

*XIII Международная  
научно-техническая конференция*

**НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ,  
ПРОИЗВОДСТВО В РЕШЕНИИ  
ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ  
(ЭКОЛОГИЯ – 2017)**

*XIII International scientific-and-technical conference*

**SCIENCE, EDUCATION, PRODUCTION  
IN SOLVING ENVIRONMENTAL PROBLEMS  
(ECOLOGY – 2017)**

**VOLUME I**



**ТОМ I**

**Уфа 2017**



Министерство образования и науки Российской Федерации

Министерство природопользования и экологии Республики Башкортостан

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Уфимский государственный авиационный технический университет»

Общественный совет базовой организации  
по экологическому образованию государств участников СНГ

Учреждение образования «Международный государственный экологический институт имени  
А. Д. Сахарова»  
Белорусского государственного университета

Научно-методическое объединение  
по техносферной безопасности Приволжского региона  
Министерства образования и науки Российской Федерации

# НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО В РЕШЕНИИ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ (ЭКОЛОГИЯ-2017)

*XIII Международная научно-техническая конференция*

ТОМ I

**Уфа 2017**



The Ministry of Education and Science

The Ministry of natural resources and environment  
of the Republic of Bashkortostan

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education  
«Ufa State Aviation Technical University (USATU)

Public council of base organization on ecological education  
of CIS-countries

International Sakharov environmental institute  
of Belarus state university  
(Minsk, Republic of Belarus)

Volga region scientific-methodical council of life safety under  
The Russian ministry of education and science

# SCIENCE, EDUCATION, PRODUCTION IN SOLVING ENVIRONMENTAL PROBLEMS (ECOLOGY-2017)

*XII International scientific-and-technical conference*

VOLUME I

**UFA 2017**

УДК 570-574

Наука, образование, производство в решении экологических проблем (Экология-2017): материалы XIII Международной научно-технической конференции / Уфимск. гос. авиац. техн. ун-т. Том I. – Уфа: ООО «Первая типография», 2017. – 311 с.  
ISBN 978-5-9909523-7-9

Содержатся статьи, включенные в программу XIII Международной научно-технической конференции «Наука, образование, производство в решении экологических проблем (Экология-2017)».

## **ОРГКОМИТЕТ КОНФЕРЕНЦИИ**

### **Председатель**

Криони Н. К. – ректор УГАТУ, д.т.н., профессор (г. Уфа, Россия);

### **Сопредседатель**

Маскевич С. А. – директор МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ, д.ф.-м.н., профессор (г. Минск, Республика Беларусь)

### **Члены комитета:**

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

Хассан А. Солиман – заслуженный профессор, Департамент Геологии, Научный факультет, Университет г. Асьют, (Египет);

Шишко Я., - председатель Международного попечительского комитета МГЭИ им. А.Д.Сахарова БГУ, Министр охраны окружающей среды (Польша);

Мирсаидов У. М. - директор Агентства по ядерной и радиационной безопасности при Академии наук Республики Таджикистан, академик АН Республики Таджикистан, д.х.н., профессор (г. Душанбе, Республика Таджикистан);

Галстян М. А. – зав. кафедрой агроэкологии Национального аграрного университета Армении, д.с./х.н., профессор (г. Ереван, Республика Армения);

Красногорская Н. Н. – зав. кафедрой безопасности производства и промышленной экологии УГАТУ, д.т.н., профессор (г.Уфа, Россия);

Сафарова В. И. – начальник Управления государственного аналитического контроля МПР Башкортостана, д.х.н., профессор (г. Уфа, Россия);

Курамшина Н. Г. – д.б.н., профессор, ФГБОУ ВО Уфимский нефтяной технический университет (г. Уфа, Россия).

### **Ученый секретарь оргкомитета**

Терпигорева И. В. – к.т.н., доцент кафедры безопасности производства и промышленной экологии УГАТУ (г. Уфа, Россия)

### **Технический секретарь оргкомитета**

Ахмеров В. В. – к.т.н., старший преподаватель кафедры безопасности производства и промышленной экологии УГАТУ (г. Уфа, Россия)

*Материалы отпечатаны методом прямого репродуцирования с оригиналов авторских статей.*

**ISBN 978-5-9909523-7-9**

© Оформление УГАТУ, 2017



*Уважаемые организаторы, участники и гости XIII международной научно-технической конференции «Наука, образование, производство в решении экологических проблем (экология-2017)»!*

*От имени Комитета по аграрным вопросам, экологии и природопользованию Государственного Собрания - Курултая Республики Башкортостан позвольте приветствовать столь представительную Конференцию и пожелать успешной и плодотворной работы.*

*В Республике Башкортостан придается особая значимость вопросам экологии. Это связано с особенностями экономического развития нашей республики. Регион богат полезными ископаемыми. Общее число месторождений минеральных ресурсов превышает три тысячи. Это нефть, газ, уголь, руды черных, цветных и редких металлов; неметаллические ископаемые; драгоценные, поделочные и природные камни. Развиты нефтепереработка, химия и нефтехимия, металлообработка, аграрный сектор. Республика имеет хорошо развитую инфраструктуру.*

*Все эти отрасли в той или иной степени оказывают влияние на окружающую среду. Поэтому необходимость выработки механизмов эффективного взаимодействия науки и производства, вовлечение науки в процессы модернизации и инновационного развития экономики сегодня являются жизненно необходимыми.*

*Убеждена, что вопросы, которые предстоит обсудить на Конференции имеют исключительно важное значение для современного развития и будущего нашей страны. Искренне желаю всем участникам интересных дискуссий, конкретных предложений, новых встреч и деловых контактов!*

***Заместитель Председателя Комитета по аграрным вопросам,  
экологии и природопользованию Государственного Собрания -  
Курултая Республики Башкортостан Шаганова Р. А.***

*Уважаемые коллеги!*



*Рад приветствовать Вас в работе XIII Международной научно-технической конференции «Наука, образование, производство в решении экологических проблем (Экология 2017)».*

*Традиционно в работе конференции приняли участие студенты, аспиранты, молодые ученые, преподаватели, сотрудники вузов и научных организаций из России и зарубежных стран, что подчеркивает высокий статус международного мероприятия.*

*От имени Оргкомитета хочется пожелать всем участникам конференции положительных результатов в исследовательской, образовательной и производственной деятельности, а также выразить признательность коллективу института Международного государственного экологического университета им. А.Д. Сахарова (г. Минск, Республика Беларусь) и Общественному совету базовой организации государств-участников СНГ по экологическому образованию и Министерству природопользования и экологии Республики Башкортостан, Университету Салерно (Италия, г. Салерно), Институту исследования горения (Италия, Неаполь) за активное участие в конференции.*

*Особенно хочется отметить сотрудников научно-исследовательских институтов, научных центров, промышленных предприятий, принявших участие в международной конференции, что немаловажно для интеграции образовательной, исследовательской и производственной деятельности, а также обмена опытом между исследователями в различных областях знаний по экологии с целью инновационного развития России.*

***Ректор УГАТУ,  
доктор технических наук, профессор  
Криони Н. К.***

*Дорогие друзья!*



*Приветствую Вас на XIII Международной научно-технической конференции «Наука, образование, производство в решении экологических проблем (Экология 2017)».*

*Считаю, что данная конференция, проводимая нашим институтом совместно с Уфимским государственным авиационным техническим университетом при поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации и Министерства природопользования и экологии Республики Башкортостан, является значительным*

*событием в научно-практической сфере.*

*Наша конференция затрагивает многие актуальные вопросы устойчивого развития стран СНГ, в частности: биологии, экологии (общей экологии, геология, радиоэкология); утилизации и комплексной переработки промышленных и бытовых отходов; прогнозирования и предупреждения чрезвычайных ситуаций; безопасности жизнедеятельности; учебно-методических основ инновационных технологий в образовании.*

*Считаю, что главная цель проведения конференции заключается в обмене передовым производственным опытом и достижениями в научных школах. Надеюсь, что полученные результаты исследований, опубликованные в настоящем сборнике материалов конференции, будут полезны всем участникам и, в первую очередь, современной экологической науке, а предложенные рекомендации найдут своё применение в практической деятельности.*

*Желаю всем участникам конференции плодотворной работы, конструктивного диалога и эффективного взаимодействия!*

***Директор МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ,  
доктор физико-математических наук, профессор  
Маскевич С. А.***

## СОДЕРЖАНИЕ

### СЕКЦИЯ 1. БИОЛОГИЯ, ЭКОЛОГИЯ (ОБЩАЯ ЭКОЛОГИЯ, ГЕОЭКОЛОГИЯ, РАДИОЭКОЛОГИЯ)

Буцько А.А., Пашинский В.А., Родькин О.И. ....	13
ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ПРОИЗВОДСТВА И КОНВЕРСИИ БИОМАССЫ ДРЕВЕСНО-КУСТАРНИКОВЫХ ПОРОД С КОРОТКИМ ПЕРИОДОМ РОСТА .....	13
Конькова В. М. <sup>1,2</sup> , Гончар К.В. <sup>2</sup> , Наркевич И.П. <sup>1,2</sup> .....	30
СИСТЕМА КЛАССИФИКАЦИИ ТОРФЯНИКОВ БЕЛАРУСИ ДЛЯ ОЦЕНКИ ВЫБРОСОВ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ .....	30
Конькова В. М., Наркевич И.П. ....	39
ОСНОВНЫЕ ФАКТОРЫ И СВОЙСТВА ТОРФЯНИКОВ, ВЛИЯЮЩИЕ НА БАЛАНС ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ.....	39
Федосеева В. И. <sup>1,2</sup> , Бурнашева М. П. <sup>2</sup> , Аянитова Т. М. <sup>2</sup> .....	42
ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОВЕРХНОСТНОЙ ПЛЕНКИ ДИСПЕРСНОГО ЛЬДА, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ МИГРАЦИЮ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В МЕРЗЛЫХ ПРИРОДНЫХ СРЕДАХ .....	42
Алибаев А. Ф. ....	47
ВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ ЛИШАЙНИКОВ ГОРЫ МАЛЫЙ ЯМАНТАУ (ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЗАПОВЕДНИК).....	47
Балакирева С.В., Минигалиева Д.О., Маллябаева М.И. ....	49
ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ВВЕДЕНИЯ КАТЕГОРИРОВАНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ ПО НЕГАТИВНОМУ ВОЗДЕЙСТВИЮ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ .....	49
Валиуллина Д.Х., Кусова И.В. ....	61
ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ МОЛОЧНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ .....	61
Фатыхова Л.Х., Терпигорева И.В. ....	66
СНИЖЕНИЕ НЕГАТИВНОГО ВЛИЯНИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ УФИМСКОГО ФАНЕРНОГО КОМБИНАТА.....	66
Гиниатуллина Л.М. ....	71
ЛИЧНЫЕ ФОНДЫ УЧЕНЫХ-БИОЛОГОВ УФИМСКОГО НАУЧНОГО ЦЕНТРА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК.....	71

Нафикова Л.Ф., Трубникова Л.И., Ерохина Н.И., Богданова А.Р.....	85
ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ КОНТАКТНОГО И ЭЛЮАТНОГО МЕТОДОВ БИОТЕСТИРОВАНИЯ ИЛА.....	85
Перхуткин В.П., Бердник А.Г., Грунковой Т.В. ....	92
АНАЛИЗ СТЕПЕНИ ВЛИЯНИЯ ПРОЦЕССА НЕФТЕПЕРЕРАБОТКИ НА УРОВЕНЬ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА СЕЛИТЕЛЬНЫХ ТЕРРИТОРИЙ.....	92
Усанова К. В., Кусова И. В.....	97
РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЙ ПО СНИЖЕНИЮ НЕГАТИВНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА АТМОСФЕРУ ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩЕГО ПРЕДПРИЯТИЯ.....	97
Иванюкович В.А., Мельнов С.Б., Невар Р.М., Чемеревский Д.А. ....	103
ПРОГНОЗ ОЦЕНКИ ВОЗДЕЙСТВИЯ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ НА ЭКОСИСТЕМЫ .....	103
Гордийчук В.В., Смирнова Т.В.....	107
КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В МНОГОЛЕТНЕМЕРЗЛЫХ ГРУНТАХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ.....	107
Абнасырова Ю.Г., Вдовина И. В.....	116
ОЦЕНКА КАТЕГОРИИ ОПАСНОСТИ ГОРНОДОБЫВАЮЩЕГО ПРЕДПРИЯТИЯ.....	116
Каримова Н.Р., Терпигорева И. В. ....	123
РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЙ ПО СНИЖЕНИЮ НЕГАТИВНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА АТМОСФЕРУ ГАЛЬВАНИЧЕСКОГО ЦЕХА.....	123
Балакирева С.В., Маллябаева М.И., Кочетова Е.В. ....	127
ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ВОЗДЕЙСТВИЯ СРЕДСТВА АГРОЗАЩИТЫ ДИФЕНОКОНАЗОЛ НА ГЕОБИОНТОВ.....	127
Валиуллина Д.Х., Кусова И.В.....	134
ОПРЕДЕЛЕНИЕ И КОРРЕКТИРОВКА РАЗМЕРОВ САНИТАРНО- ЗАЩИТНОЙ ЗОНЫ МОЛОЧНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ.....	134
Мугаллимова Э.Р., Кусова И.В. ....	137
РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЙ ПО СНИЖЕНИЮ НЕГАТИВНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА АТМОСФЕРУ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ КИРПИЧА.....	137

Маллябаева М.И., Файзуллина А.М., Балакирева С.В. ....	144
ДЕЙСТВИЕ СРЕДСТВА АГРОЗАЩИТЫ ЦИПЕРМЕТРИН НА ТЕСТ- ОБЪЕКТЫ ВОДНОЙ СРЕДЫ .....	144
Онуфриенко И.В. ....	148
ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗГРАМОТНОСТЬ НАСЕЛЕНИЯ .....	148
Худолей О.Д., Кондратьева О.Е., Бурдюков Д.А., Локтионов О.А. ....	153
ВЫБОР МЕТОДА ГАЗОВОГО АНАЛИЗА ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ НЕПРЕРЫВНОГО КОНТРОЛЯ ВЫБРОСОВ ТЭС В АТМОСФЕРУ .....	153
Ихсанова Д.И. ....	156
ОСОБЕННОСТИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ СНЕГОВОГО ПОКРОВА УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ ПОЛИЦИКЛИЧЕСКИМИ АРОМАТИЧЕСКИМИ УГЛЕВОДОРОДАМИ .....	156
<b>СЕКЦИЯ 2. УТИЛИЗАЦИЯ, ЭКОЛОГИЯ (ОБЩАЯ ЭКОЛОГИЯ, ГЕОЭКОЛОГИЯ, РАДИОЭКОЛОГИЯ)</b>	
E. Riianova <sup>1</sup> , M. Miccio <sup>2</sup> , N. Kostyukova <sup>1</sup> , M. Di Matteo <sup>2</sup> , P. Brachi <sup>3</sup> , G. Adiletta <sup>2</sup> , G. Cascone <sup>2</sup> .....	161
РЕСТIN EXTRACTION FROM SUGAR FACTORY WASTE .....	161
Субхангулов А.А., Ганцева Е.М. ....	166
МЕТОДЫ СНИЖЕНИЯ ВРЕДНЫХ ВЫБРОСОВ ПРОДУКТОВ СГОРАНИЯ ОТ АВИАЦИОННЫХ ГАЗОТУРБИНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ .....	166
Антошин А. Э. <sup>1</sup> , Тугушов К. В. <sup>1</sup> , Кочергин А. И. <sup>2</sup> .....	175
УТИЛИЗАЦИЯ НЕКОНДИЦИОННОГО МОНОЭТАНОЛАМИНА ПУТЕМ ЕГО ПЕРЕРАБОТКИ В 2-АМИНОТИАЗОЛИН .....	175
Баимов Р.М. <sup>1</sup> , Тангатаров А.Ф. <sup>2</sup> .....	178
К ВОПРОСУ ОБРАЩЕНИЯ С ТВЁРДЫМИ БЫТОВЫМИ ОТХОДАМИ.....	178
Жураев А.Б., Сайитов Б.У., Алимухамедов М.Г., Магруппов Ф.А., Ишмухамедова М.Г. ....	180
ПЕНОПОЛИУРЕТАНЫ ИЗ ПРОДУКТОВ АЛКОГОЛИЗА ПОЛИЭТИЛЕНТЕРЕФТАЛАТ СОДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ .....	180
Трубникова Л.И., Богданова А.Р., Ерохина Н.И., Нафикова Л.Ф. ....	185
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИЛА БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ НЕФТЕЗАГРЯЗНЕННЫХ СТОЧНЫХ ВОД В КАЧЕСТВЕ УДОБРЕНИЯ .....	185
Красногорская Н.Н., Мусина С.А., Ишмухаметова Л.А. ....	192
РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ГЕОРЕШЕТОК ДЛЯ ЭКОПАРКИНГА .....	192

Надеждина С. А.....	197
УПРАВЛЕНИЕ ОТХОДАМИ ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ .....	197
Насырова Э.Ф., Мухаматдинова А.Р. ....	202
ИССЛЕДОВАНИЕ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ РЕКУЛЬТИВАЦИИ НЕФТЕЗАГРЯЗНЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ.....	202
Красногорская Н.Н., Нафикова Э.В., Ильмурзин И.Б. ....	206
АНАЛИЗ ПРОБЛЕМ РЕКУЛЬТИВАЦИИ НАРУШЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ .....	206
Тесаловский А.А. ....	210
О НЕОБХОДИМОСТИ ИНТЕГРАЦИИ СХЕМЫ РАЗМЕЩЕНИЯ МЕСТ ХРАНЕНИЯ ОТХОДОВ СО СВЕДЕНИЯМИ ЕДИНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО РЕЕСТРА НЕДВИЖИМОСТИ.....	210
Хизбуллин А.М., Кагиров А.Ф. ....	216
ОЧИСТКА ВЫХЛОПНЫХ ГАЗОВ.....	216
Соколова О.В., Ахметшина Д.В. ....	220
БИЗНЕС-ПЛАН ПРЕДПРИЯТИЯ ПО ПЕРЕРАБОТКЕ НЕФТЕШЛАМОВ ....	220
Лысухо Н.А. <sup>1</sup> , Ерошина Д.М. <sup>2</sup> .....	229
МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ОПТИМИЗАЦИИ КОЛИЧЕСТВА ОБЪЕКТОВ ЗАХОРОНЕНИЯ ТВЕРДЫХ КОММУНАЛЬНЫХ ОТХОДОВ В РЕГИОНАХ БЕЛАРУСИ.....	229
<b>СЕКЦИЯ 3. ПРОГНОЗИРОВАНИЕ И ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ</b>	
Копиця В.Н., Чернюк В.А.....	234
ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО РИСКА ОПАСНЫХ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ НА ПРИМЕРЕ МИНСКОЙ ОБЛАСТИ.....	234
Абнасырова Ю.Г., Вдовина И. В., Кострюкова Н.В. ....	239
АНАЛИЗ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ МАГИСТРАЛЬНОГО НЕФТЕПРОВОДА .....	239
Зинатуллина Э.Ч, Фаррахова Г.Р., Ганцева Е.М.....	247
ОЦЕНКА БЕЗОПАСНОСТИ ПОДЗЕМНЫХ ПЕРЕХОДОВ.....	247
Андреев Т.И., Мишкова Д.В. ....	254
ОПОЛЗНИ И ИХ ПРОЯВЛЕНИЯ В Г.СЕВАСТОПОЛЬ .....	254
Валиуллина Д.Х., Ахмеров В.В.....	258
АНАЛИЗ ОПАСНОСТИ АММИАЧНЫХ ХОЛОДИЛЬНЫХ УСТАНОВОК... ..	258

Забабурин В.М., Полякова Ю.А., Егорова М.А. ....	263
МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ РАЗВИТИЯ ЧС ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ХАРАКТЕРА.....	263
Иванова Д.О., Андрееенко Т.И. ....	267
АНАЛИЗ КАЧЕСТВА ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ ОПОВЕЩЕНИЯ НАСЕЛЕНИЯ Г. СЕВАСТОПОЛЬ.....	267
Кочергин А.И. <sup>1</sup> , Софронов В.В. <sup>1</sup> , Козловский В.В. <sup>1</sup> , Антошин А.Э. <sup>2</sup> .....	272
ОЦЕНКА РАЗВИТИЯ СИТУАЦИИ И ВЫРАБОТКИ РЕШЕНИЙ ПРИ АВАРИИ НА ХИМИЧЕСКИ ОПАСНОМ ОБЪЕКТЕ .....	272
Акшенцев В.В., Терпигорева И. В.....	278
АНАЛИЗ ПОЖАРЫВЗРЫВООПАСНОСТИ РЕЗЕРВУАРНОГО ПАРКА.....	278
Платонова А.С. , Нафикова Э.В.....	285
ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОВЫХ ВОЛН ТЕМПЕРАТУРЫ НА ИЗОБАРИЧЕСКОЙ ПОВЕРХНОСТИ АТ-850 гПа.....	285
Софронов В.В., Кочергин А.И., Козловский В.В., Гусев О.В.....	288
НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ВЫЯВЛЕНИЯ И ОЦЕНКИ ОБСТАНОВКИ ПРИ АВАРИЯХ НА РАДИАЦИОННО И ХИМИЧЕСКИ ОПАСНЫХ ОБЪЕКТАХ.....	288
Фаттахов В.Р., Наумов В.А. ....	296
ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ КОМПРЕССОРНОЙ СТАНЦИИ НА ПРИМЕРЕ ШАРАНСКОГО ЛИНЕЙНО ПРОИЗВОДСТВЕННОГО УПРАВЛЕНИЯ МАГИСТРАЛЬНЫХ ГАЗОПРОВОДОВ .....	296
Тимофеева С.С. <sup>1</sup> , Гармышев В.В. <sup>1</sup> .....	300
ЭМИССИЯ ТОКСИЧНЫХ ВЕЩЕСТВ В АТМОСФЕРУ ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ ПРИ ПОЖАРАХ НА ОБЪЕКТАХ ТЕХНОСФЕРЫ .....	300
Хажиева Э.М., Аширова А.Д., Перминов В.П.....	304
МЕТРОПОЛИТЕН: ПОЖАРНАЯ ОПАСНОСТЬ И СИСТЕМЫ ПРОТИВОПОЖАРНОЙ ЗАЩИТЫ.....	304

## **СЕКЦИЯ 1: БИОЛОГИЯ, ЭКОЛОГИЯ (ОБЩАЯ ЭКОЛОГИЯ, ГЕОЭКОЛОГИЯ, РАДИОЭКОЛОГИЯ)**

Буцько А.А., Пашинский В.А., Родькин О.И.

*МГЭИ им. А.Д. Сахарова Белорусский государственный университет,  
г. Минск, Беларусь*

### **ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ПРОИЗВОДСТВА И КОНВЕРСИИ БИОМАССЫ ДРЕВЕСНО- КУСТАРНИКОВЫХ ПОРОД С КОРОТКИМ ПЕРИОДОМ РОСТА**

Важность проблемы охраны окружающей среды и возможных воздействий, связанных с изготавливаемой и потребляемой продукцией, повышает интерес к разработке методов, направленных на снижение этих воздействий. Одним из методов, разрабатываемых для этой цели, является оценка жизненного цикла (ОЖЦ) продукции (Life Cycle Assessment) [1, 2].

Метод ОЖЦ содействует в: выявлении возможностей улучшения экологических аспектов продукции в различные моменты ее жизненного цикла; информировании сотрудников промышленных, государственных и негосударственных организаций, наделенных правом принимать решения (например, при стратегическом планировании, определении приоритетов, проектировании и перепроектировании продукции или процесса); выборе соответствующих показателей экологической эффективности, включая методы измерений; маркетинге (например, при заявлении об экологическом иске, связанном с системой экологической маркировки или декларацией об экологической чистоте продукции).

Следует отметить, что ОЖЦ – это один из нескольких методов управления окружающей средой (например, оценка риска, оценка

экологической эффективности или характеристик экологичности, экологический аудит и оценка воздействий на окружающую среду), и он применим не для всех ситуаций. Как правило, ОЖЦ не касается экономических и социальных аспектов продукции.

ОЖЦ включает в себя рассмотрение всего жизненного цикла продукта от добычи сырья и его приобретения, включая производство энергии, материала и изготовление, до применения продукта и последующего прекращения его использования и окончательной утилизации. При помощи проведения такого систематического анализа и учета перспективы появляется возможность идентификации или исключения смещения потенциальной экологической нагрузки между стадиями жизненного цикла или индивидуальными процессами [2].

Исследование продукционной системы исходя из экологических перспектив, категорий воздействия, связанных с результатами инвентаризационного анализа жизненного цикла, выполнено по методическим требованиям международного стандарта ISO 14042:2000 [3]. Алгоритм оценки воздействия жизненного цикла включает фазу обязательных элементов: выбор категории воздействий, показателей категории и характеристических моделей; присвоение категорий результатам ИАЖЦ (классификация); расчет значений показателей категорий (определение характеристик) [4].

Принятые категории воздействия: землепользование; изменение климата; истощение озона стратосферы; образование фотооксиданта; окисление; эвтрофикация; совместное действие окисления и эвтрофикации; экологическая токсичность; токсичность для людей.

Показатели категории: потенциально исчезающая часть видов растений в природных зонах; усиление воздействия инфракрасного излучения; количество образованного тропосферного озона; критическая нагрузка по окислению; критическая нагрузка по эвтрофикации; увеличение предсказанной

экологической концентрации, деленное на предсказанную концентрацию без наблюдаемого эффекта (PNEC) для пресных и морских вод их донных отложений, а также экосистемы суши; влияние на человека (канцерогенный эффект, респираторный эффект обусловленный органическими и неорганическими веществами, а также изменением климата);

Применительно к выбранным категориям воздействий используются следующие характеристические модели, отражающие экологический механизм:

землепользование: модель Eco-indicator 99, позволяет оценить потенциально исчезающую часть видов растений в природных зонах при использовании и преобразовании земель различного пользования [5];

изменения климата: модели IPCC, которые обеспечивают характеристические коэффициенты, учитывая возможности глобального потепления для временного горизонта 100 лет [6];

истощения озона стратосферы: модель WMO [7, 8], которая обеспечивает учет возможностей истощения озона стратосферы для устойчивого состояния в эквивалентах CFC-11;

образования фотооксиданта: модель траектории UNECE [9, 10, 11];

окисления: характеристическая модель RAINS, адаптированная к ОЖЦ [12].

