ягдарова О.А.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>МОУ «Лицей №11 им. Т.И. Александровой г. Йошкар-Олы», г. Йошкар-Ола, Российская Федерация

<sup>2</sup>Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола, Российская Федерация

## ОЦЕНКА КАЧЕСТВА СРЕДЫ ПО ПОКАЗАТЕЛЮ ФЛУКТУИРУЮЩЕЙ АСИММЕТРИИ ЛИСТЬЕВ БЕРЕЗЫ В Г. ЙОШКАР-ОЛЕ

*Аннотация.* В работе дана оценка качества окружающей среды с помощью флуктуирующей асимметрии на территории г. Йошкар-Олы в районах с разной антропогенной нагрузкой. В данной работе были рассчитаны относительные величины асимметрии для каждого признака и показатель асимметрии для каждого листа березы; также был рассчитан интегральный показатель стабильности развития.

*Ключевые слова:* береза повислая, флуктуирующая асимметрия, антропогенное воздействие, городская среда.

Yagdarova V.P.<sup>1</sup>, Volzhanina T.V.<sup>1</sup>, Yagdarova O.A.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Municipal educational institution "Lyceum №11 named after T.I. Alexandrova, Yoshkar-Ola", Yoshkar-Ola, Russian Federation

<sup>2</sup>Mari State University, Yoshkar-Ola, Russian Federation

## ENVIRONMENTAL QUALITY ASSESSMENT BY THE INDICATOR OF FLUCTUATING ASYMMETRY OF BETULA LEAVES IN YOSHKAR-OLA

*Abstract.* The paper provides an assessment of the quality of the environment with the help of fluctuating asymmetry in the territory of the city of Yoshkar-Ola in areas with different anthropogenic load. In this work, the relative values of asymmetry were calculated for each trait and the asymmetry index for each leaf; the integral indicator of developmental stability was also calculated.

*Key words:* Betula pendula, fluctuating asymmetry, anthropogenic impact, urban environment.

Одним из перспективных и удобных методов оценки интенсивности воздействия человека на среду является определение состояния живых организмов по внешним признакам. Асимметрия представляет собой незначительные отклонения у вида от строгой билатеральной симметрии в результате несовершенства индивидуального развития организма. Асимметрия у организмов является показателем незначительных нарушений симметрии, который допускается естественным отбором, и отражает стабильность развития. В настоящее время асимметричность листа часто используется как показатель отклонения от нормы развития растения, связанного с влиянием различных неблагоприятных условий окружающей среды (в частности антропогенного воздействия) [1, 3].

Цель данной работы: дать оценку состоянию окружающей среды путем изучения флуктуирующей асимметрии листьев березы повислой, произрастающей на территории города.

Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

1. Проанализировать литературу об использовании метода флуктуирующей асимметрии листовой пластинки березы повислой в других городах.

2. Провести экспериментальные замеры параметров на выбранных точках сбора с использованием данной методики.

3. Дать оценку состояния окружающей среды в изученных районах на основе проведенных исследований.

В основу работы положена методика оценки качества окружающей среды, которая разработана в Институте биологии развития им. Н.К. Кольцова РАН В. М. Захаровым (2000) и рекомендуется экологическими структурами в России [2].

Объектом исследования является береза повислая, как один из распространенных видов нашего города. Также нужно отметить, что береза

очень чувствительна изменениям состояния окружающей среды, поэтому ее можно назвать индикатором.

Исследования проводили в июле 2020 г. в г. Йошкар-Оле. Были выбраны две точки сбора материала: ул. Пушкина (вблизи дороги) и Центральный парк культуры и отдыха. В каждой точке было взято по 10 листьев с одного дерева с нижней части кроны, на уровне поднятой руки. В работе было измерено 10 деревьев (по 5 деревьев в каждой точке).

В данной работе использовали метод флуктуирующей асимметрии, с помощью которого можно выяснить, насколько сильно на березовом листе выражено отклонение от двусторонней симметрии. Данный способ мониторинга является несложным, но очень информативным. С помощью этого метода можно узнать, какие места нашего города имеют благоприятную экологическую обстановку, а в каких местах окружающая среда нарушена и подвержена антропогенной нагрузке.

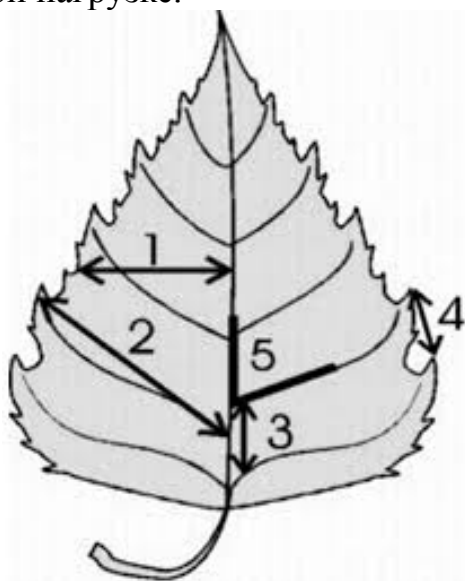


Рис. 1. Внешний вид березового листа

В ходе работы были измерены такие показатели как ширина половинки листа (слева и справа); длина второй от основания листа жилки (слева и справа); расстояние между первой и второй жилкой от черешка (слева и справа); расстояние между первой и второй жилкой от черешка с внешнего края листа (слева и справа от центральной жилки); угол наклона второй жилки к центральной (слева и справа).

Расчеты полученных данных представлены в табл. 1 и 2.