эвтрофикации: выбран стехиометрический подход, при котором устанавливается эквивалентность макропитательных веществ на основе их появления в биомассе [13];

токсичность для человека: модель Eco-indicator 99, которая основана на модели EUSES и дополнена данными Международное агентство по изучению рака (IARC) [5];

экологическая токсичность: модель USES-LCA, которая основана на модели RIVM USES 2.0 и адаптированная к ОЖЦ [14];

истощение абиотических ресурсов (ископаемые топлива): модель Eco-

indicator 99, адаптированная к ОЖЦ [5].

Базовой характеристической моделью оценки выбросов выхлопных газов при использовании моторного топлива принято «Руководство ЕМЕП/ЕАОС по инвентаризации выбросов 2013» [15] дополненное [16, 17]. В качестве характеристической модели оценки антропогенного воздействия сельскохозяйственного производства использовалась имитационная почвенно-гидрологическая масштабируемая детерминированная концептуальная модель SWAT (Soil and Water Assessment Tool) [18], дополненная собственными результатами исследований, а также принятых в стране руководящих документов [19, 20]. Характеристическая модель оценка воздействия гербицидов на окружающую среду реализована согласно [13], с учетом эквивалента глифосата действующего вещества клопиралида, содержащегося в гербициде «Лонтрел 300» [20]. Оценка выбросов в окружающую среду при сжигании биомассы для производства электрической и тепловой энергии общего пользования выполнена по «Руководство ЕМЕП/ЕАОС по инвентаризации выбросов 2013» [15] дополненное [21, 22, 23].

Границы системы жизненного цикла продукции выявлены с использованием технологической карты производства щепы при возделывании древесно-кустарниковой породы с коротким периодом роста [24] (рисунок 1).

Технологическая карта состоит из V этапов, включающих 28 технологических операций [24]. Входные потоками границы системы связаны с использованием моторного топлива, гербицидов и минеральных удобрений.

На основании технологической карты потребление дизельного топлива с: основной обработкой почвы, внесением гербицидов сплошного действия, внесением минеральных удобрений составляет 38,01 кг/га; предпосадочной обработкой, посадкой, внесение минеральных удобрений – 12,66 кг/га; уходом за посадкой – 11,39 кг/га; уборкой биомассы – 122,5 кг/га и 38,7 кг/га при ликвидации плантации. Вносимые минеральные удобрения: нитрат аммония,

двойной суперфосфат, калий хлористый. Нормы внесения: при закладке плантации  $N_{30}P_{50}K_{70}$ ; при уходе за посадкой  $N_{50}P_{30}K_{60}$  [25].

Выбросы в атмосферу загрязняющих веществ при использовании дизельного моторного топлива сельскохозяйственной техникой I-V технологических этапов представлены в таблице 1.

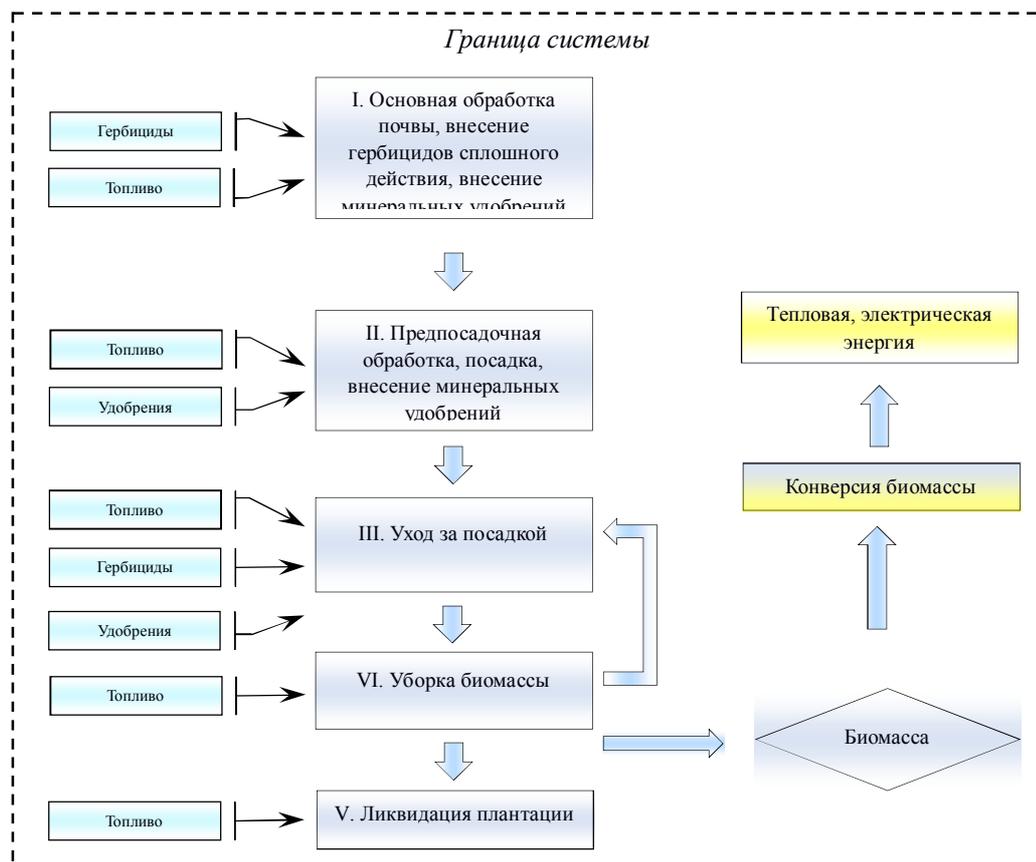


Рисунок 1 – Границы системы жизненного цикла продукции

Определенные показатели категорий при использовании дизельного моторного топлива представлены в таблице 2.

Химическими средствами борьбы сплошного действия для уничтожения сорной и нежелательной растительности применяется гербицид контактного действия – раундап (5 л/га) и гербицид селективного действия – лонтрел 300 (0,5 л/га). Показатели категорий при использовании гербицидов представлены в таблице 3.

Категория воздействия эвтрофикация оценена с учетом выноса  $P_2O_5$  с талыми водами от 0,05 до 0,15 кг/га, с твердым стоком 0,5-1,5 кг/га [26]. Согласно [27] вымывание N при закладке плантации 0,225 кг/га и 0,375 кг/га при уходе за посадкой, а улетучивание 3 и 5 кг/га соответственно. Инвентаризационный анализ выбросов в атмосферу загрязняющих веществ при использовании минеральных удобрений представлен в таблице 4. Показатели категорий при использовании минеральных удобрений представлены в таблице 5.

В разрезе семи трехлетних циклов: выбросы парниковых газов составили 4206,94 экв.  $CO_2$  в кг/га из них: 0,99 % связано с внесением азотных удобрений и 0,01 % при использовании дизельного топлива; образование тропосферного озона связано только с использованием дизельного топлива и составляет 0,74 экв.  $C_2H_4$  в кг/га; количество эквивалентов  $SO_2$  связанного с окислением составило 28,26 кг/га из них: 0,999 % связано с внесением минеральных удобрений и 0,001 % при использовании дизельного топлива; количество эквивалентов  $PO_4$  связанного с эвтрофикацией составило 29,14 кг/га из них: 0,9999 % связано с внесением минеральных удобрений и 0,0001 % при использовании дизельного топлива. Графическая интерпретация описанных категорий воздействия представлена на рисунке 2.

Категория воздействия токсичность на людей: канцерогенный эффект в первую очередь обуславливается использованием гербицидов –  $3,40E-02$  DALYs/га, на дизельное топливо приходится  $4,70E-05$  DALYs/га; респираторный эффект от органических выбросов незначителен  $1,71E-06$  DALYs/га и связан только с использованием дизельного топлива; респираторный эффект от неорганических выбросов связан с внесением минеральных удобрений  $2,42E-01$ , на дизельное топливо приходится  $9,52E-04$  DALYs/га. Графическая интерпретация результатов исследований представлена на рисунке 3. В целом по категории воздействия сумма DALYs/га равна  $2,77E-01$

из них на канцерогенный эффект 12,28 % и 87,71 % респираторный эффект от неорганических выбросов.

Таблица 1

Инвентаризационный анализ выбросов в атмосферу загрязняющих веществ при использовании дизельного моторного топлива

Выброс в воздух	Номер технологического этапа				
	I	II	III	IV	V
C <sub>9</sub> H <sub>12</sub> (1,2,3 триметилбензол), кг/га	1,48E-04	5,92E-05	5,44E-05	6,47E-04	1,10E-03
C <sub>9</sub> H <sub>12</sub> (1,2,4 триметилбензол), кг/га	4,25E-04	1,70E-04	1,56E-04	1,86E-03	3,14E-03
C <sub>9</sub> H <sub>12</sub> (1,3,5 триметилбензол), кг/га	2,23E-04	8,88E-05	8,16E-05	9,71E-04	1,64E-03
C <sub>4</sub> H <sub>6</sub> (1,3-бутадиен), кг/га	1,63E-03	6,51E-04	5,98E-04	7,12E-03	1,21E-02
C <sub>7</sub> H <sub>16</sub> (2-метилгексан), кг/га	3,12E-04	1,24E-04	1,14E-04	1,36E-03	2,30E-03
C <sub>8</sub> H <sub>18</sub> (2-метилгептан), кг/га	1,04E-04	4,14E-05	3,81E-05	4,53E-04	7,67E-04
C <sub>7</sub> H <sub>16</sub> (3-метилгексан), кг/га	1,63E-04	6,51E-05	5,98E-05	7,12E-04	1,21E-03
C <sub>8</sub> H <sub>18</sub> (3-метилгептан), кг/га	1,34E-04	5,33E-05	4,89E-05	5,82E-04	9,86E-04
C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> O (акролеин), кг/га	8,75E-04	3,49E-04	3,21E-04	3,82E-03	6,46E-03
C <sub>n</sub> H <sub>2n</sub> (алкены), кг/га	1,81E-02	5,43E-03	4,98E-03	5,93E-02	1,00E-01
NH <sub>3</sub> (аммиак), кг/га	2,49E-04	1,01E-04	9,11E-05	9,80E-04	3,10E-04
C <sub>n</sub> H <sub>2n-6</sub> (арены), кг/га	1,41E-02	4,25E-03	3,90E-03	4,65E-02	7,86E-02
C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> O (ацетальдегид), кг/га	2,26E-03	9,02E-04	8,28E-04	9,86E-03	1,67E-02
C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> (ацетилен), кг/га	5,19E-04	2,07E-04	1,90E-04	2,27E-03	3,83E-03
C <sub>7</sub> H <sub>6</sub> O (бензальдегид), кг/га	6,78E-04	2,70E-04	2,48E-04	2,96E-03	5,00E-03
C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> (бензол), кг/га	3,46E-05	1,38E-05	1,27E-05	1,51E-04	2,56E-04
C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> (бутан), кг/га	7,42E-05	2,96E-05	2,72E-05	3,24E-04	5,48E-04
C <sub>4</sub> H <sub>8</sub> O (бутаналь), кг/га	4,35E-04	1,74E-04	1,60E-04	1,90E-03	3,21E-03
C <sub>7</sub> H <sub>16</sub> (гептан), кг/га	1,48E-04	5,92E-05	5,44E-05	6,47E-04	1,10E-03
C <sub>10</sub> H <sub>22</sub> (декан), кг/га	8,70E-04	3,47E-04	3,19E-04	3,80E-03	6,43E-03
CO <sub>2</sub> (диоксид углерода), кг/га	9,80E-02	4,00E-02	3,60E-02	3,87E-01	1,22E-01
N <sub>2</sub> O (закись азота), кг/га	4,00E-03	2,00E-03	2,00E-03	1,70E-02	5,00E-03
C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> (изобутан), кг/га	6,92E-05	2,76E-05	2,54E-05	3,02E-04	5,11E-04
C <sub>4</sub> H <sub>8</sub> (изобутилен), кг/га	8,41E-04	3,35E-04	3,08E-04	3,67E-03	6,21E-03
C <sub>4</sub> H <sub>8</sub> O (изобутиральдегид), кг/га	2,92E-04	1,16E-04	1,07E-04	1,27E-03	2,15E-03
C <sub>8</sub> H <sub>10</sub> (м, п-ксилол), кг/га	4,85E-04	1,93E-04	1,78E-04	2,11E-03	3,58E-03
CH <sub>4</sub> (метан), кг/га	2,00E-03	1,00E-03	1,00E-03	7,00E-03	2,00E-03
CO (оксид углерода), кг/га	3,40E-01	1,38E-01	1,25E-01	1,34E+00	4,23E-01
C <sub>8</sub> H <sub>10</sub> (о-ксилол), кг/га	1,98E-04	7,89E-05	7,25E-05	8,63E-04	1,46E-03
C <sub>5</sub> H <sub>12</sub> (пентан), кг/га	2,97E-05	1,18E-05	1,09E-05	1,29E-04	2,19E-04
C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> (пропан), кг/га	4,95E-05	1,97E-05	1,81E-05	2,16E-04	3,65E-04
C <sub>3</sub> H <sub>6</sub> O (пропаналь), кг/га	6,18E-04	2,47E-04	2,27E-04	2,70E-03	4,56E-03
C <sub>3</sub> H <sub>6</sub> (пропилен), кг/га	6,53E-04	2,60E-04	2,39E-04	2,85E-03	4,82E-03
C <sub>8</sub> H <sub>8</sub> (стирол), кг/га	2,77E-04	1,11E-04	1,02E-04	1,21E-03	2,04E-03
C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> CH <sub>3</sub> (толуол), кг/га	4,95E-06	1,97E-06	1,81E-06	2,16E-05	3,65E-05
CH <sub>2</sub> O (формальдегид), кг/га	4,15E-03	1,66E-03	1,52E-03	1,81E-02	3,07E-02
C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> (этан), кг/га	1,48E-05	5,92E-06	5,44E-06	6,47E-05	1,10E-04

Секция 1: Биология, экология (общая экология, геоэкология, радиоэкология)

C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> (этилен), кг/га	3,47E-03	1,38E-03	1,27E-03	1,51E-02	2,56E-02
PM <sub>10</sub> , кг/га	3,24E-02	1,29E-02	1,19E-02	1,41E-01	2,39E-01
PM <sub>2,5</sub> , кг/га	2,27E-02	9,05E-03	8,31E-03	9,90E-02	1,68E-01
As, кг/га	3,11E-09	1,24E-09	1,14E-09	1,36E-08	2,30E-08

Продолжение таблицы 1

Cd, кг/га	2,70E-07	1,08E-07	9,91E-08	1,18E-06	2,00E-06
Cr, кг/га	9,32E-07	3,72E-07	3,42E-07	4,07E-06	6,88E-06
Cu, кг/га	6,59E-07	2,63E-07	2,42E-07	2,87E-06	4,86E-06
Hg, кг/га	1,65E-07	6,57E-08	6,04E-08	7,18E-07	1,22E-06
Ni, кг/га	2,74E-07	1,09E-07	1,00E-07	1,19E-06	2,02E-06
Pb, кг/га	1,62E-06	6,46E-07	5,93E-07	7,06E-06	1,20E-05
Se, кг/га	3,11E-09	1,24E-09	1,14E-09	1,36E-08	2,30E-08
Zn, кг/га	5,40E-05	2,16E-05	1,98E-05	2,36E-04	3,99E-04

Таблица 2

Показатели категорий при использовании дизельного моторного топлива

Номер технологического этапа	Категория воздействия												
	Изменение климата		Образование фотооксиданта	Окисление	Эвтрофикация	Токсичность для людей			Экологическая токсичность				
						канцерогенный эффект	респираторный эффект от органических выбросов	респираторный эффект от неорганических выбросов	пресных вод	морских вод	донных отложений пресных вод	донных отложений морских вод	экосистемы суши
	экв. CO <sub>2</sub> в кг/га	DALYs /га	экв. C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> в кг/га	экв. SO <sub>2</sub> в кг/га	экв. PO <sub>4</sub> в кг/га	DALYs/га			экв. C <sub>6</sub> H <sub>4</sub> Cl <sub>2</sub> в кг/га				
I	1,40 E+00	3,20 E-07	2,25 E-02	4,70 E-04	9,00 E-05	1,39 E-06	6,05 E-08	2,81 E-05	5,00E-01	6,54 E+00	3,65 E-01	6,4 9E+00	2,6 1E-02
II	5,71 E-01	4,50 E-07	9,15 E-03	1,90 E-04	4,00 E-05	1,96 E-06	8,08 E-08	3,95 E-05	2,00E-01	2,61 E+00	1,45 E-01	2,5 9E+00	1,0 4E-02
III	5,13 E-01	1,17 E-07	8,23 E-03	1,70 E-04	3,00 E-05	5,09 E-07	1,83 E-08	1,03 E-05	1,83E-01	2,40 E+00	1,34 E-01	2,3 8E+00	9,5 7E-03
IV	5,52 E+00	1,26 E-06	8,85 E-02	1,85 E-03	3,40 E-04	5,48 E-06	1,97 E-07	1,11 E-04	2,18E+00	2,85 E+01	1,59 E+00	2,8 3E+01	1,1 4E-01

## Показатели категорий при использовании гербицидов

Номер технологического этапа	Гербицид	Токсичность для людей	Экологическая токсичность				
		канцерогенный эффект	пресных вод	морских вод	донных отложений пресных вод	донных отложений морских вод	экосистемы суши
		DALYs /га	экв. $C_6H_4Cl_2$ в кг/га				
I	раундап	4,98E-03	1,66E+00	5,04E-03	1,62E+00	4,50E-03	1,73E-01
III	лонтрел 300	4,15E-03	3,04E+01	9,24E-02	2,97E+01	8,25E-02	3,17E+00

Таблица 4

## Инвентаризационный анализ выбросов в атмосферу загрязняющих веществ при использовании минеральных удобрений

Номер технологического этапа	Выброс в воздух				
	$NH_3$ (аммиак), кг/га	NO (оксид азота), кг/га	НМЛОС, кг/га	PM <sub>10</sub> , кг/га	PM <sub>2,5</sub> , кг/га
II	2,52E+00	7,80E-01	1,79E-07	4,68E+01	1,80E+00
III	4,20E+00	1,30E+00	2,98E-07	7,80E+01	3,00E+00

Таблица 5

## Показатели категорий при использовании минеральных удобрений

Номер технологического этапа	Изменение климата		Окисление	Эвтрофикация	Токсичность для людей
	экв. $CO_2$ в кг/га	DALYs /га	экв. $SO_2$ в кг/га	экв. $PO_4$ в кг/га	респираторный эффект от неорганических выбросов
					DALYs /га
I	–	–	–	2,21E+00	–
II	9,90E+02	1,05E-04	1,27E+01	1,31E+00	1,91E-02
III	4,53E+02	2,29E-04	2,22E+00	3,66E+00	3,19E-02

Категория воздействия экологическая токсичность для: пресных вод составляет 235,39 экв.  $C_6H_4Cl_2$  в кг/га из них на долю гербицидов 91,11 % и 8,89

% на дизельное топливо; морских вод – 274,40 экв.  $C_6H_4Cl_2$  в кг/га из них на долю гербицидов 0,24 % и 99,76 % на дизельное топливо; донных отложений пресных вод – 224,79 экв.  $C_6H_4Cl_2$  в кг/га из них на долю гербицидов 93,21 % и 6,79 % на дизельное топливо; донных отложений морских вод – 272,32 экв.  $C_6H_4Cl_2$  в кг/га из них на долю гербицидов 0,21 % и 99,79 % на дизельное топливо; экосистемы суши – 23,46 экв.  $C_6H_4Cl_2$  в кг/га из них на долю гербицидов 95,33 % и 4,67 % на дизельное топливо. Графическая интерпретация экологической токсичности по технологическим этапам представлена на рисунке 4. Стоит отметить, что в целом по категории воздействия сумма  $C_6H_4Cl_2$  в кг/га равна 1030,36 в кг/га из них на пресные воды 22,85 %, морские воды 26,63 %; донные отложения пресных вод 21,82 %; донные отложения морских вод 26,43 % экосистему суши 2,28 %.

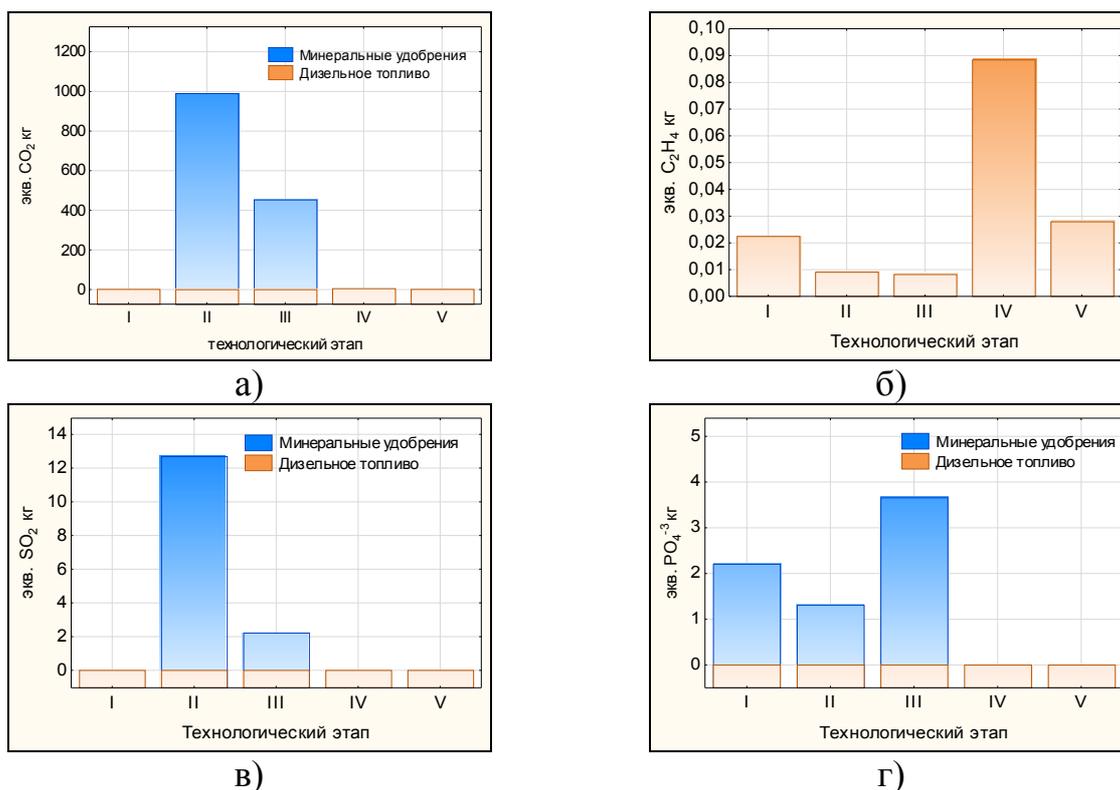


Рисунок 2 – Категория воздействия: а) изменение климата; б) образование фотооксиданта; в) окисление; г) эвтрофикация

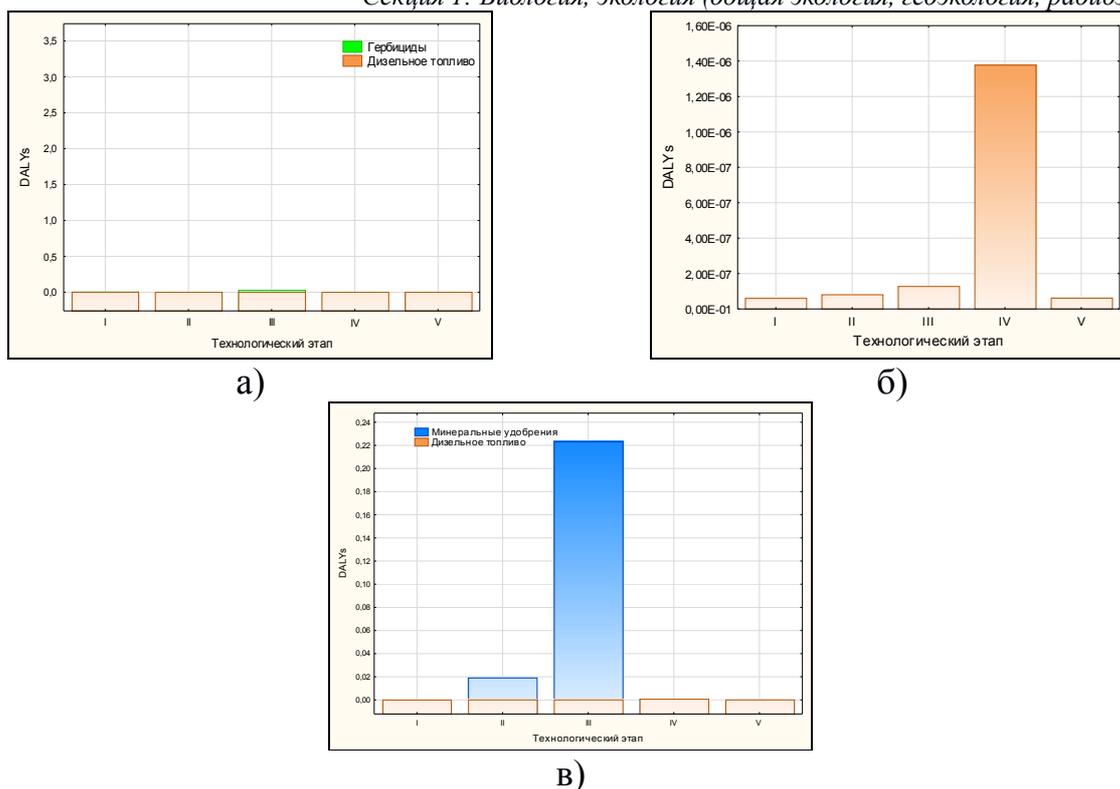


Рисунок 3 – Категория воздействия токсичность на людей: а)

канцерогенный эффект; б) респираторный эффект от органических выбросов; в)

респираторный эффект от неорганических выбросов

В разрезе семи трехлетних циклов потенциально исчезающая часть видов растений в природных зонах при категории воздействия землепользование составляет  $18474,576 \text{ PDF} \cdot \text{m}^2 \text{ год/т}$ .

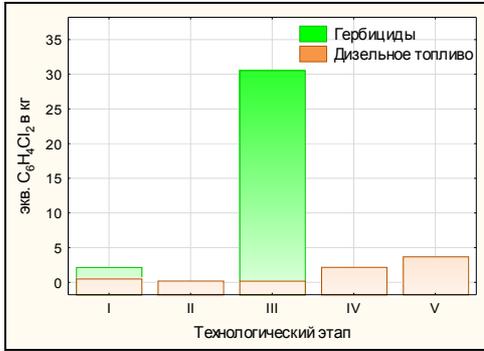
Истощение озона стратосферы и истощение абиотических ресурсов (ископаемые топлива) не выявлено.

Результаты оценки воздействия жизненного цикла (ОВЖЦ) производства щепы при возделывании древесно-кустарниковой породы с коротким периодом роста ивы белой вида *Salix alba* на 1 т продукции представлены в табл. 6.

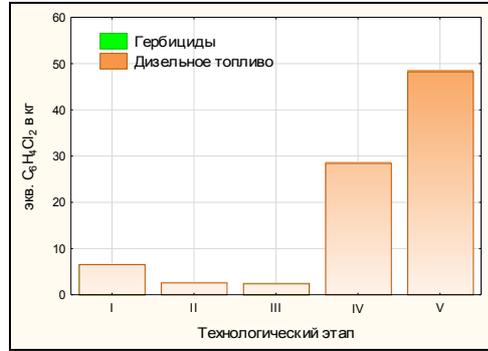
Оценка выбросов загрязняющих веществ выполнена при типичном значении продуктивности биомассы  $17,7 \text{ т/га}$  за один трехлетний цикл возделывания, при удельной теплоте сгорания  $17589,98 \text{ кДж/кг}$  и средневзвешенная внутренней зольности надземной части биомассы без листвы

1,44 %.

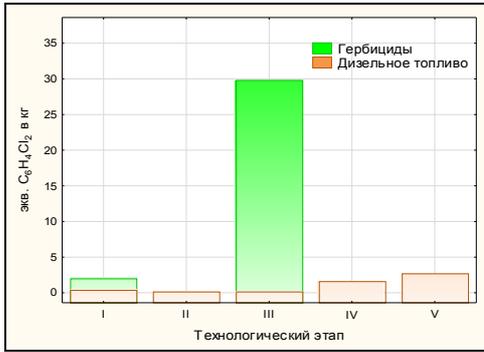
Выбросы в атмосферу загрязняющих веществ при сжигании биомассы ивы для производства электрической и тепловой энергии общего пользования представлены в таблицах 7-10.



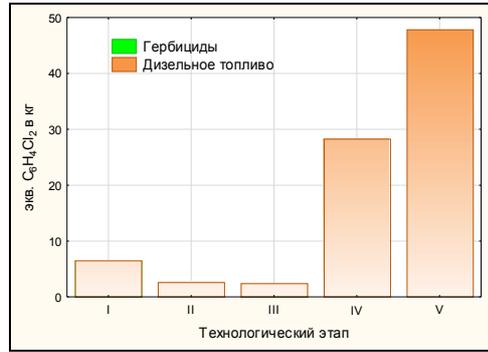
а)



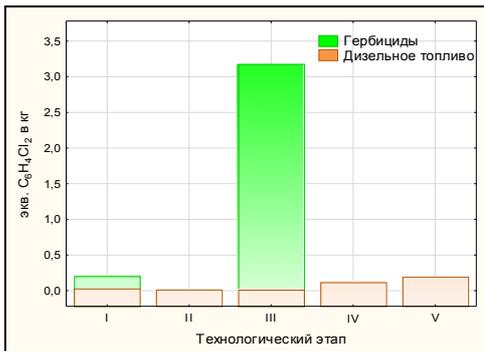
б)



в)



г)



д)

Рисунок 4 – Экологическая токсичность: а) пресных вод; б) морских вод; в) донных отложений пресных вод; г) донных отложений морских вод; д) экосистемы суши

Таблица 6

Результаты ОВЖЦ производства щепы при возделывании ивы белой вида  
*Salix alba*

Категории воздействия	Единица измерения	Типичное значение	Нижний предел	Верхний предел
Изменение климата	экв. кг CO <sub>2</sub> /т	33,954	20,033	61,958
Истощение озона стратосферы	экв. кг CFC-11/т	–	–	–
Образование фотооксиданта	экв. кг C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> /т	0,006	0,004	0,011
Окисление	экв. кг SO <sub>2</sub> /т	0,228	0,135	0,416
Эвтрофикация	экв. кг PO <sub>4</sub> /т	0,235	0,139	0,429
Экологическая токсичность	экв. кг C <sub>6</sub> H <sub>4</sub> Cl <sub>2</sub> /т	11,283	6,657	20,588
Токсичность для людей	экв. DALYs/т	0,028	0,005	0,015
Землепользование	экв. PDF·м <sup>2</sup> год/т	18474,576	10900,000	33711,340
Истощение абиотических ресурсов (ископаемые топлива)	МДж	–	–	–

Таблица 7

Инвентаризационный анализ выбросов в атмосферу диоксинов и фуранов  
(ПХДД/ПХДФ)

ПХДД/ПХДФ	кг/га	ПХДД/ПХДФ	кг/га	ПХДД/ПХДФ	кг/га
2378 Т4СDD	3,55E-05	1234678 Н7СDD	2,18E-06	123678 Н6СDF	6,54E-06
12378 P5СDD	3,95E-05	2378 Т4СDF	2,30E-05	123789 Н6СDF	1,25E-06
123478 Н6СDD	4,67E-06	12378 P5СDF	9,03E-06	234678 Н6СDF	6,23E-06
123678 Н6СDD	7,16E-06	23478 P5СDF	7,57E-05	1234678 Н7СDF	9,34E-07
123789 Н6СDD	5,60E-06	123478 Н6СDF	5,92E-06		

Таблица 8

Инвентаризационный анализ выбросов в атмосферу полициклических  
ароматических углеводородов (ПАУ)

ПАУ	кг/га	ПАУ	кг/га
(C <sub>9</sub> H <sub>12</sub> ) нафталин	3,74E-04	(C <sub>16</sub> H <sub>10</sub> ) флуорантен	2,06E-05
(C <sub>12</sub> H <sub>10</sub> ) аценафтен	1,87E-06	(C <sub>16</sub> H <sub>10</sub> S) бензо(b)наф(2,1-d)тиофен	6,23E-07
(C <sub>12</sub> H <sub>8</sub> ) аценафтилен	4,58E-05	(C <sub>18</sub> H <sub>10</sub> ) циклопента(cd)пирен	2,80E-06
(C <sub>13</sub> H <sub>10</sub> ) флуорен	4,67E-06	(C <sub>18</sub> H <sub>12</sub> ) бензо(a)антрацен	3,11E-07
(C <sub>14</sub> H <sub>10</sub> ) антрацен	3,11E-06	(C <sub>18</sub> H <sub>12</sub> ) бензо(c)фенантрен	1,53E-05
(C <sub>14</sub> H <sub>10</sub> ) фенантрен	1,73E-04	(C <sub>18</sub> H <sub>12</sub> ) хризен	3,12E-07
(C <sub>15</sub> H <sub>10</sub> ) 4,5-метилфенантрен	9,34E-07	(C <sub>18</sub> H <sub>18</sub> ) ретен	1,43E-05
(C <sub>15</sub> H <sub>12</sub> ) 1-метилантрацен	1,12E-05	(C <sub>20</sub> H <sub>12</sub> ) бензо (ghi)перилен	1,25E-06

Секция 1: Биология, экология (общая экология, геоэкология, радиоэкология)

(C <sub>15</sub> H <sub>12</sub> ) 1-метилфенантрен	1,09E-05	(C <sub>20</sub> H <sub>12</sub> ) бензо(е)пирен	1,56E-06
(C <sub>15</sub> H <sub>12</sub> ) 2-метилантрацен	7,47E-06	(C <sub>20</sub> H <sub>12</sub> ) бензо(к)флуорантен	1,56E-06
(C <sub>15</sub> H <sub>12</sub> ) 2-метилфенантрен	4,58E-05	(C <sub>20</sub> H <sub>12</sub> ) дибензо(ае)пирен	9,34E-07
(C <sub>15</sub> H <sub>12</sub> ) 9-метилантрацен	3,11E-07	(C <sub>22</sub> H <sub>12</sub> ) индено(123cd)пирен	1,87E-06
(C <sub>16</sub> H <sub>10</sub> ) бензо(б)флуорантен	9,34E-07		

Таблица 9

Инвентаризационный анализ выбросов в атмосферу полихлорированных бифенилов (ПХБ)

ПХБ	кг/га	ПХД	кг/га	ПХД	кг/га
(C <sub>12</sub> H <sub>7</sub> Cl <sub>3</sub> ) 2,2',5'-трихлорбифенил	1,07E-03	(C <sub>12</sub> H <sub>5</sub> Cl <sub>5</sub> ) 2,2',4,4',5'-пентахлорбифенил	8,06E-05	(C <sub>12</sub> H <sub>5</sub> Cl <sub>5</sub> ) 3,3',4,4',5'-пентахлорбифенил	6,13E-05
(C <sub>12</sub> H <sub>7</sub> Cl <sub>3</sub> ) 2,4',5'-трихлорбифенил	2,22E-03	(C <sub>12</sub> H <sub>6</sub> Cl <sub>4</sub> ) 3,3',4,4'-тетрахлорбифенил	2,08E-04	(C <sub>12</sub> H <sub>4</sub> Cl <sub>6</sub> ) 2,3',4,4',5,5'-гексахлорбифенил	3,83E-05
(C <sub>12</sub> H <sub>7</sub> Cl <sub>3</sub> ) 2,4,4'-трихлорбифенил	2,24E-03	(C <sub>12</sub> H <sub>5</sub> Cl <sub>5</sub> ) 2,3',4,4',5'-пентахлорбифенил	3,30E-05	(C <sub>12</sub> H <sub>4</sub> Cl <sub>6</sub> ) 2,3,3',4,4',5'-гексахлорбифенил	4,86E-05
(C <sub>12</sub> H <sub>6</sub> Cl <sub>4</sub> ) 2,2',4,6'-тетрахлорбифенил	1,61E-04	(C <sub>12</sub> H <sub>5</sub> Cl <sub>5</sub> ) 2,3',4,4',5'-пентахлорбифенил	1,40E-04	(C <sub>12</sub> H <sub>4</sub> Cl <sub>6</sub> ) 2,3,3',4,4',5'-гексахлорбифенил	3,46E-05
(C <sub>12</sub> H <sub>6</sub> Cl <sub>4</sub> ) 2,2',5,5'-тетрахлорбифенил	1,05E-03	(C <sub>12</sub> H <sub>5</sub> Cl <sub>5</sub> ) 2,3,4,4',5'-пентахлорбифенил	3,30E-05	(C <sub>12</sub> H <sub>3</sub> Cl <sub>7</sub> ) 2,2',3,4,4',5,5'-гептахлорбифенил	1,32E-04
(C <sub>12</sub> H <sub>6</sub> Cl <sub>4</sub> ) 2,2',4,5'-тетрахлорбифенил	7,11E-04	(C <sub>12</sub> H <sub>4</sub> Cl <sub>6</sub> ) 2,2',4,4',5,5'-гексахлорбифенил	2,66E-04	(C <sub>12</sub> H <sub>4</sub> Cl <sub>6</sub> ) 3,3',4,4',5,5'-гексахлорбифенил	3,30E-05
(C <sub>12</sub> H <sub>6</sub> Cl <sub>4</sub> ) 2,2',4,4'-тетрахлорбифенил	6,67E-04	(C <sub>12</sub> H <sub>5</sub> Cl <sub>5</sub> ) 2,3,3',4,4'-пентахлорбифенил	8,94E-05	(C <sub>12</sub> H <sub>3</sub> Cl <sub>7</sub> ) 2,3,3',4,4',5,5'-гептахлорбифенил	3,30E-05
(C <sub>12</sub> H <sub>5</sub> Cl <sub>5</sub> ) 2,2',4,5,5'-пентахлорбифенил	3,52E-04	(C <sub>12</sub> H <sub>4</sub> Cl <sub>6</sub> ) 2,2',3,4,4',5'-гексахлорбифенил	1,93E-04		

Таблица 10

Прочие выбросы выбросов в атмосферу

Вещество	кг/га	Вещество	кг/га	Вещество	кг/га
C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> (изобутан)	3,32E+00	CO (диоксид углерода)	2,80E+04	Cu	7,90E-04
C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> (этилен)	6,05E+02	SO <sub>x</sub> (оксиды серы)	3,36E+03	Hg	2,55E-05
C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> (этан)	1,92E+02	NO <sub>x</sub> (оксиды азота)	2,52E+04	Ni	2,86E-03
C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> O (этанол)	6,08E+02	PM <sub>10</sub>	4,83E+04	Pb	4,84E-04
C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> (бензол)	6,99E+02	PM <sub>2,5</sub>	4,14E+04	V	5,10E-05
C <sub>3</sub> H <sub>6</sub> (пропилен)	7,39E+01	As	1,78E-04	Zn	1,58E-02
C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> (пропан)	5,06E+01	Cd	4,84E-04		
C <sub>4</sub> H <sub>8</sub> (1-бутен)	1,81E+01	Cr	5,35E-04		

В результате сжигания биомассы выбросы парниковых газов составляют

34,16 экв. CO<sub>2</sub> в кг/т; образование тропосферного озона составляет 106,88 экв. C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> в кг/т; количество эквивалентов SO<sub>2</sub> связанного с окислением составило 1182,01 кг/т, с эвтрофикацией 183,83 кг/т эквивалентов PO<sub>4</sub>.

В целом по категории воздействия токсичность на людей сумма DALYs/т равна 3,112 из них на долю канцерогенного эффекта 10,13 %, 0,004 % респираторный эффект от органических выбросов и 89,86 % от не органических выбросов соответственно.

Категория воздействия экологическая токсичность для: пресных вод составляет 4,23 экв. C<sub>6</sub>H<sub>4</sub>Cl<sub>2</sub> в кг/т; морских вод – 635,98; донных отложений пресных вод – 13,67; донных отложений морских вод – 1658,15; экосистемы суши – 0,19. В целом по категории воздействия сумма C<sub>6</sub>H<sub>4</sub>Cl<sub>2</sub> в кг/т равна 2312,218 в кг/т из них на пресные воды 0,18 %, морские воды 27,51 %; донные отложения пресных вод 0,59 %; донные отложения морских вод 71,71 % экосистему суши 0,01 %.

Потенциально исчезающая часть видов растений в природных зонах при категории воздействия землепользование составляет 251,160 PDF·m<sup>2</sup> год/т.

Истощение озона стратосферы и истощение абиотических ресурсов (ископаемые топлива) не выявлено.

Сводные результаты оценки воздействия жизненного цикла при сжигании древесно-кустарниковой породы с коротким периодом роста ивы белой вида *Salix alba* на 1 т продукции представлены в таблице 11.

*Таблица 11*

Результаты ОВЖЦ при прямом сжигании ивы белой вида *Salix alba*

Категории воздействия	Единица измерения	Типичное значение
Изменение климата	экв. кг CO <sub>2</sub> /т	34,160
Истощение озона стратосферы	экв. кг CFC-11/т	–
Образование фотооксиданта	экв. кг C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> /т	106,881
Окисление	экв. кг SO <sub>2</sub> /т	1182,014
Эвтрофикация	экв. кг PO <sub>4</sub> /т	183,829
Экологическая токсичность	экв. кг C <sub>6</sub> H <sub>4</sub> Cl <sub>2</sub> /т	2311,874
Токсичность для людей	экв. DALYs/т	3,112
Землепользование	экв. PDF·m <sup>2</sup> год/т	251,160

По результатам исследований разработана математическая модель «Bio willow» реализованная в пакете Microsoft Excel, позволяющая определить критерий оценки воздействия жизненного цикла в зависимости от предлагаемой технологической карты.

Данный подход дает возможность выявить количественные экологические показатели продукции, которые характеризуют возможные последствия в разрезе принятых категорий воздействия, а также обосновать выбор оптимальной технологии при сравнении альтернативных вариантов.

Предложенная модель достаточно успешно может быть адаптирована для других видов ивы, древесно-кустарниковых пород с коротким периодом роста, а также другой растениеводческой продукции, кроме того результаты исследований могут быть востребованы при оценке жизненного цикла с учетом различных способов конверсии биомассы.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ Р 56269-2014/ISO/TR 14047:2012 Экологический менеджмент. Оценка жизненного цикла. Примеры применения ИСО 14044 к ситуациям воздействия. – М.: Стандартинформ, 2015. – 100 с.
2. ISO 14040:2006(E). Environmental management – Life cycle assessment – Principles and framework. Second edition, 2006-07-01. – 20 p.
3. ISO 14042:2000(E). Environmental management – Life cycle assessment – Life cycle impact assessment. First edition, 2000-03-01. – 16 p.
4. Ansems A.M.M., Eggels P.G., Duin R. van, Goede, H.P. de. Environmental life cycle assessment of products: guide and backgrounds (Part 1), 1992. CML, Leiden: Netherlands, 96 pp.
5. The Eco-indicator 99. A damage oriented method for Life Cycle Impact Assessment. methodology report, Third edition PRé Consultants b.v., Amersfoort, The Netherlands 22 June 2000, 132 pp.
6. Solomon S. D., Qin M., Manning Z., Chen, M., Marquis, K.B., Averyt M., Tignor and H.L. Miller (eds.). Climate Change 2007. The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 996 pp.
7. WMO (World Meteorological Organisation), 1992. Scientific assessment of ozone depletion: 1991. Global Ozone Research and Monitoring Project – Report no. 25. Geneva.
8. WMO (World Meteorological Organisation), 1999. Scientific assessment of ozone depletion: 1998. Global Ozone Research and Monitoring Project – Report no. 44. Geneva.

9. Derwent, R.G., M.E. Jenkin & S.M. Saunders, 1996. Photochemical ozone creation potentials for a large number of reactive hydrocarbons under European conditions. *Atmos. Environ.* 30 (2): 181-199.
10. Derwent, R.G., M.E. Jenkin, S.M. Saunders & M.J. Pilling, 1998. Photochemical ozone creation potentials for organic compounds in Northwest Europe calculated with a master chemical mechanism. *Atmos. Environ.* 32 (14-15): 2429-2441.
11. Jenkin, M.E. & G.D. Hayman, 1999. Photochemical ozone creation potentials for oxygenated volatile organic compounds: sensitivity to variations in kinetic and mechanistic parameters. *Atmos. Environ.* 33 (8): 1275-1293.
12. Potting, J., W. Schöpp, K. Blok & M. Hauschild, 1998. Site-dependent life-cycle Impact assessment of acidification. *J. Ind. Ecol.* 2 (2): 63-87.
13. Heijungs, R., J. Guinée, G. Huppes, R.M. Lankreijer, H.A. Udo de Haes, A. Wegener Sleeswijk, A.M.M. Ansems, P.G. Eggels, R. van Duin & H.P. de Goede, 1992. Environmental Life Cycle Assessment of products. Guide and Backgrounds. CML, Leiden University, Leiden.
14. Huijbregts, M.A.J., U. Thissen, J.B. Guinee, T. Jager, D. Van de Meent, A.M.J. Ragas, A. Wegener Sleeswijk & L. Reijnders, 2000a. Priority assessment of toxic substances in life cycle assessment, I: Calculation of toxicity potentials for 181 substances with the nested multi-media fate, exposure and effects model USES-LCA. *Chemosphere* 41 (4): 541-573.
15. Технический отчет ЕАОС № 12/2013. Руководство ЕМЕП/ЕАОС по инвентаризации выбросов 2013. Общие руководящие указания по подготовке национальных инвентаризаций выбросов.
16. Technical report No 49 COPERT III. Computer programme to calculate emissions from road transport. Methodology and emission factors (Version 2.1). Leonidas Ntziachristos and Zissis Samaras ETC/AEM With contributions from: S. Eggleston, N. Gorißen, D. Hassel, A.-J. Hickman, R. Joumard, R. Rijkeboer, L. White and K.-H. Zierock November. – Copenhagen, 2000. – p. 89.
17. Technical Report No. 780. Heavy Metal Emissions for Danish Road Transport. Morten Winther, Erik Slentø. National Environmental Research Institute. Aarhus University – Denmark 2010. – p. 99.
18. Neitsch S.L., Arnold J.G., Kiniry J.R., Williams J.R. Soil and Water Assessment Tool theoretical documentation version 2005. – 432 p.
19. Методика расчета выноса биогенных веществ и оценка перспективного состояния загрязненности малых рек. 0212.19-99 [Электронный ресурс] // Режим доступа: <http://www.levonevski.net/pravo/norm2013/num54/d54494.html>.
20. Frischknecht Rolf, Büsser Knöpfel Sybille, 2013: Swiss Eco-Factors 2013 according to the Ecological Scarcity Method. Methodological fundamentals and their application in Switzerland. Environmental studies no. 1330. Federal Office for the Environment, Bern: 254 pp.
21. ТКП 17.08-01-2006 (02120) Охрана окружающей среды и природопользование. Атмосфера. Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух. Порядок определения выбросов при сжигании топлива в котлах производительностью до 25 МВт. – Мн.: Минприроды, 2006. – 47 с.
22. Report AEAT/ENV/R/0545: Speciation of UK emissions of non-methane volatile organic compounds Passant N. R. AEA Technology Environment. – Culham, 2001. – p. 289.

23. Report AEAT/R/ENV/0518: Determination of Atmospheric Pollutant Emission Factors at a Small Industrial Wood-Burning Furnace. Thistlethwaite G. AEA Technology Environment. – Culham, 2001. – p. 32.
24. Бутько А. А., Пашинский В. А., Родькин О. И. Оценка энергоемкости производства щепы при возделывании древесно-кустарниковой породы с коротким периодом роста ивы белой вида *Salix alba*. Энергоэффективность, 2016, № 6. – С. 24-27.
25. Купцов Н. С., Попов Е.Г. Энергоплантации. Справочное пособие по использованию энергетических растений / Н.С. Купцов, Е.Г. Попов. – Мн.: Тэхналогія, 2015. – 128 с.
26. Кулаковская Т. Н. Справочник агрохимика. / Т.Н Кулаковская. – Мн.: Ураджай, 1974. – 368 с.
27. ТКП 17.08-01-2006 (02120) Охрана окружающей среды и природопользование. Атмосфера. Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух. Порядок определения выбросов при сжигании топлива в котлах производительностью до 25 МВт. – Мн.: Минприроды, 2006. – 47 с.

Конькова В. М.<sup>1,2</sup>, Гончар К.В.<sup>2</sup>, Наркевич И.П.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>*МГЭИ им. А.Д. Сахарова Белорусского государственного университета, г. Минск, Республика Беларусь*

<sup>2</sup>*Республиканское научно-исследовательское унитарное предприятие «Белорусский научно-исследовательский центр «Экология», г. Минск, Республика Беларусь*

## **СИСТЕМА КЛАССИФИКАЦИИ ТОРФЯНИКОВ БЕЛАРУСИ ДЛЯ ОЦЕНКИ ВЫБРОСОВ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ**

В природе болота выполняют важные функции: аккумулятивную, биологическую, межкруговоротную, ландшафтную, газорегуляторную, геохимическую, гидрологическую и климатическую. Первые четыре функции являются незаменимыми, т.е. такими, которые присущи только болотам, и никакие другие местообитания на суше – леса, луга, степи, сельскохозяйственные угодья, озёра – не способны их выполнять. Все вышеназванные функции являются биосферными, так как формирование болот и их функций происходило под влиянием биосферы, а сами болота, будучи

продуктом эволюции биосферы и ее неотъемлемой частью, оказывают большое влияние на многие биосферные процессы [1].

Болота выполняли свои биосферные функции еще до появления человека на Земле и продолжают их выполнять поныне, однако под воздействием осушения их биосферные функции принципиально изменяются, либо прекращаются полностью.

Прежде всего, прекращаются образование и аккумуляция торфа, энергии, биогенных элементов и воды, происходят процессы обезвоживания торфяной залежи, разложения и минерализации органического вещества торфа и выноса биогенных элементов за пределы торфяных месторождений. Уничтожаются местообитания болотного биоразнообразия, а вместе с ними уничтожаются или вытесняются болотные и околотовные виды растений и животных и заменяются другими видами, уничтожаются традиционные места отдыха и кормовые базы перелетных птиц. Прекращается переход биогенных элементов и энергии из биогенного круговорота в геологический и происходит процесс обратного перехода биогенных элементов из геологического круговорота вещества и энергии в биогенный до тех пор, пока не минерализуется весь торфяной слой.

В естественном состоянии болота выполняют важную газорегуляторную функцию по очистке атмосферы от избытка двуокси углерода и обогащению ее кислородом. Ведь торф это неразложившиеся, измененные в особых условиях, остатки бывших растений. Сотни и тысячи лет назад эти растения росли, поглощая солнечную энергию и углекислый газ и превращая их в свою органическую массу. Затем в особых болотных условиях, где много воды и почти нет кислорода, растения не подвергались полному распаду, а образовывали своими остатками торф. Таким образом, солнечная энергия и углекислый газ, поглощенные зеленой массой растений, запасаются и сохраняются на многие тысячелетия в торфяной залежи болот, этот процесс

называется стоком или поглощением диоксида углерода, основного из парниковых газов (ПГ). В результате очищается атмосфера от избытка диоксида углерода [2].