Таблица 1

## Измерения флуктуирующей асимметрии на ул. Пушкина

ул. Пушкина (вблизи дороги)										
№	1		2		3		4		5	
	слева (мм)	справа (мм)	слева (мм)	справа (мм)	слева (мм)	справа (мм)	слева (мм)	справа (мм)	слева (мм)	справа (мм)
1	22	23	25	32	4	4	8	5	45°	48°
2	26	28	46	43	2	8	14	15	57°	55°
3	25	21	37	36	5	7	13	12	63°	61°
4	27	28	29	31	3	5	9	11	49°	46°
5	26	24	36	32	6	8	12	15	44°	47°
6	23	21	24	23	4	5	7	9	49°	45°
7	29	27	41	44	7	8	11	13	49°	48°
8	23	21	26	33	8	6	10	12	53°	56°
9	24	26	31	29	5	7	15	14	52°	51°
10	28	25	29	28	6	5	9	12	61°	58°
ср.зн.	25,3	24,4	32,4	33,1	5	6,3	10,8	11,8	52,2 °	51,5 °

В результате исследования нами были рассчитаны относительные величины асимметрии для каждого признака, а также показатель асимметрии для каждого изученного листа. Кроме того, был рассчитан интегральный показатель стабильности развития (для этого все значения складывали и делили на число этих значений, то есть число листьев). Данный показатель характеризует степень асимметричности организма.

Таблица 2

## Измерения флуктуирующей асимметрии в парке культуры и отдыха

Центральный парк культуры и отдыха										
№	1		2		3		4		5	
	слева (мм)	справа (мм)	слева (мм)	справа (мм)	слева (мм)	справа (мм)	слева (мм)	справа (мм)	слева (мм)	справа (мм)
1	31	33	44	42	8	12	18	20	62°	64°
2	34	30	46	48	11	9	22	24	66°	61°
3	32	31	41	45	7	11	26	28	61°	59°
4	35	37	40	38	10	8	21	23	58°	54°
5	32	36	42	46	9	12	19	20	56°	59°
6	30	34	39	36	11	8	25	27	61°	56°
7	29	27	41	44	7	8	11	13	55°	59°
8	33	29	45	42	12	14	23	22	64°	67°
9	27	31	43	41	14	11	27	25	63°	62°
10	28	25	38	41	6	9	19	23	61°	58°
ср.зн.	31,1	31,3	41,9	42,3	9,5	10,2	21,1	22,5	60,7°	59,9°

Для оценки качества городской среды использовали 5-ую шкалу степени нарушения симметрии листа у березы повислой (В. М. Захаров, 2000).



## Результаты исследований

Балл	Качество среды	ФА
I	Условно нормальное	< 0,040
II	Начальные (незначительные) отклонения от нормы	0,040-0,044
III	Средний уровень отклонения от нормы	0,045-0,049
IV	Существенные (значительные) отклонения от нормы	0,050-0,054
V	Критическое состояние	> 0,054

\*Примечание: ФА – показатель флуктуирующей асимметрии листовой пластинки.

Результаты исследований. В июле 2020 г. величина асимметрии листовой пластинки у березы на ул. Пушкина (вблизи дороги) составила 0,0482 (3 балла). По таблице Захарова этот район исследования можно отнести к средним отклонениям от нормы состояния окружающей среды (атмосферного воздуха). На территории Центрального парка культуры и отдыха данный показатель также не превышал 1 балла и составил 0,023, поэтому этот район исследования можно отнести к условно нормальному состоянию окружающей среды.

Таблица 4

## Показатели флуктуирующей асимметрии березы повислой в городе

Место сбора образцов	Интегральный показатель асимметрии	Балл состояния
ул. Пушкина (вблизи дороги)	0,0482	2 балла
Центральный парк культуры и отдыха	0,023	1 балл

## Выводы:

1. Листья березы, собранные вблизи дороги (ул. Пушкина) характеризуются средним интегральным показателем асимметрии, что соответствует 3 баллам по шкале Захарова и представляет угрозу состоянию окружающей среды.

2. Листья березы, собранные в Центральном парке культуры и отдыха характеризуются низкими интегральными показателями асимметрии (0,23 – ниже условной нормы по шкале Захарова), что говорит о благоприятном состоянии окружающей среды.

3. Показатель асимметрии у листьев березы повислой на ул. Пушкина (вблизи дороги) был выше, чем в парке. Очевидно, придорожная полоса в данном районе исследования указывает на влияние транспортного загрязнения на деревья.

Таким образом, неблагоприятное состояние окружающей среды придорожной полосы на ул. Пушкина (3 балла по шкале Захарова) в городе, можно сказать, влияет на показатели асимметрии листьев березы. Выхлопные газы автотранспорта на улицах и другие антропогенные загрязнения городской

среды существенно влияют на жизненные процессы деревьев и их продолжительность жизни (индивидуальное развитие).

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Громадин А. В. Дендрология: учеб. / А. В. Громадин, Д. Л. Матюхин. – М. : Академия, 2013. – 368 с.
2. Захаров В. М. Здоровье среды: практика оценки / В.М. Захаров, А.Т. Чубинишвили, С.Г. Дмитриев, А.С. Баранов и др. – М. : Центр экологической политики России, 2000. – 318 с.
3. Кустова Л. М. Применение методов флуктуирующей асимметрии листовой пластины березы повислой для оценки экологического состояния. URL: <http://kpfu.ru/portal/docs/F314845130/Kustova>.