Целью данной работы является разработка системы классификации торфяников в Беларуси для оценки выбросов парниковых газов.

Республика Беларусь является стороной Рамочной конвенции ООН об изменении климата (РКИК ООН) и стороной Киотского протокола. В связи с этим одним из обязательств Республики Беларусь является ведение государственного кадастра антропогенных выбросов из источников и абсорбции поглотителями парниковых газов (далее - кадастр парниковых газов). Кадастр парниковых газов представляет собой систематизированный свод документально подтвержденных сведений об источниках выбросов, а также поглотителях ПГ, отражающий их динамику. Ведение государственного кадастра парниковых газов осуществляется на основе руководящих принципов Межправительственной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК).

МГЭИК разрабатывает методологии и руководящие принципы для подготовки национальных кадастров парниковых газов. На сегодняшний день стороны РКИК ООН используют методологии, изложенные в публикации «Руководящие принципы национальных инвентаризаций парниковых газов МГЭИК, 2006 г.» [3].

Руководящие принципы призваны помогать странам в составлении национальных кадастров парниковых газов. Структура представленных методологий построена таким образом, чтобы любая страна, независимо от ее опыта или ресурсов, могла произвести надежные оценки своих выбросов и поглощений этих газов. В частности, значения по умолчанию различных параметров и требуемые коэффициенты выбросов предоставлены для всех секторов, так что, в простейшем случае, странам нужно всего лишь предоставить национальные данные о деятельности. Такой подход также

позволяет странам, обладающим большей информацией и ресурсами, использовать более подробные методологии по конкретной стране, сохраняя при этом совместимость, сравнимость и соответствие между странами.

Руководящие принципы МГЭИК, как правило, содержат рекомендации по методам оценки на трех уровнях детализации, от уровня 1 (метод по умолчанию) до уровня 3 (наиболее подробный метод). Рекомендации состоят из математической конкретизации методов, информации по коэффициентам выбросов или другим параметрам, используемым при составлении оценок, а также источников данных о деятельности для оценки общего уровня нетто выбросов (выбросы из источников минус абсорбции поглотителями). В случае правильного применения, все уровни должны обеспечить объективные оценки, а точность и достоверность должна, как правило, повышаться от уровня 1 к уровню 3. Наличие различных уровней позволяет составителям кадастров использовать методы, соответствующие их ресурсам, и концентрировать свои усилия на тех категориях выбросов и поглощений, которые вносят наиболее значительный вклад в суммарные показатели и тенденции национальных выбросов.

Метод расчета нетто выбросов ПГ уровня 1 называют базовым методом или методом по умолчанию, методология оценки эмиссии ПГ дается в руководящих принципах МГЭИК; уровень 2 – промежуточный, может включать более подробную классификацию стоков и источников ПГ, а также разработанные национальные коэффициенты эмиссии для них; а уровень 3 – наиболее сложный с точки зрения трудности и потребности в данных, как правило, подразумевает использование специальных моделей оценки ПГ, прямых инструментальных измерений эмиссии. Методы уровни 2 и 3 называются методами более высокого уровня и, как правило, считаются более точными. Методы уровня 1, предусмотренные для всех категорий, предназначены для использования общедоступной национальной или

международной статистики, в комбинации с установленными коэффициентами выбросов по умолчанию и дополнительно предоставленными параметрами, и соответственно должны быть пригодными для всех стран.

Для того чтобы увеличить точность национальных кадастров парниковых газов страны стороны РКИК ООН обязаны проводить разработку национальных методов 2 и 3 уровней. Для оценки эмиссии ПГ с болот и торфяных месторождений это подразумевает разработку национальных коэффициентов эмиссии ПГ, а также более подробную систему классификации управления землями болот и торфяников. Разработка национальных коэффициентов эмиссии ПГ выполняется на основе современных научных исследований, результаты которых опубликованы в научных рецензируемых журнал и приняты научным сообществом.

В целях возможности применения коэффициентов выбросов и изменения запасов для оценки изменений запасов углерода биомассы, мертвого органического вещества и почвы проводится классификация климатических зон. Климатические зоны подразделяются далее на экологические зоны для возможности применения метода уровня 1 при оценке изменений запасов углерода в биомассе. Составители кадастров имеют возможность разработки по выбору классификации климата по конкретной стране, если используются методы уровней 2 и 3 наряду с конкретными по стране коэффициентами выбросов и изменений запасов. Эффективная практика заключается в применении одной и той же классификации (либо по умолчанию, либо по конкретной стране) ко всем категориям землепользования. Таким образом, каждому резервуару в национальном кадастре приписываются коэффициенты изменения запасов и выбросов с использованием единой классификации климата.

Классификация почв производится с целью применения эталонных запасов углерода и коэффициентов изменения запасов для оценки изменений

запасов углерода почвы, а также выбросов N<sub>2</sub>O из почвы (т.е. органические почвы должны классифицироваться для оценки выбросов N<sub>2</sub>O после осушения). К органическим почвам относятся водно-болотные угодья или осушенные и переустроенные в другие типы землепользования (например, в лесные площади, возделываемые земли, пастбища и поселения).

Для расчетов запасов углерода по методу уровня 1 возможно использовать классификацию минеральных почв по умолчанию, так как значения по умолчанию для эталонного запаса углерода и коэффициентов изменения запасов были получены в соответствии с данной классификацией. Составители кадастров имеют возможность разработки по выбору национальной классификации для минеральных и/или органических почв, если используются методы уровней 2 и 3 в сочетании с разработкой конкретных по стране значений эталонных запасов углерода и коэффициентов изменений запасов (или коэффициентов выбросов в случае органических почв). Эффективная практика заключается в применении одной и той же классификации почв ко всем типам землепользования [3].

В 2013 г. МГЭИК выпустила комплект дополнительных руководящих указаний «2013 Supplement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Wetlands» (Дополнение 2013 г. к Руководящим принципам МГЭИК национальных кадастров парниковых газов, 2006: водно-болотные угодья), в котором содержатся методологические руководящие указания в отношении осушенных и обводненных земель с органическими почвами (торфяники), восстановленных водно-болотных угодий, прибрежных болот, заболоченных земель с минеральными почвами, а также искусственных водно-болотных угодий для очистки сточных вод [4].

В сравнении с Руководящими принципами МГЭИК 2006 года Дополнение 2013 г.: водно-болотные угодья определяет соответствующие подкатегории и коэффициенты выбросов для всех категорий землепользования

с органическими почвами и влажными и осушенными минеральными почвами. Дополнение по водно-болотным угодьям проводит различие между прибрежными землями и внутриматериковыми землями, поскольку соленость и динамика вод (например, приливы) могут в той же категории землепользования изменять коэффициенты выбросов по сравнению с внутриматериковыми землями.

Согласно Дополнению 2013 г. к Руководящим принципам МГЭИК методологии оценки выбросов ПГ с торфяников релевантные для условий Республики Беларусь содержатся в главе 2 «Внутриматериковые осушенные органические почвы», и в главе 3 «Обводненные органические почвы». Также, как и в руководящих принципах МГЭИК 2006, земли с торфяными почвами классифицируются на основе статуса землепользования и условий водно-минерального питания (низинные и верховые).

В главе 2 рассматриваются результаты осушения и управления осушенных органических почв на выбросы и абсорбцию CO<sub>2</sub> из органических почв в результате разложения органического вещества и потери растворенного органического углерода в дренажных водах. [4].

В главе 3 содержатся рекомендации по повторному заболачиванию органических почв с особым вниманием к почвенному пулу [4].

Разработка национальной классификации торфяников Беларуси для оценки баланса ПГ была проведена на основе классификации разработанной МГЭИК и классификации распределения согласно Схеме распределения площадей торфяников Беларуси по направлениям использования на период до 2030 г. Классификация торфяников Беларуси для оценки баланса ПГ включает два уровня разделения земель с торфяными почвами по типам водно-минерального питания верховые и низинные. Каждый из этих уровней включает в себя следующие типы землепользования:

1. Естественные насыщенные водой болота;

2. Естественные болота с нарушенным гидрологическим режимом;
3. Лесные земли на осушенных торфяниках;
4. Пахотные земли на осушенных торфяниках;
5. Луговые и пастбищные земли на осушенных торфяниках;
6. Разрабатываемые осушенные торфяники, на которых ведется добыча торфа;
7. Выбывшие из промышленной эксплуатации торфяники и их участки, подлежащие реабилитации;
8. Восстановленные болота.

К естественным насыщенным водой болотам относятся болота в естественном состоянии, у которых водный режим и растительный покров не нарушены. Поэтому на этих территориях продолжают процессы образования и накопления торфа, как и в течение многих предшествующих тысячелетий.

К естественным болотам с нарушенным гидрологическим режимом относятся болота в угнетённом состоянии, у которых нарушен водный режим, но в основном сохранилась болотная растительность.

К лесным землям на осушенных торфяниках относятся осушенные лесные болота. Несмотря на наличие осушительной сети эти территории сохраняют внешние признаки болот. Точных сведений о процессах торфообразования и аккумуляции торфа на таких болотах нет, но предполагается, что эти процессы сильно ослаблены.

К пахотным и луговым землям на осушенных торфяниках относятся мелиорированные для сельского хозяйства торфяные почвы с разной глубиной торфяного слоя. На этих территориях уровни грунтовых вод опущены на глубину 1–2 м и более, полностью уничтожена болотная растительность, и на её месте созданы культурные агроценозы. Процесс торфообразования прекращён, разрушение торфяного слоя идёт ускоренными темпами за счёт развития процессов минерализации ОВ до конечных продуктов – углекислого

газа, воды, аммиака, закиси азота и др. Пахотные земли на осушенных торфяниках включают в себя пахотные земли и земли под постоянными культурами. Пастбищные земли на осушенных торфяниках включают в себя залежные и луговые земли.

К выбывшим из промышленной эксплуатации торфяникам, подлежащим реабилитации, относятся торфяные месторождения или их участки после добычи торфа, которые были переданы сельскому или лесному хозяйствам, но по природно-генетическим особенностям не пригодны для эффективного использования и подлежат повторному заболачиванию. Такие территории находятся в осушенном состоянии и процессы минерализации торфа на них идут интенсивно с выделением ПГ в атмосферу.

К разрабатываемым осушенным торфяникам, на которых ведется добыча торфа, относятся разрабатываемые в настоящее время и планируемые к разработке на период до 2030 года торфяные месторождения и их участки.

К восстановленным болотам относятся восстановленные и восстанавливаемые болотные экосистемы на выработанных и других нарушенных торфяниках. На них восстановлены условия для возобновления биосферных функций, свойственных болотам в естественном состоянии

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Бамбалов, Н.Н., Ракович, В.А. Геоэкологическое обоснование восстановления природных и хозяйственных функций нарушенных болот. – 2007. – С. 28-38
2. Бамбалов, Н. Н. Роль болот в биосфере / Н. Н. Бамбалов, В. А. Ракович. – Минск: Бел. наука, 2005. – 285 с.
3. Руководящие принципы национальных инвентаризаций парниковых газов МГЭИК, 2006 г. Т. 4. Сельское хозяйство, лесное хозяйство и другие виды землепользования. Программа МГЭИК по национальным кадастрам парниковых газов. МГЭИК, 2006. // Целевая группа по национальным кадастрам парниковых газов МГЭИК. – Хаяма, 2006.
4. 2013 Supplement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Wetlands. – IPCC, Switzerland, 2014. – 354 p.

Конькова В. М., Наркевич И.П.

*МГЭИ им. А.Д. Сахарова Белорусского государственного университета,  
г.Минск, Республика Беларусь*

## **ОСНОВНЫЕ ФАКТОРЫ И СВОЙСТВА ТОРФЯНИКОВ, ВЛИЯЮЩИЕ НА БАЛАНС ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ**

Основным фактором, который регулирует баланс парниковых газов (ПГ) и соотношение поглощение-выделение углерода на торфяниках, является уровень грунтовых вод (УГВ). В естественных болотах уровень воды находится близко к поверхности торфяной залежи. В верхней части торфяной залежи, которая выше УГВ, кислород свободно проникает в поры торфяной залежи, что приводит к возникновению аэробных условий и последующей минерализации торфа. В торфяной залежи, которая находится ниже УГВ, наблюдается недостаток кислорода для развития аэробных микроорганизмов, что приводит к возникновению анаэробных условий. Таким образом, УГВ, являясь естественной границей проникновения кислорода, регулирует толщину верхней аэробной части торфяной залежи и, следовательно, объем торфа доступный для аэробной минерализации. Деструкция растительных остатков и торфа протекает гораздо быстрее в аэробных условиях, продуктом которой, является углекислый газ ( $\text{CO}_2$ ). Осушение болот, например, с целью их использования в сельском хозяйстве, приводит к снижению УГВ и резкому возрастанию образования и эмиссии  $\text{CO}_2$  за счет увеличения аэробной зоны торфяной залежи.

В анаэробных условиях деструкция торфа протекает медленнее, чем его рост за счет накопления растительных остатков, что обуславливает накопление углерода болотом. Разложение торфа в таких условиях осуществляется в основном метаногенными бактериями, которые образуют метан ( $\text{CH}_4$ ), как

побочный продукт их метаболизма. Наиболее продуктивно происходит образование метана в насыщенной водой корневой зоне болотной растительности, так называемой ризосфере. Здесь, в присутствии выделяемых корнями болотной растительности углеводов и недостатке кислорода создаются наиболее подходящие условия для жизнедеятельности метаногенных бактерий [1]. Образованный здесь метан, посредством диффузии проникает в торфяные поры и далее в атмосферу. Тем не менее, не весь  $\text{CH}_4$  достигает атмосферы. Одновременно с образованием  $\text{CH}_4$  происходит и его поглощение. При прохождении через аэробную зону метанотрофные микроорганизмы окисляют молекулы  $\text{CH}_4$  до  $\text{CO}_2$ . Эффективность окисления  $\text{CH}_4$  прямо пропорциональна толщине аэробной зоны. Считается, что при толщине верхней аэробной зоны в 10 см, выделение  $\text{CH}_4$  болотом прекращается [2]. Болотная растительность, помимо предоставления субстрата для образования метана, также может осуществлять его транспорт из корневой зоны в атмосферу через воздухоносную ткань – аэренхиму. В тоже время, благодаря аэренхиме происходит подача необходимого для метаболизма кислорода к корням и окружающему их торфу, что также позволяет метанотрофам окислять часть произведенного метана. На болотах, в которых уровень воды находится выше поверхности торфа, также наблюдается выделение  $\text{CH}_4$  в виде пузырей, образованных в слое воды. В отличие от диффузии метана и транспорта через растительность, это явление имеет весьма стохастическую природу, что затрудняет оценку его вклада в общую эмиссию  $\text{CH}_4$  болотом.

Образование закиси азота ( $\text{N}_2\text{O}$ ), который обладает потенциалом глобального потепления в 265 раз выше  $\text{CO}_2$ , связано с процессами нитрификации и денитрификации, протекающими в торфяных почвах. Эти процессы контролируются рядом факторов, включая насыщенность торфяных пор водой, температуру почвы и концентрацию минерального азота. При нитрификации аммиак окисляется до нитратов и  $\text{N}_2\text{O}$ , как устойчивого

побочного продукта. При денитрификации нитраты превращаются в  $N_2$ , где  $N_2O$  образуется как промежуточный продукт в ряде биохимических процессов. Большая часть образованного  $N_2O$  далее восстанавливается до  $N_2$ . Если нитрификация – это строго аэробный процесс, то денитрификация связана с анаэробными условиями. Недавние исследования показали, что процессы, связанные с эмиссией  $N_2O$ , являются гораздо более сложными. Количество микроорганизмов, способных образовывать  $N_2O$ , судя по всему гораздо больше, чем предполагалось ранее.  $N_2O$  также может синтезироваться в ходе, так называемой, аэробной денитрификации, совместной денитрификации, метанотроф-зависимой денитрификации, а также в ходе диссимилятивного восстановления нитрата до аммония. Кроме того,  $N_2O$  образуется во время химического процесса хемоденитрификации [3]. В целом, принято считать, что эмиссии  $N_2O$  на естественных обводненных болотах близка к нулю, в то время как осушенные торфяники могут выделять значительное количество  $N_2O$  в атмосферу. Формирование  $N_2O$  происходит только когда становится доступным неорганический азот, такой, как аммоний или нитрат, через минерализацию торфа, внесение удобрений или через депонирование азота. При дефиците N ненарушенные торфяники могут даже выступать в качестве стоков  $N_2O$ , поскольку очевидно, что микроорганизмы в состоянии использовать  $N_2O$ , как субстрат для образования  $N_2$  во время денитрификации [4].

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Drösler, Matthias, et al. "Observations and status of peatland greenhouse gas emissions in Europe." *The continental-scale greenhouse gas balance of Europe*. Springer New York, 2008. 243-261.
2. Nykanen, Hannu, et al. "Emissions of  $CH_4$ ,  $N_2O$  and  $CO_2$  from a virgin fen and a fen drained for grassland in Finland." *Journal of Biogeography* (1995): 351-357.
3. Baggs, E. M. "A review of stable isotope techniques for  $N_2O$  source partitioning in soils: recent progress, remaining challenges and future considerations." *Rapid Communications in Mass Spectrometry* 22.11 (2008): 1664-1672.

4. Roobroeck, Dries, et al. "Dinitrogen and nitrous oxide exchanges from an undrained monolith fen: short-term responses following nitrate addition." *European Journal of Soil Science* 61.5 (2010): 662-670.

Федосеева В. И.<sup>1,2</sup>, Бурнашева М. П.<sup>2</sup>, Аянитова Т. М.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*ФГАОУ ВО Северо-Восточный федеральный университет*

*им. М. К. Аммосова, г. Якутск, Российская Федерация*

<sup>2</sup>*ФГБУН Институт мерзлотоведения им. П. И. Мельникова СО РАН,*

*г. Якутск, Российская Федерация*

## **ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОВЕРХНОСТНОЙ ПЛЕНКИ ДИСПЕРСНОГО ЛЬДА, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ МИГРАЦИЮ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В МЕРЗЛЫХ ПРИРОДНЫХ СРЕДАХ**

Экологические проблемы затрагивает каждого жителя планеты, поскольку развитие и концентрация промышленности в населенных пунктах нередко сопровождаются выбросами загрязняющих веществ в атмосферу и сбросами сточных вод в природные водные объекты без надлежащей степени очистки того и другого. Многие загрязняющие вещества, попадая на поверхность ландшафта, распространяются далее по тонким пленкам воды, благодаря присутствию загрязнителей в растворенной форме, и создают геохимические ореолы рассеяния разной контрастности.

Значительная доля территории России представлена многолетнемерзлыми породами, основным компонентом которых является лед, часто мелкодисперсный. Характер их распространения и температура в них меняются в зависимости от региона. Однако, отрицательные температуры пород находятся в области значений, достаточно близких к температуре плавления льда. Известно, что все твердые тела вблизи температуры плавления имеют на поверхности кристаллов разупорядоченный слой. Лед не является исключением. Благодаря наличию такого слоя при естественных температурах,

лед долгое время (со времен Фарадея) удивлял ученых своими необычными физико-механическими и другими свойствами, пока с середины XX века не появилась возможность исследовать поверхность льда разными методами, в том числе и расчетными, и не обнаружилось, что разупорядоченный слой на поверхности льда действительно есть. В соответствии с характером его проявлений слой был назван жидкоподобным.

В связи с этим подвижность молекул воды в этом слое должна быть достаточно близка к подвижности их в объемной воде. Методом ядерного магнитного резонанса это было установлено количественно [1]. Коэффициент самодиффузии молекул воды в жидкоподобной пленке ( $\sim 10^{-6}$  см<sup>2</sup>/с) только на порядок меньше, чем в объемной воде ( $\sim 10^{-5}$  см<sup>2</sup>/с), но на шесть порядков выше, чем в твердой фазе воды ( $\sim 10^{-11}$  см<sup>2</sup>/с).

Эти данные позволяли высказать предположение о наличии растворяющих свойств у жидкоподобного слоя, что и было показано нами экспериментально на примере изучения взаимодействия дисперсного льда с водорастворимыми органическими веществами, растворенными в гидрофобном органическом растворителе, граничащем со льдом [2]. Степень сорбции веществ поверхностью льда коррелировала с величиной коэффициента их распределения между водой и гидрофобным растворителем. Тем самым было показано, что жидкоподобная пленка льда обладает растворяющими свойствами.

В естественных условиях лед контактирует с водой, содержащей различные вещества. При понижении температуры вода растворов образует лед при резком сокращении объема жидкости и, соответственно, возрастании концентрации растворенных веществ. Приведенные в справочниках фазовые диаграммы для систем «вода-растворенное вещество» показывают состав водного раствора в равновесии со льдом или твердой фазой вещества. Таким образом, при отрицательных температурах возможно сосуществование льда и

водного раствора, если в нем имеются растворимые вещества соответствующей концентрации.

На границе раствора и льда должна существовать переходная пленка, которая, обладая растворяющими свойствами, может служить средой миграции растворенных химических веществ в естественных условиях. Следует отметить, что подвижная жидкая фаза, содержащая растворенные вещества, существует и при температурах ниже эвтектической, когда в системе отсутствует объемная жидкая фаза. В течение длительного времени считалось, что при температуре так называемой «эвтектики» и ниже существует только смесь или твердый раствор нескольких веществ. Впервые предположение о наличии подвижной фазы при температурах ниже эвтектических было высказано одним из авторов [3]. В последующем это нашло подтверждение в специальных исследованиях [4]. Таким образом, переходный слой на поверхности льда при контакте его с водным раствором существует.

Свойства любой среды изучаются при воздействии каких-либо закономерно меняющихся факторов. Для водной среды важным фактором является кислотность, меняющаяся в природной обстановке в широких пределах и оцениваемая значением водородного показателя среды (рН). При значениях рН ниже 7,0 водная среда содержит избыточные ионы водорода ( $H^+$ ), выше 7,0 – ионы гидроксила ( $OH^-$ ).

Для изучения свойств переходного слоя (жидкоподобной пленки) в подземной лаборатории Института мерзлотоведения были выполнены сорбционные эксперименты с дисперсным льдом и водным раствором, содержащим фоновый электролит (хлорид калия KCl), поддерживающий фазовое равновесие между льдом и раствором, и молибдат аммония  $(NH_4)_2MoO_4$  (~  $10^{-4}$  моль/л), анионы которого при малых концентрациях не изменяют свой состав в широком интервале значений рН. Молибдат-анионы рассматривались как индикаторные по отношению к изменениям,

происходящим с переходным слоем. При исследовании задавались разные значения pH среды. Содержание индикаторных ионов в системе до и после сорбционного взаимодействия контролировалось фотометрическим методом. В качестве дисперсного льда использовался снег, образцы которого отбирались в конце длительного снегопада за городом с подветренной стороны.

В результате экспериментов [5] наличие переходного слоя на границе водного раствора со льдом подтвердилось. В области pH выше 7,0 поглощение молибдат-анионов возрастало (рисунок 1) вследствие увеличения толщины пленки в присутствии гидроксид-анионов ( $\text{OH}^-$ ), которые способны к изменению структуры воды и нарушению равновесия «твердая фаза - жидкоподобная пленка».

В развитие исследований влияния компонентов раствора на свойства жидкоподобной пленки и, соответственно, на проявление ею растворяющих свойств, были проведены сорбционные эксперименты с добавлением хлорида магния  $\text{MgCl}_2$ . Ионы магния также способны к структурированию воды. В их присутствии сорбция молибдат-анионов льдом так же, как и в предыдущем случае, возрастала с ростом концентрации ионов магния (рисунок 2а) [6].

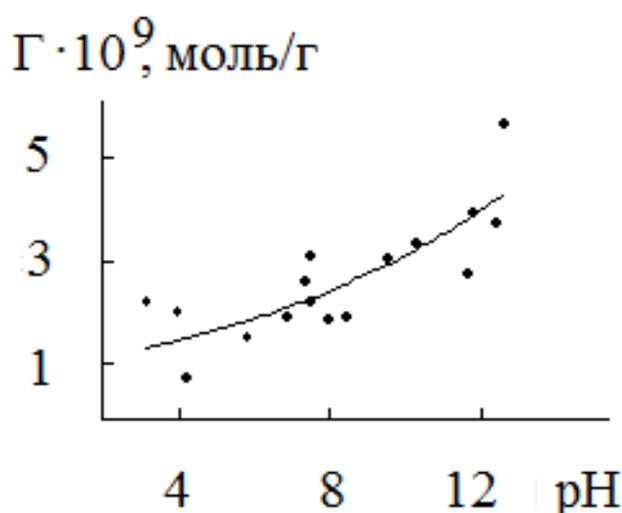


Рисунок 1 - Зависимость сорбции молибдатанионов на поверхности дисперсного льда от величины pH. Температура  $-5,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Фоновый электролит KCl. Концентрация  $\text{MoO}_4^{2-}$   $4 \cdot 10^{-5}$  моль/л.

На структуру воды могут оказывать влияние недиссоциирующие молекулы этанола  $C_2H_5OH$ , так как образуют с ее молекулами сильные водородные связи из-за присутствия в составе молекулы гидроксильной группы ( $-OH$ ). Однако, сорбция молибдат-анионов в их присутствии уменьшалась с ростом концентрации этанола (рисунок 2б). Этот результат может быть свидетельством того факта, что помимо растворения этанола в жидкоподобной пленке его молекулы с ростом концентрации вещества могут адсорбироваться полярными гидроксильными группами на поверхности частиц льда, обращая в сторону водного раствора, содержащего фоновый электролит, гидрофобную группу  $C_2H_5-$  и препятствуя тем самым активной сорбции молибдат-анионов, то есть их вхождению в жидкоподобную пленку.

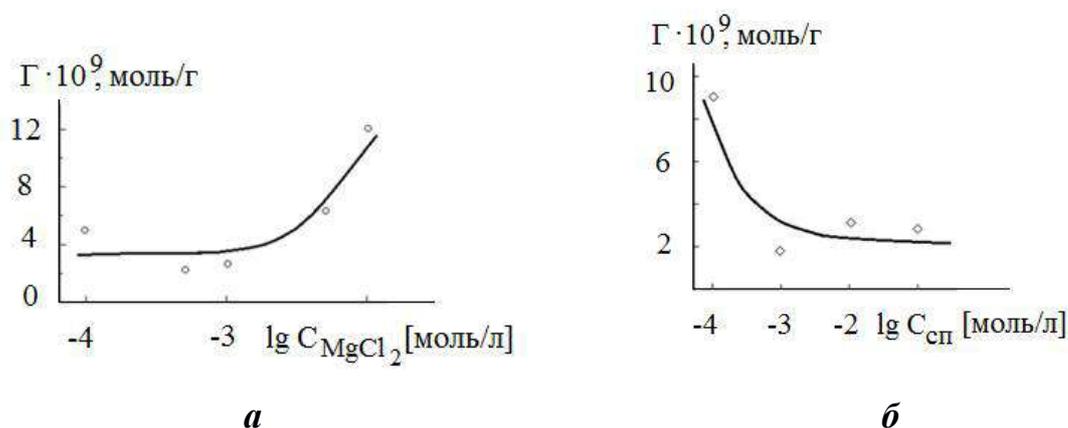


Рисунок 2 - Зависимость сорбции молибдат-анионов на поверхности дисперсного льда от исходной концентрации добавленного в раствор  $MgCl_2$  (а) и этанола (б). Температура  $-5,1$  °С. Фоновый электролит  $KCl$ .

Концентрация  $MoO_4^{2-}$   $4 \cdot 10^{-5}$  моль/л.

Экспериментальным подтверждением разного характера влияния добавленных в систему ионов магния или молекул этанола является то, что в присутствии хлорида магния частицы дисперсного льда в сорбционной системе были разобщены, в присутствии этанола они агрегировались.

Таким образом, миграция растворимых компонентов по жидкоподобной

пленке льда возможна. Характер ее зависит от свойств и концентрации сопутствующих компонентов. В чистом виде такой вид миграции веществ при благоприятном температурном режиме может осуществляться в снежном покрове при поступлении веществ из атмосферы или подстилающего субстрата. Вследствие этого мониторинг длительно залегающего снежного покрова можно применять для оценки интенсивности загрязнения территории, а также объема загрязняющих веществ, поступающих в поверхностные водоемы с талыми водами.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Ушакова Л. А. ЯМР дисперсного льда. Автореф. дисс. ... канд. физ.-мат. наук. - М.: МГУ, 1975. - 24 с.
2. Федосеева В. И. Физико-химические закономерности миграции химических элементов в мёрзлых грунтах и снеге. Якутск: ИМЗ СО РАН, 2003. -138 с.
3. Федосеев Н. Ф. Некоторые физико-химические особенности поверхностного слоя льда. / Проблемы геоэкологии. Якутск: ИМЗ СО РАН. 1998. С. 102-104.
4. Tasaki Y., Harada M., Okada T. Eutectic Transition of Local Structure for Bromide Ion in Bulk and on Surface of Doped Ice // J. Phys. Chem. C. 2010. V. 114. № 29. P. 12573-12579
5. Федосеева В. И., Федосеев Н. Ф. Сорбция молибдат-анионов квазижидкой пленкой на поверхности дисперсного льда // Коллоид. журн. 2010. Т. 72. № 4. С. 574-576.
6. Федосеева В. И., Федосеев Н. Ф., Бурнашова М. П. Влияние структурирующих воду ионов магния на состояние жидкоподобной пленки льда // Коллоид. журн. 2015. Т. 77. № 6. С. 812-814.

Алибаев А. Ф.

*Башкирский государственный университет, г. Уфа, Российская Федерация*

#### **ВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ ЛИШАЙНИКОВ ГОРЫ МАЛЫЙ ЯМАНТАУ (ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЗАПОВЕДНИК)**

Лишениобиота Республики Башкортостан представлена 370 видами лишайников, относящихся к 90 родам, 35 семействам, 8 порядкам и 3 классам.

Это результаты работ по многочисленному исследованию лишайнобиоты Республики Башкортостан проведены ведущими лишайнологами, такими как С. Е. Журавлева, П. С. Широких, Г. П. Урбанавичус, И. Н. Урбанавичене, И. В. Фролов и др. (Михайлова, Саитова, Фархутдинов, 2013).

Исследование видового разнообразия флоры лишайников в Южно – Уральском Государственном природном заповеднике проводили в 2015-2016 полевые сезоны. В ходе инвентаризации были обследованы основные лесные сообщества и каменные россыпи на территории Ямаштинского лесничества в ФБУ ЮУГПЗ (гора Малый Ямантау). Сборы проводились в смешанных, темнохвойных, лиственных лесах, в горных тундрах, на каменных россыпях, скальных выходах горных пород. Для определения приуроченности выделяли следующие древесные породы: сосна, пихта, ель, береза, липа, осина.

В сумме нами было выявлено 117 видов лишайников, что составляет 31,6% от всех известной лишайнофлоры Республики Башкортостан.

Исследования показали, что среди эпифитов доминирующим на всех лесообразующих породах является вид *Hypogymnia physodes*, также многочисленны виды из родов *Parmelia*, *Usnea*, *Physcia*, *Phaeophyscia*. У эпилитов доминируют виды из родов *Umbilicaria*, *Lasallia*, *Rhizocarpon*, а у эпигейных – *Cladonia*, *Peltigera*.

Большинство видов приурочено к различным древесным породам (рис.). При этом 33,3 % видов приурочено к пихте, 31,6 % к лиственнице. На почвенном покрове отмечено присутствие 12 % видов, а к каменистым субстратам 21,4 %.

Ко всем древесным породам приурочен *Cetraria pinastri* (Scop) S. Grai. 74 вида лишайников приурочено к единственной древесной породе или субстрату.

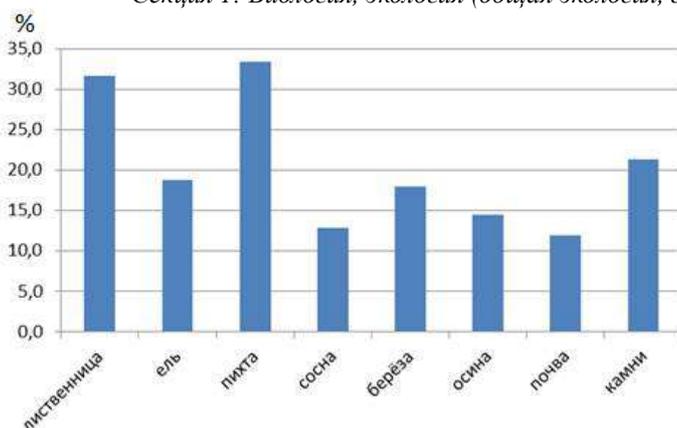


Рисунок - Доля видового разнообразия лишайников по приуроченности к различным типам субстратов

Таким образом, флора лишайников горы Малый Ямантау достаточно разнообразна по видовому составу. Изменение состава и угрозы для лишенобиоты на территории Южно-Уральского заповедника несут различные типы пожаров, а также глобальное изменение климата.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Михайлова В. А., Сайтова З. Р., Фархутдинов Р. Г. Особенности видового состава лишенобиоты Башкортостана // Вестник Башкирского университета – 2013. - № 2 – С. 392

Балакирева С.В., Минигалиева Д.О., Маллябаева М.И.

*ФГБОУ ВО Уфимский государственный нефтяной технический университет, г. Уфа, Российская Федерация*

### **ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ВВЕДЕНИЯ КАТЕГОРИРОВАНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ ПО НЕГАТИВНОМУ ВОЗДЕЙСТВИЮ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ**

Преобразование (реформирование) экономики страны, а, следовательно, промышленности в пользу экологизации определяется развитием законодательной базы, техническим состоянием производства и его безопасностью, направлено на достижение передового мирового уровня.

Правовая сфера в области охраны окружающей среды (ООС) сегодня претерпевает существенные изменения. Федеральным законом (ФЗ) № 219 от 21.07.2014 [1 - 2] вносятся кардинальные изменения, установлены векторы стратегического развития, связанные с реализацией государственной природоохранной политики, ее совершенствованием и гармонизацией с международными требованиями на основе:

- первое, реформирования механизмов госуправления в ООС, направленное на достижение и реализацию принципа «устойчивое развитие», начато в 2008 году (рисунок 1);

- второе, установления новых законодательных требований (жестких и стимулирующих), в том числе определение мер государственной поддержки природоохранных инициатив предприятий.

Перемены также затрагивают сферу регулирования рыночных инструментов ООС, совершенствование их экологической эффективности [3 - 6], рассматривают производства в зависимости от вида негативного воздействия на окружающую среду (НВОС) с соответствующими дифференцированными мерами государственных требований.



Рисунок 1 – Реализация Концепции устойчивого развития в области ООС

Изменения вступают в действие поэтапно, начиная с 01.01.2015 г., затем в 2016, 2018, 2019, 2020 годы. На сегодняшний день эти дополнения закреплены ФЗ № 7 и приняты ряд подзаконных документов, для выполнения положений ФЗ № 219 (таблица 1). Начальный этап требует определения категории предприятия.

Таблица 1

Изменения правового пространства предприятия по некоторым показателям

№	Обоснование, правовые нормативы
	Категории НВОС
1 качество ОС на основе целевых и удельных показателей	Регулирование качества окружающей среды определяется Подпрограммой № 1 Программы РФ «Охрана окружающей среды на 2012-2020 годы» (утверждена Постановлением Правительства РФ от 15.04.2014 г.), устанавливаются целевые индикаторы и показатели на основе удельных значений (показатели экономики природопользования) в сравнении с 2007 г., позволяющие регулировать снижение антропогенного воздействия на ОС при росте экологичности экономики.
2 ранжирование хозяйственных объектов по степени воздействия на ОС, закрепление соответствующих правовых требований	Для хозяйствующих субъектов устанавливается четыре категории НВОС: I – значительное воздействие – обязательное использование НДТ, II – умеренное, III – незначительное, IV – минимальное (изменения от 21.07.2014 в Федеральный закон № 7 «Об охране окружающей среды» вводят статью 4.2 «Категории объектов, оказывающих НВОС»). Регламентируются требования для каждой категории НВОС, они вводятся поэтапно (2015-2020 годы). Критерии отнесения производства к соответствующей категории НВОС устанавливается Постановлением Правительства РФ от 28.09.2015 № 1029 (рисунок 2). Хозяйствующие субъекты обязаны встать на госучет объектов НВОС, ведется их государственный реестр (Постановление Правительства от 23.06.2016 № 572). Объекты I и II категории НВОС подлежат государственному экологическому надзору (ФЗ от 26.12.2008 N 294 (ред. от 01.05.2016) «О защите прав

	юридических лиц и индивидуальных предпринимателей при осуществлении государственного контроля (надзора) и муниципального контроля»). Допускается изменение категории НВОС при актуализации учетных сведений по производству.
3 постановка объекта НВОС на госучет	Утверждена форма заявки для постановки объекта, оказывающего НВОС, на госучет (приказ Минприроды России от 23.12.2015 № 554), даются соответствующие разъяснения в письмах Росприроднадзора (от 15.01.2016 № 16-25/222; от 28.04.2016 № АС-03-04-36/7884).
4 обязательное и добровольное применение НДТ	Объекты, отнесенные к I категории НВОС обязаны применять наилучшие доступные технологии (НДТ) (статья 28.1 ФЗ № 7). Объекты, отнесенные ко II категории НВОС могут добровольно применять НДТ.
<b>Экономическое регулирование в области ООС</b>	
1 требования основополагающего закона	в ФЗ № 7 в главе 4 регулируются ряд положений: - плата за НВОС, ее контроль и стимулирование, - господдержка деятельности производства в целях ООС, - осуществление экологического страхования, - деятельность по озоноразрушающим веществам и продукции их содержащей.

Все объекты хозяйствования страны подразделяются по показателю «НВОС» на четыре категории (таблица 1), критерии отнесения приведены на рисунке 2, к каждой из которой определен свой пакет законодательных требований.



Рисунок 2 - Критерии отнесения производства к категории НВОС

При этом объекты нефтяной отрасли отнесены к I и II категориям НВОС (рисунок 3). Для экономических объектов, не отнесенных к объектам НВОС, действующим законодательством постановка на государственный учет не предусмотрена.

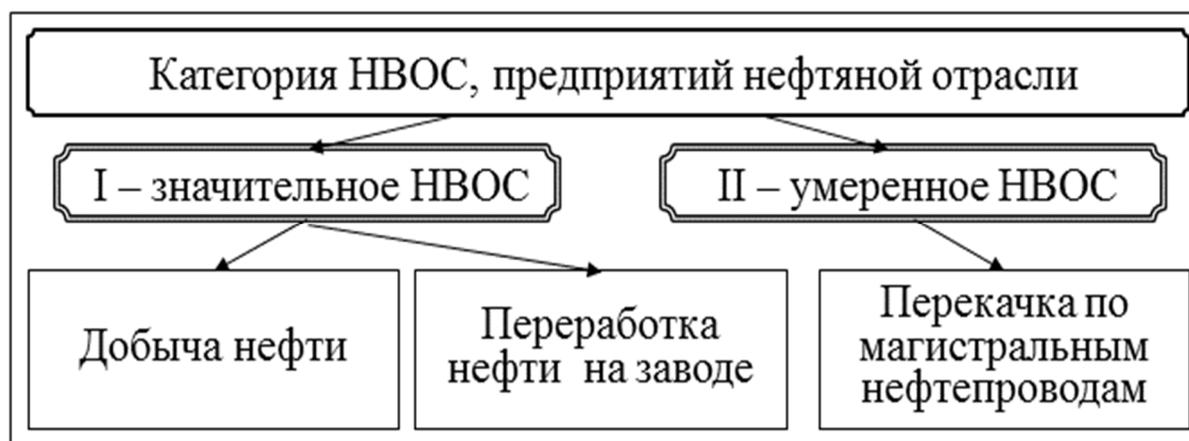


Рисунок 3 - Категории НВОС нефтяного предприятия

Для включения объектов в госреестр (постановка на учет по НВОС) необходимо заполнить заявку, разработанную МПР РФ (приказ № 554 от 23.12.2015), оформленную согласно требований п.17 Постановления Правительства РФ (№ 572 от 23.06.2016) и представить ее в Росприроднадзор (федеральный или региональный) на рассмотрение. Уровень постановки регламентируется Постановлением Правительства РФ (№ 903 от 28.08.2015) – рисунок 4.

Сроки рассмотрения заявки составляют 10 дней, отсчет ведется от дня ее получения, выносится решение о выдаче заявителю свидетельства либо отказ в постановке, при последнем решении промышленный объект подает новую заявку, включая недостающие или исправляя искаженные сведения. Форма заявки содержит четыре раздела (таблица 2).



Рисунок 4 – Государственный реестр

Таблица 2

Структура заявки

ФОРМА ЗАЯВКИ	
РАЗДЕЛ I «Сведения об объекте»	РАЗДЕЛ II «Сведения о воздействии объекта на ОС»
1. Общие сведения об объекте; 2. Декларируемая категория объекта и обоснование ее присвоения; 3. Сведения о применяемых технологиях и их соответствие НДТ для объектов I категории НВОС; 4. Уровень государственного экологического надзора.	1. Сведения о стационарных источниках выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух; 2. Сведения о количестве и составе выбросов; 3. Сведения о выпусках и сбросах сточных вод; 4. Сведения о размещении отходов производства и потребления.
РАЗДЕЛ III «Сведения о разрешительных документах (прохождении необходимых процедур) в области ООС»	РАЗДЕЛ IV «Сведения о принимаемых на объекте мерах по обеспечению ООС»
1. Наличие заключения государственной экологической экспертизы; 2. Сведения о разрешениях о воздействии на ОС.	1. Наличие на объекте программы производственного экологического контроля (ПЭК); 2. Сведения о мероприятиях по снижению НВОС; 3. Сведения о технических средствах по обезвреживанию выбросов/ сбросов загрязняющих веществ и безопасному размещению отходов I – V класса опасности.

Учитывая трудности реализации постановки на учет, Росприроднадзор не будет применять санкции (штрафы) в отношении объектов, которые не успели оформить постановку на учет в отведенное время, им будет выдано предупреждение.

Заявка охватывает всю экологическую деятельность предприятия, выявляет степень его опасности [4-5, 7-9].

Сведения о выбросах и сбросах вносятся по данным проекта нормативов тома ПДВ загрязняющих атмосферу веществ и проекта тома НДС загрязняющих водные объекты веществ и микроорганизмов соответственно.

Сведения по объектам размещения отходов производства и потребления заполняются собственником объекта. Образование и накопление отходов не служат критериями отнесения к объекту НВОС.

В разделе III «Сведения о разрешительных документах» указываются имеющиеся заключения по государственной экологической экспертизе, разрешения на выбросы/сбросы загрязняющих веществ, утвержденные лимиты на размещение отходов на собственном объекте их размещения

Обоснование присвоения категории осуществляется по утвержденным критериям. Некоторые критерии для производств I и II категории НВОС отличаются только проектной мощностью (производительностью), поэтому предприятиям, отвечающим данным критериям (таблица 3), в заявке следует указать истинное количество производимой продукции в единице измерения, предусмотренной в критерии.

Очень важно при заполнении I раздела заявки правильно указать местонахождение объекта, потому что последовательность расстановки угловых точек объекта может привести к отказу в постановке на учет.

## Примеры отличия критериев

КРИТЕРИЙ	КАТЕГОРИЯ НВОС	
	I	II
✓ осуществление деятельности	проектная производительность	
по производству бумаги и картона, т/сут.	$\geq 20$	$< 20$
по производству цементного клинкера, т/сут.	$\geq 500$	$< 500$
по захоронению отходов IV и V классов опасности, включая твердые коммунальные отходы, т/год	$\geq 20\ 000$	$< 20\ 000$

Заявки может быть заполнена двумя способами: в личном кабинете природопользователя (сеть Интернета, эл. адрес <https://lk.fsrpn.ru>); в программном обеспечении «Модуль природопользователя».

В случае наличия электронной подписи предприятие может предоставить заявку в формате xml, при ее отсутствии – на бумагоносителе и в электронном виде.

К заявке прилагается сопроводительное письмо, в котором указан номер заявки, предварительно полученный при подаче заявки в электронном виде.

При положительном рассмотрении заявки объект включают в госреестр, выдается свидетельство с указанием 13-значного код объекта (рисунок 5) и категории НВОС.



Рисунок 5 – Код объекта

Пример. Рассмотрим присвоения кода объекту НВОС по Республике Башкортостан (РБ):

Код ОКТМО РБ – 80000000000;

Код территориального Росприроднадзора или органа исполнительной власти субъекта РФ, в зависимости от уровня государственного реестра:

– 102 (для объектов федерального значения по РБ);

– 202 (для объектов регионального значения по РБ).

Порядковый номер в государственном реестре: от 1 до 999999;

Тип объекта: П - площадной;

Л -линейный;

Т - точечный.

Таким образом, код площадного объекта НВОС федерального значения, находящегося в РБ примет вид: 80-0102-000001-П.

Статистика регистрации объектов НВОС на текущий момент показывает, что на территории РФ было выдано более 170 тыс. свидетельств о постановке на государственный учет. Данные по РБ приведены в таблице 4.

Таблица 4

Реестр объектов НВОС

Тип реестра	Федеральный реестр		Региональный реестр	
по РФ	70 805		100 163	
по РБ	1 142		4 046	
Категория объекта	I	II	III	IV
по РФ	5 579	26 687	103 401	35 301
по РБ	132	618	2 690	1 748

Таким образом, постановка на учет объектов НВОС является началом совершенствования экологического законодательства, определяет аспекты регулирования экологической безопасности. На основе реестра выявлены объекты [9-10], оказывающие значительное НВОС (I категория), которые с 2018 года должны перейти на НДТ (таблица 5), что позволит сократить вредное воздействие на ОС.

## Информационно-технические справочники по НДТ применительно к нефтяной отрасли

Область применения	Наименование информационно-технического справочника по НДТ	Год разработки
Отходы производства и потребления	ИТС 9-2015 «Обезвреживание отходов термическим способом (сжигание отходов)»	2015
	ИТС 15-2016 «Утилизация и обезвреживание отходов (кроме обезвреживания термическим способом (сжигание отходов)»	2016
	ИТС 17-2016 «Размещение отходов производства и потребления»	
Сточные воды	ИТС 8-2015 «Очистка сточных вод при производстве продукции (товаров), выполнении работ и оказании услуг на крупных предприятиях»	2015
Выбросы вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух	ИТС 22-2016 «Очистка выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух при производстве продукции (товаров), а также при проведении работ и оказании услуг на крупных предприятиях»	2016
Нефтегазовая отрасль	ИТС «Добыча нефти и природного газа»	Конец 2017
	ИТС «Производство кокса и нефтепродуктов, переработка природного газ»	
	ИТС «Производство полимеров»	
Производственный экологический контроль	ИТС 22.1-2016 «Общие принципы производственного экологического контроля и его метрологического обеспечения»	2016

Присвоение предприятию (организации) IV категории НВОС освобождает его от внесения платы за НВОС и разработки программы производственного экологического контроля, томов ПДВ, НДС и ПНООЛР. В связи с этим, организации стремятся соответствовать критериям, декларируемых данной категорией.

Предприятия нефтедобычи и нефтепереработки относятся к объектам I категории, к ним предъявляются комплекс правовых требований и максимальные меры государственного регулирования в сфере ООС [2, 10-11]:

- проектная документация подлежит обязательному рассмотрению в государственной экологической экспертизе;

- функционирование регламентирует нормирование воздействия на ОС на принципе применения НДТ;

- требуется разработка нового во всех отношениях документа - комплексного экологического разрешения (КЭР), его действие ограничено 7 годами и законодательно не предусмотрена пролонгация, то есть внедрение НДТ на предприятиях I категории определяется временными рамками, установленными с даты начала согласования КЭР;

- выявление, расчет и установка закрытого регулируемого списка (перечня) по веществам, загрязняющим атмосферный воздух (выбросы) и водные объекты (сбросы);

- ведение первичного учета и ПЭК;

- установка программ непрерывного мониторинга на источниках, создающих НВОС;

- ведение количественной отчетности по воздействиям;

- разработка (не подлежат пролонгации) программ улучшения экологической эффективности (на базе внедрения НДТ), планирование мероприятий в области ООС и отчетность по их реализации;

- обязательность контрольно-надзорной деятельности, государственный экологический надзор определяется федеральным уровнем.

В ближайшее время будет определен список 300 пилотных предприятий (наиболее значимые загрязнители), обязанных перейти на новые требования (порядок) экологического нормирования. С 01.01.19 года они начнут получать КЭР.

Экологические аспекты ранжирования экономических объектов РФ по категориям негативного воздействия на окружающую среду с выполнением установленного пакета обязательных нормативно-правовых экологических требований создает основу для экономического перевооружения экологически опасных объектов, совершенствования процессов регулирования экологической

безопасности, достижения рационального природопользования, устанавливаемого странами с развитой экономикой.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Балакирева, С.В. Совершенствование рыночных инструментов охраны окружающей среды □Текст□ / С.В. Балакирева, М.И. Маллябаева, М.Р. Казыханова// Нефтегазопереработка-2015 : матер. Международ. науч.-практ. конф, / ГУП ИНХП РБ. – Уфа, 2015, - С.5 - 7.
2. Балакирева, С.В. Повышение экологической безопасности нефтеперерабатывающего предприятия на основе применения наилучших доступных технологий □Текст□ / С.В. Балакирева, М.И. Маллябаева, Ковбота А.А. // Нефтегазопереработка-2015 : матер. Международ. науч.-практ. конф, / ГУП ИНХП РБ. – Уфа, 2015, - С 190-191.
3. Латыпова, А.Р. Совершенствование законодательной базы в области охраны окружающей среды □Текст□ / А.Р. Латыпова, Ю.П. Ракитина, М.И. Маллябаева, С.В. Балакирева // Защита окружающей среды от экотоксикантов : матер. Международ. науч.-технич. конф., Уфа 14-15 апреля 2014 г. / РИЦ УГНТУ. – Уфа, 2014. - С. 256 - 261.
4. Балакирева, С.В., Комплексное совершенствование мер по ликвидации прошлого ущерба, связанного с накоплением промышленных отходов □Текст□ / С.В. Балакирева, М.И. Маллябаева, Д.В. Маллябаев // Наука, образование, производство в решении экологических проблем (Экология-2013): Сб. науч. статей X-й Междунар. научн.-техн. конф./ Изд-во УГАТУ. –Уфа, 2013. - С. 267-272.
5. Рамазанова, Л. А., Воздействие нефтебазы на окружающую среду □Текст□ / Л. А. Рамазанова, С.В. Балакирева, М.И. Маллябаева // Актуальные проблемы науки и техники: Сб. научн. трудов VI Междунар. научн.-практич. конф. молодых ученых Т.П / Изд-во УГНТУ. - Уфа, 2013. - Т.П. - С. 25-26.
6. Балакирева, С.В. Совершенствование управления твердыми бытовыми отходами □Текст□ / С.В. Балакирева, М.И. Маллябаева // Малоотходные, ресурсосберегающие химические технологии и экологическая безопасность : Сб. матер. Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участ. / Филиал ФГБОУ ВПО УГНТУ. - г. Стерлитамак, 2013. - С. 246-247.
7. Мухаматдинова, А.Р. Оценка влияния предприятий нефтехимического комплекса на объекты окружающей среды/ А.Р. Мухаматдинова, А.М. Сафаров, А.Т. Магасумова, Р.М. Хатмуллина// Георесурсы. - 2012.- № 8 (50).- С. 46-50.
8. Чуракова, С.К. Способы снижения энергозатрат на стадии частичного отбензинивания нефти/ С.К. Чуракова, И.Д. Нестеров, К.Ф. Богатых// Химия и технология топлив и масел.- 2013.- №1 (575).- С. 6-9.
9. Чуракова, С.К. Варианты интенсификации работ действующего массообменного оборудования в процессах нефтепереработки и нефтехимии/ С.К. Чуракова//Нефтепереработка и нефтехимия. Научно-технические достижения и передовой опыт.- 2013.- № 5.- С. 48-53.
10. Балакирева, С.В. Совершенствование экологической политики нефтяной отрасли на основе использования наилучших существующих технологий □Текст□ / С.В. Балакирева,

М.И. Маллябаева // Инновационные технологии в области химии и биотехнологии : матер. Всерос. науч.-техн. конф. / Изд-во УГНТУ. – Уфа, 2012. - С. 283 - 284.

11. Балакирева, С.В. Повышение экологической безопасности нефтеперерабатывающего предприятия на основе применения наилучших доступных технологий □Текст□ / С.В. Балакирева, М.И. Маллябаева, Ковбота А.А. // Нефтегазопереработка-2015 : матер. Международ. науч.-практ. конф. / ГУП ИНХП РБ. – Уфа, 2015, - С 190-191.

Валиуллина Д.Х., Кусова И.В.

*ФГБОУ ВО Уфимский государственный авиационный технический университет, г.Уфа, Российская Федерация*

## **ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ МОЛОЧНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ**

Молочная промышленность является одной из важнейших отраслей агропромышленного комплекса по обеспечению населения продовольствием. Многообразие перерабатываемого сырья и изготавливаемой продукции обуславливает воздействие молочных предприятий на окружающую среду. Вместе с тем, молочная промышленность не относится к основным загрязнителям окружающей среды, однако на территории этих предприятий находятся основные и вспомогательные производства, выбрасывающие пыль, оксиды азота, оксиды углерода, ухудшающие состояние воздуха. Загрязняющие вещества вместе с выбросами, сбросами и отходами негативно сказываются на экосистемах, нарушая естественный круговорот элементов [1]. В связи с этим оценка деятельности молочного предприятия с точки зрения его негативного воздействия на окружающую среду является актуальной.

Для оценки воздействия молочной промышленности на окружающую среду рассмотрим деятельность молочного предприятия.

Основная производственная деятельность молочного предприятия принадлежит таким частям как: производственный корпус (сырцех, молочный цех, мочный и упаковочный отдел), корпус с аммиачными холодильными

установками (АХУ). Второстепенную роль выполняют: ремонтный отдел, гараж, а также административный корпус (рисунок 1).



Рисунок 1– Структурные подразделения молочного предприятия

Главное направление деятельности данного молочного предприятия – это производство пастеризованного молока и копченого сыра. На примере технологий производства пастеризованного молока и копченого сыра проведем анализ загрязнения окружающей среды.

На рисунке 2 представлена блок-схема технологии производства пастеризованного молока и образующиеся загрязняющие вещества.

Источниками загрязняющих веществ при производстве пастеризованного молока являются упаковочные машины, моечные ванны и компрессоры аммиачных холодильных установок.

При упаковке готовой продукции в полиэтиленовую пленку применяются термоупаковочные машины типа Алур-1500, ЗОНД-ПАК, в которых производится сварка пленки. При точечной или линейной сварке полиэтиленовой упаковки происходит расплавление пленки и ее затвердевание

с выделением оксида углерода, уксусной кислоты, формальдегида, ацетальдегида, этилена.



Рисунок 2– Блок-схема технологии производства пастеризованного молока и образующиеся загрязняющие вещества

В процессе мойки емкостей и технологического оборудования используются следующие дезинфицирующие вещества: гидроксид натрия, сульфаминовая кислота, карбонат натрия. Процесс образования этих загрязняющих веществ происходит непосредственно в ходе приготовления раствора.

На рисунке 3 представлена блок-схема технологии производства копченого сыра и образующиеся загрязняющие вещества.

При производстве копченого сыра источниками загрязняющих веществ являются коптильные шкафы и компрессоры аммиачных холодильных установок.

Основным этапом технологии производства копченого сыра является дымовая обработка сырных полуфабрикатов в коптильном шкафу. В топочной камере коптильного шкафа происходит сжигание древесных опилок, в результате чего образуется необходимый дым для копчения сыра и такие

вредные вещества как: бензапирен, диоксид и оксид азота, оксид углерода, сажа.

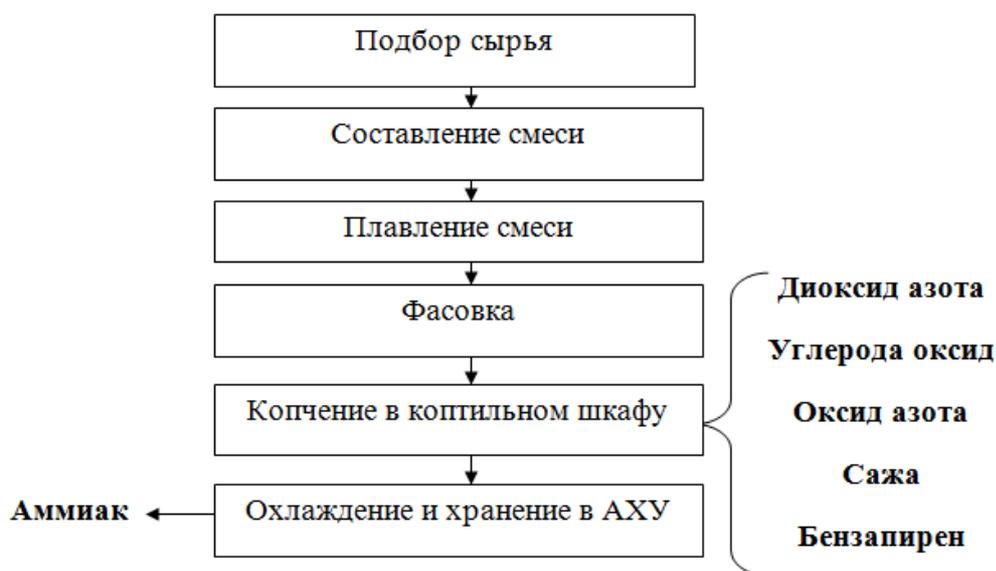


Рисунок 3 –Блок-схема технологии производства копченого сыра и образующиеся загрязняющие вещества

Основным этапом технологии производства копченого сыра является дымовая обработка сырных полуфабрикатов в коптильном шкафу. В топочной камере коптильного шкафа происходит сжигание древесных опилок, в результате чего образуется необходимый дым для копчения сыра и такие вредные вещества как: бензапирен, диоксид и оксид азота, оксид углерода, сажа.

Готовая продукция молочного предприятия охлаждается и хранится на аммиачных холодильных установках. От работы компрессоров АХУ возможно выделение аммиака.

Произведен расчет выбросов загрязняющих веществ, образующихся при производстве пастеризованного молока и копченого сыра [2,3,4]. Установлено, что наибольший валовой выброс соответствует аммиаку (компрессорная АХУ), оксиду углерода (коптильный шкаф) и этилену (упаковочные машины) (рисунок 4).

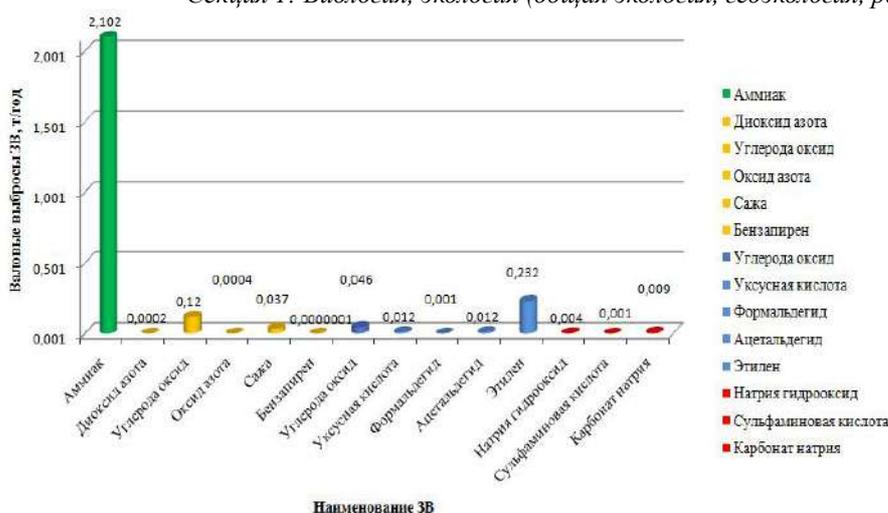


Рисунок 4– Валовые выбросы загрязняющих веществ молочногопредприятия

Проведен расчет платы за загрязнение атмосферы [5] при функционировании молочного предприятия (рисунок 5).

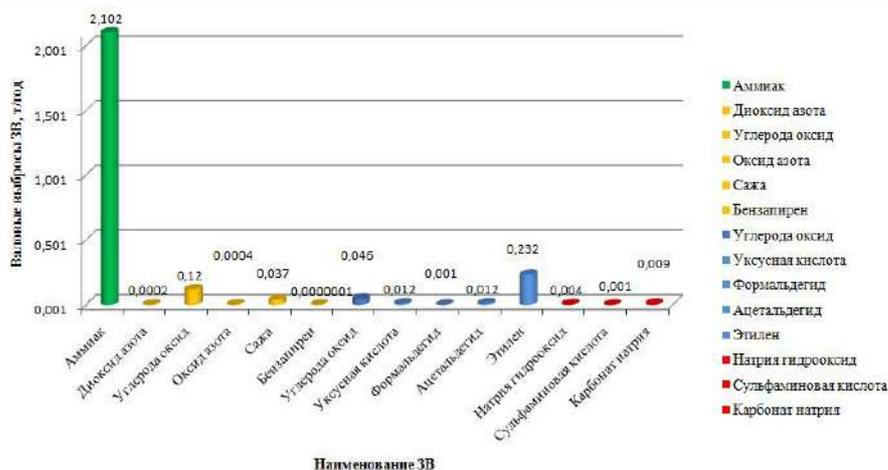


Рисунок 5 – Вклад загрязняющих веществ в размер платы за загрязнение атмосферы при функционировании молочного предприятия

Наибольший вклад в размер платы за загрязнение атмосферы вносят такие вещества как аммиак, этилен, сажа.

Таким образом, проведен анализ деятельности молочного предприятия как источника загрязнения окружающей среды. Установлены основные источники загрязнения, такие как упаковочные машины, моечные ванны, коптильный шкаф, компрессорная АХУ. Выявлены приоритетные загрязняющие

вещества, образующиеся в результате деятельности исследуемого объекта, к ним относятся: аммиак, оксид углерода, этилен, бензапирен. Проведенные расчеты показали, что наибольший валовой выброс загрязняющих веществ приходится на аммиак, оксид углерода и этилен. Определена плата за загрязнение атмосферы, показано, что основной вклад в размер платы вносят аммиак, этилен и сажа.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Мусина С.А. Определение ущерба окружающей среде при функционировании молочного предприятия [текст]/ Д.Х. Валиуллина, Т.Р.Юсупов, Г.А.Кадырова // Международная молодежная научная конференция «Молодежь и XXI век - 2017». – 2017.
2. «Методические указания по рас чету количественных характеристик выбросов в атмосферу загрязняющих веществ от основного технологического оборудования рыбоперерабатывающих предприятий», - М.: 1989. гл. 7.
3. «Методика определения выбросов загрязняющих веществ в атмосферу при сжигании топлива в котлах производительностью менее 30 тонн пара в час или менее 20 Гкал в час». – М.; 1999
4. «Методика расчета загрязняющих веществ атмосферы от предприятий по производству и переработке полимерныхматериалов». – Екб.; 2013
5. «О ставках платы за негативное воздействие на окружающую среду и дополнительных коэффициентах» [текст]: Постановление Правительства РФ от 13.09.2016 г. № 913.// Собрание Законодательства РФ. - 2016 - № 38. - ст. 5560

Фатыхова Л.Х., Терпигорева И.В.

*ФГБОУ ВО Уфимский государственный авиационный технический университет, г. Уфа, Республика Башкортостан*

### **СНИЖЕНИЕ НЕГАТИВНОГО ВЛИЯНИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ УФИМСКОГО ФАНЕРНОГО КОМБИНАТА**

В связи с возрастающим загрязнением атмосферы больших городов и рабочих поселков возрастает актуальность совершенствования способов очистки промышленных газов. Значительный вклад в загрязнение атмосферы

вносит деревообрабатывающая промышленность. Деревообрабатывающая промышленность входит в число основных и старейших отраслей мирового хозяйства, производящая конструкционные материалы для пользователей и сырье для других отраслей промышленности. [1] Используя как сырье различные лесоматериалы, деревообрабатывающая промышленность осуществляет механическую, химико-механическую обработку и переработку древесины.

Целью данной работы является разработка систем защиты атмосферного воздуха от загрязняющих выбросов на примере ООО «Уфимский фанерный комбинат»

Одним из крупнейших деревообрабатывающим предприятием в Республике Башкортостан является ООО «Уфимский фанерный комбинат». Промплощадка Уфимского фанерного комбината расположена в юго-восточной части города Уфы, с северной стороны промплощадка ограничена улицей Трамвайная, с севера - западной - Уфимское шоссе и территория мебельного комбината «Башлеспрома», с юго-запада к промплощадке прилегает территория ГЭС-1. С юга-востока границей служит склон Лихачевской излучины реке Уфа [2].

Технологические процессы на предприятии ООО «Уфимский фанерный комбинат» связаны с выделением в атмосферу вредных веществ: пыли, паров растворителей и разбавителей, формальдегида, окиси углерода, оксидов, азота, аммиака, древесных отходов. Интенсивность вредных выделений обусловлена видом материалов, применяемых в производстве, характером технологии и режимом работы. Наиболее значимыми загрязнителями атмосферы являются производство ДСП и ДВП, сушильный цех и клеильно-обрезной цех. [3]

На рисунке 1 представлен баланс входных и выходных материальных потоков воздействия УФК на окружающую среду.

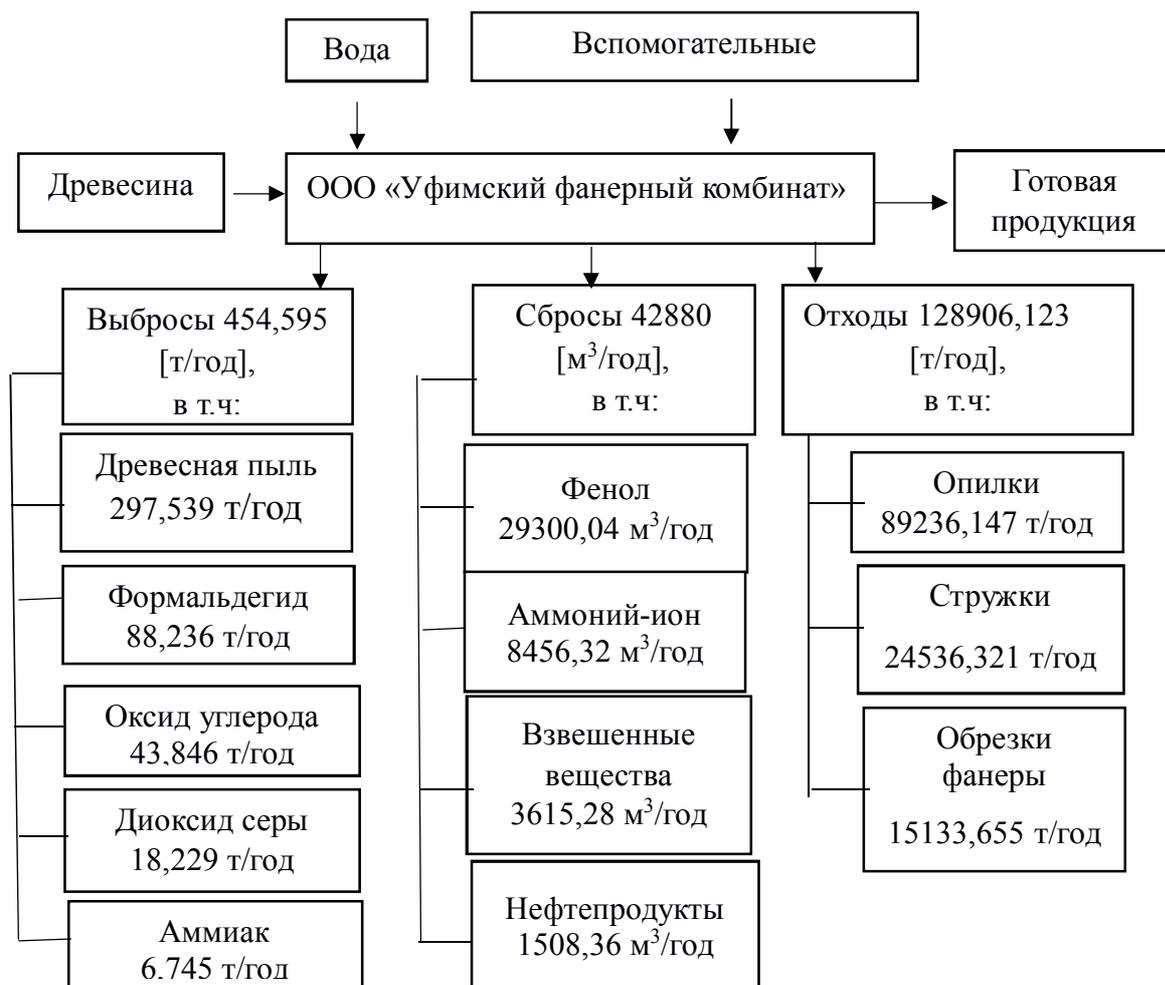


Рисунок 1 – Баланс входных и выходных материальных потоков воздействия УФК на окружающую среду

Уфимский фанерный комбинат передает на очистку и утилизацию сточные воды, содержащие органические вещества на Уфаводоканал. Отходы увозят на Городскую свалку, а загрязняющие вещества, выбрасываемые в атмосферу, частично улавливаются и утилизируются на самом предприятии, а часть выбрасывается в атмосферу без очистки.

Наибольший перечень загрязняющих веществ от ООО «Уфимский фанерный комбинат» поступает в атмосферу, в связи с этим была разработана система защиты среды обитания в атмосфере.

Больше всего загрязняющих веществ в атмосферу выбрасывает котельная. Но, так как в котельной источником выбросов загрязняющих веществ является дымовая труба длиной 65 метров, загрязняющие вещества уходят в атмосферу, верхние слои, которые менее влияют на здоровье работников.

На втором месте находится цех ДСП. Поэтому в качестве объекта, на котором требуется улучшение труда работников и сокращению выбросов загрязняющих веществ в атмосферу была выбрана деятельность цеха ДСП. Основными загрязняющими и опасными веществами цеха является древесная пыль, которая относится к 4 классу опасности и формальдегид, относящийся ко 2 классу опасности [4].

Для снижения негативного влияния выбросов цеха ДСП была разработана принципиальная технологическая схема очистки выбросов ООО «Уфимский фанерный комбинат», представленная на рисунке 2.

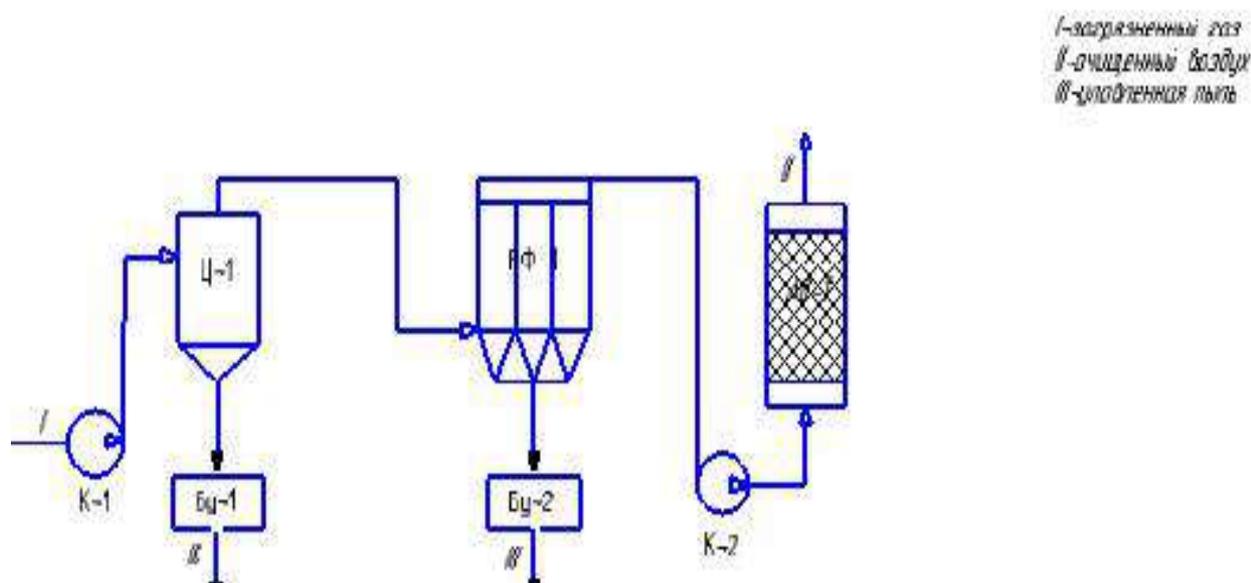


Рисунок 2 - Принципиальная технологическая схема очистки выбросов ООО «Уфимский фанерный комбинат»

Принципиальная технологическая схема очистки воздуха состоит из циклона, рукавного фильтра и адсорбера с неподвижным слоем поглотителя.

На первом этапе идет очистка от крупных и средних механических примесей в циклоне, далее идет доочистка от мелкодисперсной древесной пыли в рукавном фильтре. Воздух, загрязненный парами формальдегида, проходит очистку в адсорбере с неподвижным слоем поглотителя. В качестве адсорбента был использован цеолит + опилки с аммиаком.

Проведено эколого-экономическое обоснование и оценка эффективности мероприятий. Внедрение технологии очистки воздуха на ООО «Уфимский фанерный комбинат» позволит не только уменьшить плату предприятия за выброс древесной пыли и формальдегида, но и извлекать дополнительную прибыль.

Таким образом, предложенная принципиальная технология очистки выбросов на ООО «Уфимский фанерный комбинат» позволит снизить концентрации древесной пыли и формальдегида до установленных требований, а также снизится негативное воздействие фанерного комбината на окружающую среду.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Экотехника. Защита атмосферного воздуха от выбросов пыли, аэрозолей и туманов / Под ред. Чекалова Л. В. Ярославль: Русь, 2004.
2. ООО «Уфимский фанерный комбинат» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://bashles.ru/product/>, свободный (дата обращения: 13.04.2017)
3. Лапкаев А.Г. Экология деревообрабатывающих предприятий: Учебное пособие для студентов специальности 26.02 всех форм обучения. – Красноярск: СТИ, - 184 с
4. Физико-химические свойства пыли: Методические указания к проведению практического занятия по дисциплинам "Экология", "Процессы и аппараты защиты атмосферы" / Курск. гос. техн. Ун-т; Сост. В.М. Попов, В.В. Юшин. Курск, 2002

Гиниатуллина Л.М.

*Уфимский научный центр Российской академии наук, г. Уфа, Республика  
Башкортостан*

## **ЛИЧНЫЕ ФОНДЫ УЧЕНЫХ-БИОЛОГОВ УФИМСКОГО НАУЧНОГО ЦЕНТРА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК**

В соответствии с Указом Президента Российской Федерации 2017 год объявлен годом экологии и особо охраняемых природных территорий. Указ подразумевает множество мероприятий, связанных с природоохранной тематикой.

В статье рассказывается о крупных представителях науки в области биологии. В Научном архиве Уфимского научного центра Российской академии наук среди множества фондов видных деятелей науки имеются личные фонды ученых-биологов, чья жизнь была связана с институтом биологии Башкирского филиала Академии наук СССР. По архивным документам видно, что с первых дней основания института возглавляли его видные ученые и сегодня трудятся сотни квалифицированных специалистов над общими научными проблемами в области биологии. Помимо научно-исследовательской деятельности, ученые занимались и занимаются государственной и общественной работой, просветительской деятельностью, организуют и проводят научно-практические конференции, работают в тесном содружестве с вузами, оказывают методическую помощь сельскому хозяйству республики.

Среди архивных документов достойное место занимает фонд личного происхождения доктора сельскохозяйственных наук, заслуженного деятеля науки БАССР и РСФСР В.К. Гирфанова.

Гирфанов Вакиль Калеевич родился 25 января 1909 г. в деревне Таймеево Салаватского района Башкирской АССР. Четыре года учился в родной деревне

Таймеево. Рано остался без родителей и воспитывался в детском доме. В 1922-1926 гг. учился в Верхне-Кигинской школе крестьянской молодежи, в 1926-1929 гг. – в Уфимском землеустроительном техникуме. Осенью 1929 г., после окончания второго курса техникума, был направлен на учебу в агрофак Тимирязевской сельскохозяйственной Академии. После окончания Академии Гирфанов В.К. с 1933 г. по 1951 г. (исключая период Великой Отечественной войны) работал в Башкирской научно-исследовательской полеводческой станции в должности старшего научного сотрудника и заведующего отделом агротехники. С 1952 г. работает в БФАН СССР в должности заместителя директора Института биологии, заместителя председателя Президиума БФАН СССР по научной работе и с 1961 г. по 1980 г. – директором Института биологии и одновременно заведующим лабораторией физиологии устойчивости и питания растений.



Профессор В.К. Гирфанов являлся одним из видных специалистов республики по биологии и физиологии злаковых культур. За заслуги в развитии научных исследований в области биологии в 1957 г. удостоен Почетного звания «Заслуженный деятель науки БАССР» и в 1969 г. – почетного звания

«Заслуженный деятель науки РСФСР». Его многолетние исследования направлены в основном на выявление условий и закономерностей формирования урожая яровой пшеницы для разработки научных основ рационального возделывания культуры. Им опубликовано более 170 работ, большая часть которых посвящена актуальным вопросам биологии и агротехники пшеницы, других злаковых культур.

Работы профессора В.К. Гирфанова получили признание среди биологов и агрономической общественности нашей страны. Практические рекомендации, вытекающие из результатов его научных исследований, нашли широкое применение в мероприятиях по повышению производства зерна в стране. На базе обобщения своих научных исследований В.К. Гирфанов написал и защитил докторскую диссертацию на тему «Культура яровой пшеницы в Башкирии (биоэкология, водный и питательный режим, агротехника)».

Одновременно с большой научной работой Гирфанов В.К. активно пропагандировал достижения передовой биологической и сельскохозяйственной наук. Вел большую работу по подготовке научных кадров, осуществляя руководство, оппонировав на защитах диссертаций, консультируя и редактируя публикуемые ими научные работы. Ученый-руководитель имел хороший опыт научно-организаторской работы. Руководимый им институт биологии вырос в крупное научное учреждение. В период его руководства институтом биологии проводились фундаментальные физиолого-биохимические исследования с целью повышения устойчивости ведущих сельскохозяйственных культур, изучались природные ресурсы республики и прилегающих районов Южного Урала – почвы, растительность и животный мир.

Он также занимался государственной и общественной деятельностью, не однократно избирался секретарем партбюро БФАН СССР, членом Кировского райкома, Уфимского горком КПСС, членом Башкирского обкома КПСС, был

депутатом Уфимского горсовета, депутатом Верховного Совета Союза ССР VII созыва, председателем Верховного Совета БАССР IX созыва, председателем Башкирского республиканского комитета защиты мира, членом Советских комитетов защиты мира и солидарности стран Азии и Африки.

В.К. Гирфанов являлся участником Великой Отечественной войны 1941-1945 гг., имел 4 ранения. Наряду с научными трудами ученого хранятся воспоминания о боевом пути 214-й Кременчугско-Александрийской Краснознаменной ордена Суворова и Богдана Хмельницкого стрелковой дивизии, благодарности за отличные боевые действия при овладении важным узлом коммуникаций и сильным опорным пунктом немецкой обороны в Восточной Пруссии - городом Прейсиш Айлау, воспоминания бывшего командира минометного взвода 788 – го полка В.К. Гирфанова.

Он награжден орденами Красной Звезды, Октябрьской революции, Трудового Красного Знамени, «Знак Почета», многими медалями, тремя грамотами Президиума Верховного Совета БАССР, грамотами ВАСХНИЛ, Золотой медалью ВСХВ, значком «Отличник социалистического сельского хозяйства» почетными медалями Всемирного Совета мира и Советского комитета защиты мира [1].

Личный фонд заслуженного деятеля науки РСФСР и БАССР Гирфанова В.К. в Научном архиве УНЦ РАН был создан в 1980 г., сформировано 108 единицы хранения. Опись дел состоит из нескольких разделов: научные труды; материалы, собранные фондообразователем для своих работ; биографические документы. В разделе «Научные труды» представлены машинописные варианты монографий, диссертаций, брошюр, рукописи статей, опубликованных на страницах тематических сборников, периодической печати, тексты выступлений на конференциях, собраниях, по радио и телевидению.

В разделе «Материалы, собранные фондообразователем» представляются документы необходимые для использования своих работ, которые имеют

важное значение. Раздел «Биографические документы» рассказывает об ученом-фронтовике. В него вошли личные документы, отзывы-рецензии на его научные труды, воспоминания о боевом пути Гирфанова В.К.

Фонд личного происхождения доктора биологических наук, профессора, заслуженного деятеля науки БАССР, участника Великой Отечественной войны 1941-1945 гг. Л.И. Сергеева является очень уникальным для исследователей. Учитывая большие заслуги видного деятеля, перед сельскохозяйственной и биологической наукой Башкортостана в Научном архиве УНЦ РАН был создан его личный фонд, который включает 22 дела. Документы, отражающие жизнь и научную деятельность ученого были переданы его семьей в 1976 г. Среди документов имеются научные статьи, доклады, фотографии во время выступления и участия на научно-практических конференциях, симпозиумах, семинарах, переписка с учеными других стран. Ученые Чехословацкой академии сельскохозяйственных наук, научно-исследовательского института растениеводства Пиештяны в своих письмах обращаются в адрес Сергеева Л.И.: «Исходя из опытов, проводимых нами в настоящее время, мы очень заинтересованы Вашей статьей по зимостойкости и периоде покоя плодовых растений. Были бы Вам очень благодарны, если Вы послали нам оттиск этой работы». В составе переписки имеются письма ученых Чехословакии, Польши, Болгарии, профессора из ГДР А. Арланда, директора Всекитайского научно-исследовательского института плодоводства Чжан Цунь Ши и сотрудников Пекинского радио, которые считаются уникальными [2].

Сергеев Леонид Иванович, родился в 1909 г. в деревне Полчаниновка Татищевского района Саратовской области. В 1930 году окончил Саратовский институт зерновых культур, затем начал трудовую деятельность участковым агрономом. В 1932-1935 гг. обучался в аспирантуре при кафедре физиологии и анатомии растений Саратовского университета им. Н.Г. Чернышевского. В 1935-1939 гг. работал заведующим кафедрой ботаники Балашовского

учительского института, старшим научным сотрудником отдела физиологии растений селекционной станции г. Саратов. В 1938 г. защитил диссертацию на степень кандидата биологических наук. В 1942-1945 гг. служил в частях Советской армии, с 1946 по 1955 год работал заместителем директора по научной работе Никитского ботанического сада. В 1953 г. защитил диссертацию на ученую степень доктора биологических наук. В 1958 году ему присвоено ученое звание профессора. Более 20 лет с 1955 по 1976 год работал в институте биологии БФАН СССР на должностях заведующего сектором ботаники, заведующего лабораторией физиологии древесных растений. Под руководством Л.И. Сергеева в институте биологии проводились физиологические исследования по лесным, плодовым, декоративным и другим древесным растениям, имеющим важное теоретическое и практическое значение для сельского и лесного хозяйства. Результаты исследований опубликовались в монографии «Морфо - физиологическая периодичность и зимостойкость древесных растений» и в сборниках научных статей. Всего им опубликовано 265 научных работ.

Ученый биолог Сергеев Л.И. являлся участником ВСХВ 1954 г. В 1959 г. находился в научной командировке в Китайской народной республике, в 1962 г. принимал участие на XVI Международном конгрессе по садоводству в Брюсселе и в 1964 г. на международном симпозиуме по вопросам развития растений в Чехословакии. В 1967 году по приглашению польских ученых проводил лекционные занятия в научных учреждениях Польской народной республике. Сергеев Леонид Иванович награжден двумя орденами Трудового Красного Знамени и многочисленными медалями, в 1959 г. Почетной грамотой Верховного Совета БАССР, в 1966 г. ему присвоено почетное звание «Заслуженный деятель науки Башкирской АССР» [3].



*Л.И. Сергеев во время семинара лесопатологов РСФСР. 1969 г.*

Заслуженный деятель науки БАССР, доктор сельскохозяйственных наук, профессор Бурангулова Марьям Набиуловна, имея достаточную теоретическую подготовку и практический агрономический стаж работы, занималась важными вопросами агробиологической науки.

Она родилась 28 февраля 1910 года в г. Белебей Башкирской АССР. В 1918 г. поступила учиться в Белебейскую школу. В 1929 г. Белебейским кантонным комитетом комсомола была направлена на учебу в Ленинградский сельскохозяйственный институт которую успешно окончила в 1932 г. с присвоением квалификации “агроном-почвовед” и в 1937 году педагогическое отделение этого же института с присвоением квалификации “преподаватель почвоведения и земледелия”. В 1932-1949 гг. работала агрономом Башнаркомзема, треста зерновых культур, ассистентом кафедры почвоведения Башкомвуза, Башкирского сельскохозяйственного института, старшим методистом отдела подготовки кадров министерства сельского хозяйства Башкирской АССР. В 1949-1952 гг. училась в аспирантуре Воронежского сельскохозяйственного института, защитила кандидатскую диссертацию на

тему: “Система обработки травяного пласта в условиях западного (башкирского) Предуралья”. По результатам собственных исследований подготовила к печати научную работу на тему: “Сроки и глубина обработки травяного пласта в условиях лесостепи БАССР”.

С 1953 г. М.Б. Бурангулова работала в институте биологии БФАН СССР на должностях младшего, старшего научного сотрудника сектора почвоведения, с 1959 г. по 1977 г. заведовала лабораторией почвоведения. В 1967 г. успешно защитила докторскую диссертацию по сельскохозяйственным наукам, в 1969 утверждена в ученом звании профессора по специальности “почвоведение”.



За достигнутые успехи в области науки Марьям Набиуллиновна в 1960 году награждена Почетной грамотой Президиума Верховного Совета БАССР, в 1968 г. присвоено почетное звание “Заслуженный деятель науки Башкирской АССР”, медалью “За доблестной труд. В ознаменование 100-летия со дня рождения В.И. Ленина”, в 1975 г. – орденом “Знак Почета”. Она написала более 200 научных работ, многие из которых получили признание среди ученых-почвоведов страны. Под ее руководством защитили кандидатские диссертации более 10 аспирантов. В составе переданных в архив документов отложились статьи о научных исследованиях, тексты выступлений на научно-практических конференциях, симпозиумах, журналы лабораторных исследований и результаты микробиологических анализов, отчет о научной командировке в Венгерскую народную республику на симпозиум по почвенной микробиологии (1970 г.) и переписка, которые, безусловно, рассказывают, что Бурангулова М. Н. неоднократно в составе бригады Обкома КПСС выезжала в районы республики по оказанию помощи сельскому хозяйству, на протяжении многих лет проводила научные исследования по биологии почв, результаты которых

имели большую научную и производственную ценность в области применения бактериальных удобрений на серых лесных почвах, вела большую работу по внедрению передовых методов в производство, популяризации достижений науки [4].

Специалист в области почвоведения, агрохимии, экологии по широкому кругу направлений, почетный член Общества почвоведов им. В.В. Докучаева, который 54 года занимается изучением и защитой почв, долгие годы возглавлял отдел экологии и сегодня трудится ведущим научным сотрудником лаборатории почвоведения института биологии УНЦ РАН.

Хазиев Фангат Хаматович родился 27 апреля 1936 года в деревне Ялангачево Балтачевского района БАССР. После окончания средней школы в 1955 году, поступил в Казанский государственный университет на факультет агрохимии.



В 1960 году получив специальность почвовед-агрохимика, работал инженером-почвоведом в Пермском областном управлении сельского хозяйства, инженером-гидротехником в Казанской санэпидемстанции, старшим лаборантом кафедры почвоведения Башкирского сельскохозяйственного института. В 1963 году поступил в аспирантуру при лаборатории почвоведения института биологии БФАН СССР и занимается исследованием биологической активности почвы. В 1966 году защитил успешно кандидатскую диссертацию в Казанском государственном университете. В 1983 г. в Московском государственном университете защитил докторскую диссертацию на тему: «Системно-экологический анализ ферментативной активности почв».

В 1977-2003 гг. Ф.Х. Хазиев работал заведующим лабораторией почвоведения института биологии БФАН СССР, в 1984-1992 гг.- заместителем директора по научной работе. В 1989 г. ему присвоено звание профессора, в 1991 г. избран членом-корреспондентом Академии наук Республики

Башкортостан. С 1995 г. – заведующий отделом экологии института биологии и одновременно академик-секретарь отделения биологических наук Академии наук РБ. Им сформирована научная школа по изучению почвенных ферментов, под его научным руководством подготовлено 6 докторов и 18 кандидатов наук [5].

За заслуги в развитии науки Ф. Х. Хазиеву присвоены почетные звания «Заслуженный деятель науки Башкирии» (1985), «Заслуженный деятель науки Российской Федерации» (1997). Он является лауреатом Государственной премии РБ в области науки и техники (2001), награжден почетными грамотами Президиума Верховного Совета Башкирии, Президиумов АН СССР и УНЦ РАН, медалями ВДНХ, Почетным знаком Президиума ЦС ВООП (2005) и в 2016 г. награжден орденом Салавата Юлаева.

Архивные материалы известного почвовед, профессора, доктора биологических наук Хазиева Ф.Х. приняты в Научный архив УНЦ РАН в 2013 году. Опись дел вошли научные труды и биографические материалы.

В своем интервью, опубликованного в газете «Вечерняя Уфа» от 8 августа 1996 г. Фангат Хаматович отмечает, что его достойными учителями были – профессора Тайчинов С.Н., Бурангулова М.Н., Гирфанов В.К. По настоятельному приглашению известного биолога Бурангуловой М.Н. поступил в аспирантуру и под ее руководством занялся исследованием ферментативной активности почвы, разработал методику ее изучения. Страсть к биологии у ученого проявилась еще в детстве. «Как же без природы,- размышляет профессор. – Мы ведь люди от земли. И нам без нее не прожить». Сегодня в Республике Башкортостан сформировался сильный коллектив почвоведов и целая школа почвенных энзимологов, которые перспективно трудятся на основе исследований Ф.Х. Хазиева [6].

Благодаря, сохранившемуся документам в личном фонде ученого биолога удалось выявить и выяснить одного из организаторов сектора зоологии Башкирского филиала Академии наук СССР.

Славный путь прошел кандидат биологических наук, орнитолог-географ Снигиревский. Сергей Иванович родился 10 января 1896 г. в г. Туле. В 1905-1915 гг. учился в Тульской гимназии. С 1911 г. начал заниматься птицами и насекомыми на Тульской энтомологической станции и печатать небольшие орнитологические статьи в журналах. Он изучал орнитофауны причерноморских степей и организовал приморские орнитологические заповедники. В 1923 г. переехал на постоянное жительство в г. Ленинград и поступил на биологический факультет Ленинградского университета. В 1924 г. работал лектором и руководителем экскурсий в Ленинградском Политпросвете. В 1926 г. состоялась орнитологическая поездка на Южный Урал от Зоологического института Академии наук СССР. С октября 1926 г. продолжает трудиться в Государственном Ильменском заповеднике в качестве зоолога, заведующим научной частью. В г. Златоуст выходят его научно-исследовательские работы: «Фаунистический обзор Южного Урала» (1928), «Орнитологический очерк Ильменского государственного заповедника» (1929), «Государственный минералогический заповедник» (1928), печатается в журнале «Уральское краеведение». С 1928 г. начал работать в составе комиссии по экспедициям Академии наук СССР.

В 1928-1932 гг. в нашем регионе действовала Башкирская комплексная экспедиция Академии наук СССР, которая изучала хозяйственную и культурную жизнь республики и перспективы развития производительных сил края. Ученые ботаники данной экспедиции разработали классификацию основных растительных ассоциаций Южного Урала и ботанико-географическое районирование территории республики, описали ряд неизвестных ранее видов растений, собрали гербарий из 2200 экземпляров, составили карты размещения

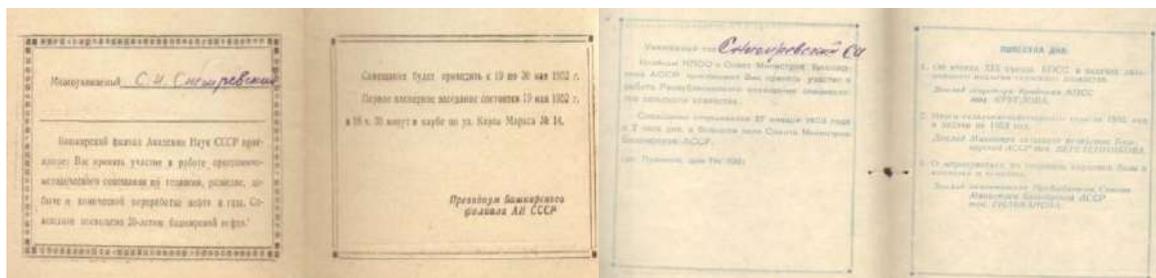
растительных ресурсов, проводили геоботаническое обследование угодий сельскохозяйственных на площади около 1 млн. га.

В 1947 г. Снигиревский С.И. защищает кандидатскую диссертацию в Зоологическом институте Академии наук СССР на тему: «Тетеревиные птицы СССР». В 1950 г. переведен на службу в институт физиологии им. И.П. Павлова Академии наук СССР на должность старшего научного сотрудника. В марте 1952 г. он зачисляется на должность младшего научного сотрудника только что организованного сектора зоологии Башкирского филиала Академии наук СССР. В апреле того же года по ходатайству БФАН СССР он утверждается на должность старшего научного сотрудника данного сектора, в феврале 1953 г. постановлением АН СССР утверждается заведующим сектора зоологии. В целях дальнейшего развития сельского и лесного хозяйства в Башкирской АССР Снигиревский С.И., являясь заведующим, одним из организаторов сектора зоологии БФАН СССР, проделал огромную работу над изучением условий развития массовых размножений вредных насекомых и по разработке мер борьбы с ними.

По документам архива видно, что ученый неоднократно обращался с письмами в адрес руководства филиала, председателя Верховного Совета Башкирской АССР, председателя Совета Министров БАССР, секретарю Башкирского областного комитета КПСС с просьбой об увеличении кадрового состава и задачах сектора зоологии филиала, о необходимости организации и проведения энтомологической работы по исследованию вредных насекомых, из-за которых наносится большой ущерб лесным насаждениям и о потере значительного количества сельскохозяйственной продукции.

Снигиревский С.И., работая в филиале, принимал активное участие в многочисленных съездах и конференциях по охране природы и зоологии, также в общественно-политической, социально-экономической жизни республики и страны. В личном фонде отложились приглашения в адрес фондообразователя

на программно-методическое совещание по геологии, разведке, добыче и химической переработке нефти и газа (19-30 мая 1952 г.), Республиканское совещание специалистов сельского хозяйства БАССР (27 января 1953 г.) и др.



Среди исторически ценных документов ученого имеются документы о комплексной экспедиции агробиологического института БФАН СССР, проведенной в 1952 г., где секретарем экспедиции был назначен Снигиревский С.И.

Научные труды Снигиревского С.И. опубликовывались в научных и популярных журналах «Человек и природа», «Вестник знаний» и др. В целом, ученый-биолог написал о заповедниках, об охране природы, о кольцевании птиц, о перелетах, о сельскохозяйственном значении птиц, об охотничье-промысловых животных. Во многих статьях имеется новый фактический материал, собранный автором во время экспедиции. Отдельной брошюрой опубликован научный труд, подготовленный совместно с М.М. Соловьевым в очерке «Ленинградский зоологический сад». В архивном фонде сохранился список опубликованных и законченных научных трудов ученого. Снигиревский Сергей Иванович в БФАН СССР работал до середины 50-х гг. Научные отчеты, материалы поисковых, комплексных лесоэнтологических экспедиций рассказывают о важной научной деятельности ученого-биолога, орнитолога и о его личном вкладе в развитие народного хозяйства Башкортостана [7].

В годы Великой Отечественной войны 1941-1945 гг. в нашей республике работали институты Академии наук СССР и Академии наук Украины. Академия наук Украинской ССР работала в Башкирии со своими следующими научными

институтами: геологических наук, горной механики, математики, физики, химии, физической химии, металлургии, строительной механики, биологии, зоологии, ботаники, клинической физиологии и биохимии, общественных наук и экономики.

Сотрудники Башкирской научно-исследовательской полеводческой станции, Башкирского сельскохозяйственного института совместно с украинскими учеными изучали природные условия и ресурсы сельскохозяйственного производства, были выработаны технология выращивания сахарной свеклы, комплексы агротехнических мероприятий возделывания проса, повышения урожайности картофеля.

Ученые медики выполнили много научных работ по актуальным проблемам теоретической и клинической медицины. Профессора Башкирского медицинского института, работавшие одновременно в военных госпиталях, разработали эффективные методы лечения тяжелых ранений. Группа ученых под руководством профессора Е.С. Бурксера, исследовав состав и свойство грязей озера Кандрыкуль и близ Красноусольска, предложила применять их при лечении послерановых осложнений. Группа медиков под руководством Г.Н. Терегулова доказала эффективность лечения поврежденных органов движения горячими парами горы Янгантау. В г. Уфе состоялись 3 республиканские научные конференции, посвященные проблемам военно-полевой хирургии, терапии и организации лечения в госпиталях. Огромное значение имели работы академика А.А. Богомольца, который выработал в 1942 г. антиретиккулярную цитотоксическую сыворотку. На Уфимском витаминном заводе было налажено производство этого препарата, который успешно применялся в военных госпиталях для лечения долго не заживляющих ран, для борьбы с инфекционными болезнями.

Об эвакуированных научных учреждениях в годы войны исторические сведения представлены в личном фонде доктора исторических наук,

профессора, заслуженного деятеля науки, Почетного академика Академии наук Республики Башкортостан, участника войны Хамзы Фатыховича Усманова [8].

По архивным фондам видно, что ученые за годы своей научной деятельности проделали огромную работу в области экологии, биологии, сельского и лесного хозяйства, принося неопределимую пользу науке и хозяйственной жизни страны.

Согласно Указу, программа реализации Года экологии должна коснуться всех уровней хозяйственной и производственной деятельности человека. В Год экологии ученым-биологам открывает больше возможностей использовать его в целях, как решение экологических проблем республики, так и для разработки новых подходов в сфере своей деятельности.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Научный архив Уфимского научного центра Российской академии наук. Ф. 4, Оп. 5, Д. 1194;
2. Там же, Ф.10. Оп.1. Д.17. Л. 10;
3. Там же, Ф.4. Оп. 5. Д. 1022. Л. 67-86;
4. Там же, Ф. 89. Оп. 1. Д.1-15; Ф. 4. Оп. 5. Д. 1148. Л. 40-47;
5. Хазиев Ф.Х. Биобиблиографический указатель. Гилем, 2006. С. 8.
6. Научный архив УНЦ РАН. Ф.121. Оп.1. Д.14. Л. 3-4.
7. Там же, Ф.60. Оп. 1. Д.9. ЛЛ. 59-61.
8. Там же, Ф. 110, Оп. 1. Д. 110.

Нафикова Л.Ф., Трубникова Л.И., Ерохина Н.И., Богданова А.Р.

*ФГБОУ ВО Уфимский государственный нефтяной технический университет  
ОБ РФ, г. Уфа, Российская Федерация*

## **ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ КОНТАКТНОГО И ЭЛЮАТНОГО МЕТОДОВ БИОТЕСТИРОВАНИЯ ИЛА**

В настоящее время все большее распространение получают методы биотестирования природных объектов и антропогенных образований,

основанные на оценке их воздействия на растительные тест - объекты [2]. Преимуществом таких методов по сравнению с традиционными методами химического анализа является то, что они позволяют интегрально учесть негативные эффекты совокупности токсичных соединений в образце без определения их качественного и количественного состава. Биологические методы включены в систему мониторинга водных объектов и почв, а также в систему регулирования обращения с отходами как в России, так и в странах Евросоюза и США. К таким методам относится, в частности, биотестирование - процедура, при которой специальная тестовая культура приводится в лабораторных условиях в контакт с анализируемым образцом. Подавляющее количество методов биотестирования разработано для анализа водных объектов. Менее разработаны подходы, позволяющие оценивать токсичность объектов, имеющих в своей основе плотные матрицы, такие как почвы или твердые отходы.

В настоящее время при оценке токсичности плотных объектов, в частности почв или твердых отходов, анализу подвергаются их водные экстракты [3]. Однако, как свидетельствуют некоторые публикации, такое тестирование позволяет учесть эффекты только водорастворимых соединений, тогда как влияние могут оказывать и токсиканты, связанные плотной матрицей анализируемых объектов, и высказывается предположение о перспективности тестов, в которых токсикант приводится в непосредственный контакт с тест - объектом [2].

В настоящей работе представлены результаты сравнения эффективности контактного и элюатного методов биотестирования с использованием семян редиса *Raphanus sativus* L. и кресс-салата *Lepidium sativum* L. для оценки токсичности избыточного активного ила биологической очистки нефтесодержащих сточных вод. Биотестирование проводили по ISO 11269-2.

Элюатное биотестирование. Для приготовления водной вытяжки брали

навеску ила в 20 г и помещали в коническую колбу на 250 см<sup>3</sup>. В колбу наливали 100 мл дистиллированной воды (соотношение почвы и воды 1:5) перемешивали в течение 1 часа, отстаивали в течение суток и фильтровали через бумажный фильтр. В чашки Петри диаметром 10 см поместили диски фильтровальной бумаги диаметром 9 см. По 30 штук семян редиса и кресс-салата уложили равномерно на фильтровальную бумагу и налили по 5 мл экстрактов исследуемых образцов ила. В качестве контроля использовали дистиллированную воду. Чашки накрыли и поместили в термостат при 20°C. Через 72 часа измерили длину корней проростков.

Контактное биотестирование. Подготовленные для анализа модельные образцы ила и почвы взвесили и поместили в чашки Петри в отношении 1:1, 1:4. В качестве контроля использовали чистую почву чернозем. Ил с почвой разместили так, чтобы избежать каких-либо уплотнений. Увлажнили до 60% общей влагоемкости и поддерживали такую влажность на протяжении всего периода инкубации. Засеяли субстрат 30 семенами растений. Инкубирование осуществляли при одинаковой температуре и освещенности. Оценку результатов произвели на 15 сутки инкубации.

Для статистической обработки результатов применяли Excel 2007.

В ходе биотестирования элюатным методом фиксировали длину редиса и кресс-салата, результаты которого отражены в таблице 1.

Таблица 1

Влияние водных экстрактов ила на длину проростков семян редиса и кресс-салат

	Концентрация экстракта, %	Длина корней, мм при n=30	Критерий достоверности Стьюдента, T <sub>st</sub> =1,96	Показатель достоверности, T <sub>g</sub>	Сравнение T <sub>g</sub> и T <sub>st</sub> =1,96	T, % (фитотоксичность)
Редис	100	43,7±9,2	22	5,6	Нетокс	22
	50	53,5±4,8	60	2	Нетокс	5
	25	54,3±10,9	0	0,8	Нетокс	3

Секция 1: Биология, экология (общая экология, геоэкология, радиоэкология)

Контроль	-	56,3±7,4	0	0	-	-
Кресс-салат	100	39,6±14,6	0	5,3	Нетокс	28
	50	47,4±8,9	5	3,2	Нетокс	14
	25	53,5±7,2	0	0,7	Нетокс	3
Контроль	-	55,2±10,02	0	0	-	-

Длина проростка редиса при концентрации 100% изменялась в широком диапазоне от 20 до 61 мм, при концентрации 50% от 41 до 64 мм, при 25% от 27 до 68 мм. Максимальное значение данного показателя зафиксировано в пробе с концентрацией 25% рисунок 1.

Из проведенного биотестирования видно, что водные экстракты ила во всех исследуемых концентрациях оказались нетоксичными. Тем не менее, из рисунка 1. заметно, что влияние экстракта ила на длину проростка редиса будет значительно меньше при 50% и 25% разбавлении.

Длина проростка кресс-салата при концентрации 100% варьировалась в пределах от 11 до 58 мм, при концентрации 50% от 32 до 63 мм, от 42 до 69 при 25%. Максимальное значение данного показателя зафиксировано в пробе с концентрацией 25% в (табл.1). При использовании кресс-салата фитотоксичность иловой вытяжки не выявлена, но из рисунка 2. видно, что 50% и 25% разбавление длина проростка заметно выше, чем в 100% вытяжке.

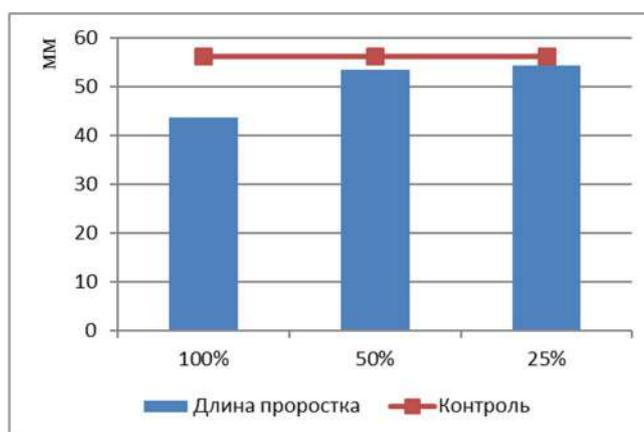


Рисунок 1 - Изменчивость средней длины проростка редиса при концентрации 100%, 50%, 25%

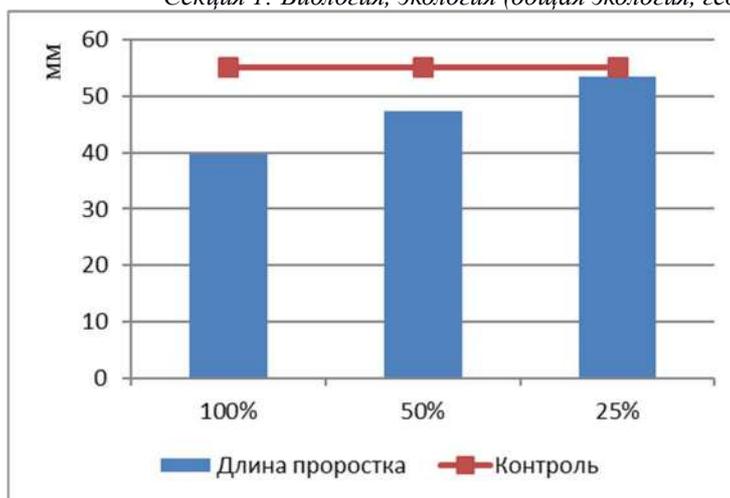


Рисунок 2 - Изменчивость средней длины проростка кресс-салата при концентрации 100%, 50%, 25%

Из проведенного опыта видно, что водные экстракты ила во всех исследуемых концентрациях оказались нетоксичными. Показатель  $T_g$  ниже 50%, следовательно, водные экстракты ила также не проявили фитотоксичности, при использовании в качестве тест – объектов редиса и кресс-салата.

При проведении контактного биотестирования проращивание семян редиса и кресс-салата провели непосредственно на иле и почве, взятой в качестве контроля.

В ходе биотестирования контактным методом фиксировали длину редиса и кресс-салата, результаты которого отражены в таблице 2.

Таблица 2

Влияние смеси ила с почвой на длину проростков семян редиса и кресс-салата

	Концентрация %	Длина корней, мм	Критерий достоверности и Стьюдента, $T_{st=1,96}$	Показатель достоверности, $T_g$	Сравнение $T_g$ и $T_{st=1,96}$	$T, \%$ (фитотоксичность)
Редис	100	0	0	0	токс	100

*Секция 1: Биология, экология (общая экология, геоэкология, радиоэкология)*

	50	17,2±4,7	40	5,6	токс	55
	25	25,9±9,3	0	2	нетокс	32
Контроль	-	38,2±9,6	0	0	-	-
Кресс-салат	100	0	0	0	токс	100
	50	15,7±5,7	5	5,3	токс	64
	25	24,5±4,4	0	3,2	нетокс	45
Контроль	-	44,16±10,9	0	0,8	-	-

Из рисунка 3 видно, что при использовании чистого ила наблюдали полное подавление всхожести семян редиса и кресс-салата (фитотоксичность 100%). При соотношении ила и почвы 1:1 фитотоксичность проявилась, но была значительно меньше (55 и 64%). И только при соотношении ила с почвой 1:4 фитотоксичность отсутствовала (32 и 45%).

При проведении контактного биотестирования были выявлены пробы обладающие фитотоксичностью.

Видно, что длина корня проростка редиса изменялась в диапазоне от 11 до 39 мм. Максимальное значение данного показателя зафиксировано в пробе, с концентрацией 25%. Длина проростков, выросших на пробах с концентрацией 50% и 25 % достоверно ниже относительно величины условного контроля (38,3 мм) (рисунок 3). Следовательно, данные пробы являются фитотоксичными и ингибируют развитие длины проростка модельного растения.

Длина корня проростка кресс-салата варьировалась в пределах от 5 до 31 мм. Максимальное значение данного показателя зафиксировано в пробе, с концентрацией 25%. Длина проростков, выросших на пробах с концентрацией 100% и 50 % достоверно ниже относительно величины условного контроля (44,16 мм) (рисунок 4). Данные пробы являются фитотоксичными.

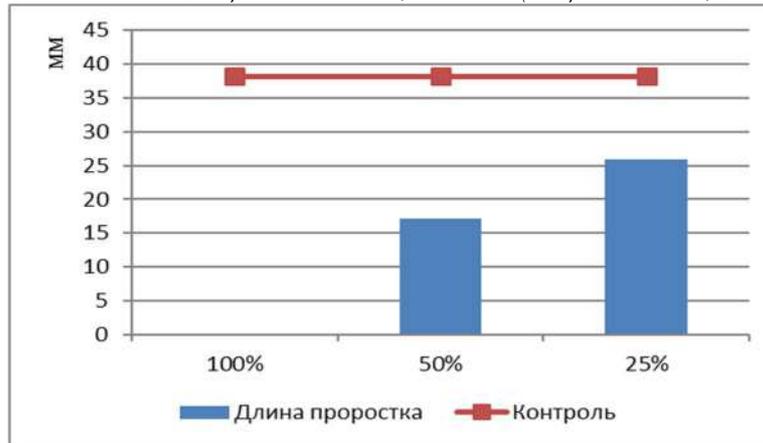


Рисунок 3 - Изменчивость средней длины проростка редиса при концентрации 100%, 50%, 25%

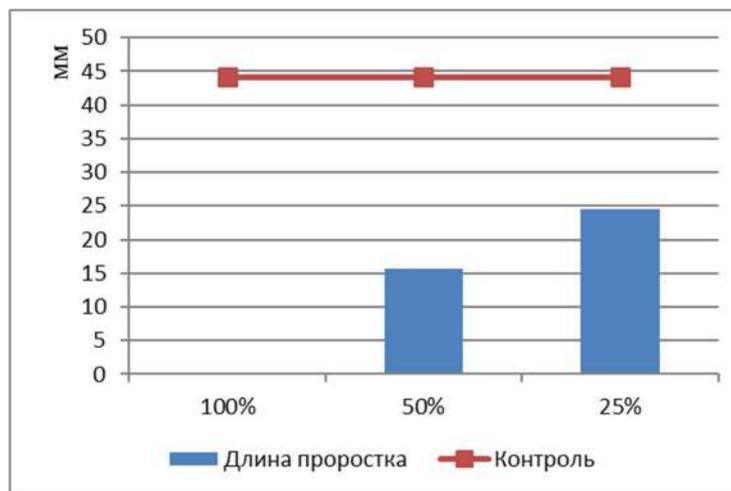


Рисунок 4 - Изменчивость средней длины проростка кресс-салата при концентрации 100%, 50%, 25%

При сравнении элюатного и контактного способа видно что, фитотоксичность ила при контактном способе будет выше, чем при элюатном способе. Следовательно, ингибировать прорастание растений будут вещества находящиеся не только в почвенном растворе, но и в твердой фазе почвы. Поэтому при изучении фитотоксичности почвы желательно использовать оба способа биотестирования – контактный и элюатный.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ISO 11269-2 Determination of the effects of pollutants on soil flora. Part 2: Effects of chemicals on the emergence and growth of higher plants. Incorporating corrigendum, June 2009.
2. Галицкая, П.Ю. Биологическая оценка токсичности почв методом биотестирования [Текст] / П.Ю. Галицкая, С.Ю. Селивановская // Агрехимия. - 2009. № 3. - С. 84 - 88.
3. Селивановская С.Ю. Биологические методы в оценке токсичности отходов и почв [Текст] / С.Ю. Селивановская, П.Ю. Галицкая.- Казань: Изд-во Казанского университета, 2011. - 96 с.

Перхуткин В.П., Бердник А.Г., Грунковой Т.В.

*ФГБОУ ВПО Ухтинский государственный технический университет,  
г. Ухта, Российская Федерация*

## **АНАЛИЗ СТЕПЕНИ ВЛИЯНИЯ ПРОЦЕССА НЕФТЕПЕРЕРАБОТКИ НА УРОВЕНЬ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА СЕЛИТЕЛЬНЫХ ТЕРРИТОРИЙ**

Одним из основных градообразующих предприятий г. Ухты является нефтеперерабатывающий завод ООО «ЛУКОЙЛ-Ухтанефтепереработка». Техническое перевооружение позволило предприятию использовать передовые технологии нефтепереработки, современное оборудование и материалы, и выйти на уровень, соответствующий современным требованиям производственной и экологической безопасности.

Близкое расположение НПЗ к жилой застройке предопределяет актуальность реализации программы производственного контроля уровней химического воздействия на селитебные территории. Однако инструментальные методы исследования качества воздушной среды в реальных условиях ограничены в определении вклада конкретного предприятия или технологического процесса в суммарный уровень загрязнения ближайшей жилой застройки. Плановая остановка производства даёт возможность провести

замеры уровней вредных факторов при штатном режиме работы предприятия и во время технологического перерыва, и соответственно вычленил его вклад в загрязнение атмосферного воздуха селитебных территорий. Современное состояние атмосферного воздуха в районе размещения НПЗ охарактеризовано по инструментальным замерам химических показателей и физических параметров, выполненных в 5 контрольных точках, расположенных на границе ближайшей жилой застройки (рисунок 1).



Рисунок 1 - Расположение пунктов производственного контроля качества атмосферного воздуха селитебных территорий (1 – ООО «ЛУКОЙЛ-УНП» в составе Левобережного промышленного узла)

В качестве показателей химического загрязнения атмосферного воздуха использовались 9 приоритетных загрязнителей, характерных для нефтеперерабатывающих производств, которые условно разделены на 2 группы. В первую группу включены азота диоксид, углерода оксид и серы диоксид, образующиеся при сжигании углеводородного топлива (природного газа). Вторую группу составляют вредные примеси, обусловленные спецификой технологического процесса нефтепереработки: сероводород, бензол, ксилол, толуол, метан и алканы.

Инструментальные замеры выполнены универсальным газоанализатором ГАНК-4 в соответствии с нормативным документом МВИ-4215-002-565914009-2009 «Методика выполнения измерений массовой концентрации вредных веществ в атмосферном воздухе газоанализатором ГАНК-4». Выполнено по 100 замеров на каждой точке наблюдения (из них 50 замеров во время плановой остановки технологического процесса нефтепереработки и 50 замеров – во время штатной работы).

Сравнительная характеристика результатов измерений максимальных разовых концентраций 9 загрязняющих веществ при плановой остановке (О) и штатной работе (Р) нефтеперерабатывающего завода представлена на рисунках 2 и 3.

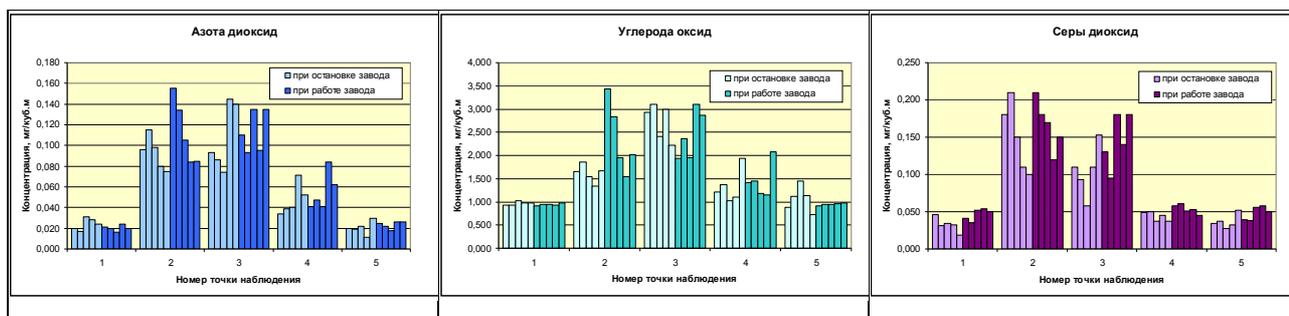


Рисунок 2 - Результаты контроля содержания загрязняющих веществ 1-й группы в атмосферном воздухе ближайших границ жилой застройки

Согласно полученным данным ни по одному загрязняющему веществу не было зафиксировано превышения нормативных значений предельно допустимых концентраций, ни в период плановой остановки технологического процесса нефтепереработки, ни при его штатном функционировании. Однако, сопоставление результатов инструментальных исследований концентраций вредных примесей в периоды плановой остановки и штатной работе технологического процесса нефтепереработки позволило определить их разницу (таблица 1).

Секция 1: Биология, экология (общая экология, геоэкология, радиоэкология)

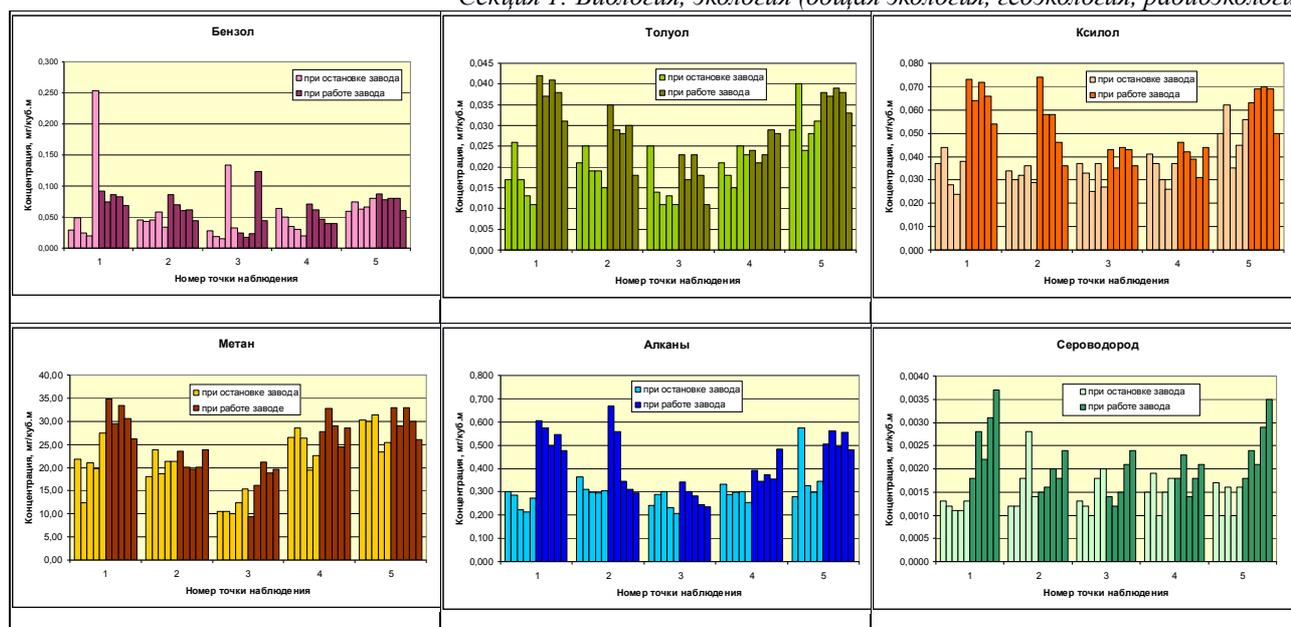


Рисунок 3 - Результаты контроля содержания загрязняющих веществ 2-й группы в атмосферном воздухе ближайших границ жилой застройки

Таблица 1

Содержание вредных примесей в атмосфере при остановке и штатной работе технологического процесса нефтепереработки

Загрязняющее вещество	Максимальные разовые концентрации загрязняющих веществ в точках контроля, мг/м <sup>3</sup>														
	№ 1			№ 2			№ 3			№ 4			№ 5		
	О	Р	Δ	О	Р	Δ	О	Р	Δ	О	Р	Δ	О	Р	Δ
Азота диоксид	0,024	0,020	-0,004	0,093	0,113	+0,020	0,108	0,114	+0,006	0,047	0,055	+0,008	0,020	0,023	+0,003
Серы диоксид	0,032	0,046	+0,014	0,150	0,166	+0,016	0,105	0,145	+0,040	0,044	0,054	+0,010	0,036	0,048	+0,012
Углерода оксид	0,966	0,940	-0,026	1,614	2,360	+0,746	2,733	2,442	-0,291	1,327	1,455	+0,128	1,064	0,947	-0,117
Сероводород	1,2e-3	2,7e-3	+1,5e-3	1,7e-3	1,9e-3	+0,2e-3	1,5e-3	1,7e-3	+0,2e-3	1,5e-3	1,9e-3	+0,4e-3	1,4e-3	2,5e-3	+1,1e-3
Бензол	0,075	0,081	+0,006	0,045	0,064	+0,019	0,046	0,046	±0,000	0,040	0,052	+0,012	0,068	0,077	+0,009
Ксилол	0,034	0,066	+0,032	0,032	0,054	+0,022	0,032	0,040	+0,008	0,034	0,040	+0,006	0,050	0,064	+0,014
Толуол	0,017	0,038	+0,021	0,020	0,028	+0,008	0,015	0,018	+0,003	0,020	0,025	+0,005	0,030	0,037	+0,007
Метан	20,48	30,93	+10,45	20,64	21,42	+0,780	11,77	17,05	+5,28	24,64	28,51	+3,87	28,10	30,18	+2,08
Алканы	0,259	0,540	+0,281	0,315	0,435	+0,120	0,254	0,281	+0,027	0,295	0,384	+0,089	0,365	0,520	+0,155

Вместе с тем, полученные значения максимальных разовых концентраций загрязняющих веществ в период штатной работы нефтеперерабатывающего завода, на 5-32 % выше по разным загрязняющим веществам, чем при остановке основных технологических процессов (рисунок 4).

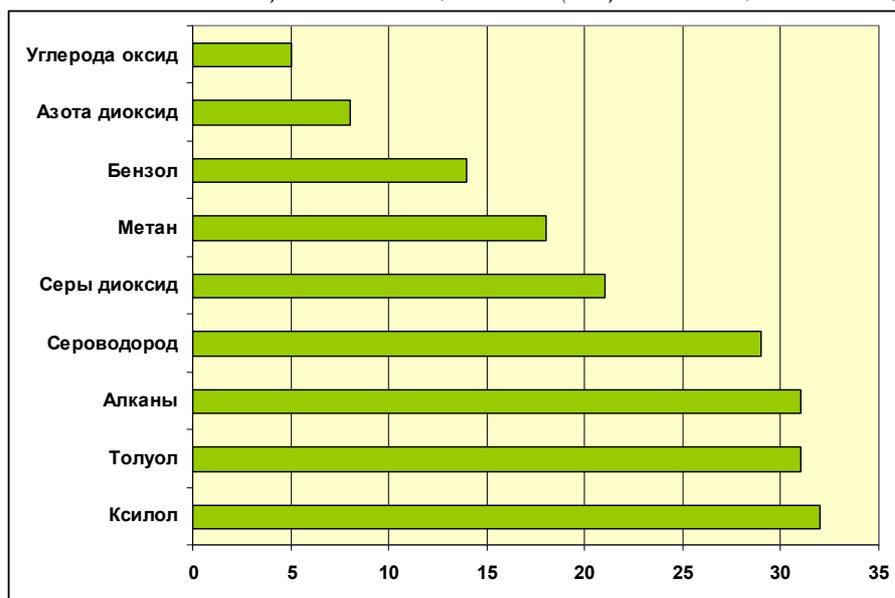


Рисунок 4 - Вклад технологического процесса нефтепереработки по вредным примесям в загрязнение атмосферного воздуха селитебных территорий

*Выводы:*

1. Наибольший вклад в загрязнение приземного слоя атмосферы вносят 4 загрязнителя: ксилол, толуол, алканы (углеводороды C<sub>12</sub>-C<sub>19</sub>) и сероводород - их вклады составляют от 29 до 32 %. Наименьший вклад в формирование существующего загрязнения атмосферы вносят оксид углерода (5 %) и диоксид азота (11 %). Вклад таких загрязнителей, как бензол, метан и диоксид серы, варьирует в пределах от 14 до 21 %.

2. Углерода оксид, азота оксид и серы диоксид являются продуктами сжигания газообразного топлива, включая попутный газ переработки нефти. Вклад в загрязнение атмосферы по диоксиду серы выше вклада по оксиду углерода и диоксиду азота, так как попутный газ нефтепереработки содержит сернистые соединения. Поэтому, повышение степени очистки попутного газа от сернистых соединений с последующим сжиганием в технологических печах является одной из основных задач охраны атмосферного воздуха.

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:**

1. В судьбах – истории вехи: 70 лет ОАО «ЛУКОЙЛ-Ухтанефтепереработка»: историко-информационное издание / ОАО «Коми республиканская типография». – Сыктывкар, 2004. – 84 с.
2. Санитарно–защитная зона общества с ограниченной ответственностью «ЛУКОЙЛ-Ухтанефтепереработка». Кн.1: отчет по договору № 121.10 / ООО «Экоцентр «Аквилон». – Ухта, 2010. – 137 с.
3. Перхуткин В.П., Перхуткина З.И. Особенности планирования инженерной защиты воздушной среды промышленного узла // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. – 2011. – № 4. – С. 16 – 21.

Усанова К. В., Кусова И. В.

*ФГБОУ ВО Уфимский государственный авиационный технический университет, г. Уфа, Российская Федерация*

## **РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЙ ПО СНИЖЕНИЮ НЕГАТИВНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА АТМОСФЕРУ ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩЕГО ПРЕДПРИЯТИЯ**

Деревообрабатывающая промышленность является отраслью лесной промышленности, которая осуществляет механическую и химико-механическую обработку и переработку древесины, а также использует в качестве сырья различные лесоматериалы. С каждым годом увеличивается потребность в ресурсах, следовательно увеличивается вырубка леса. Помимо этого деревообработка является источником загрязнения окружающей среды [1]. На основании вышеизложенного, в связи с возрастающим загрязнением атмосферы, возрастает актуальность совершенствования систем очистки промышленных выбросов.

Целью данной работы является усовершенствование технологии очистки выбросов деревообрабатывающего предприятия.

Деревообрабатывающее производство использует природное сырье и

разнообразные материалы, такие как фенол, формальдегид, аммиак, которые необходимы для производства древесных плит и связующего материала. Технологические процессы на предприятиях деревообрабатывающей промышленности связаны с выделением в атмосферу вредных веществ и образованием древесных отходов [2]. Основными источниками загрязнения атмосферного воздуха на деревообрабатывающем предприятии являются отделочные, фанерные и сушильные цеха, а также цеха механической обработки древесины с выработкой древесностружечных плит (ДСП), древесноволокнистых плит (ДВП), клееной фанеры, древесной муки, котельные, ремонтно-механические мастерские, автотранспортные средства т.д. В процессе пропитки стружки смолой, горячего прессования, охлаждения, выдержки плит выделяются вредные парогазовоздушные смеси из расходуемых смолосодержащих материалов, такие как формальдегид, фенол, аммиак. Древесная пыль и все виды опилок, образуется при изготовлении ДВП, ДСП, клееной фанеры, а также при шлифовании деталей на станках. [3].

На рисунке 1 представлен баланс входных и выходных материальных потоков воздействия деревообрабатывающего предприятия на окружающую среду.

Приоритетными загрязнителями атмосферы деревообрабатывающего предприятия являются древесная пыль, формальдегид и фенол. Для того, чтобы снизить влияние этих выбросов на состояние атмосферного воздуха, необходимо использовать технологическое оборудование для очистки вентиляционных выбросов.

Ежегодно деревообрабатывающей промышленностью выбрасывается значительное количество вредных веществ. Объемы выбросов загрязняющих веществ от стационарных источников, в число которых входят и деревообрабатывающие предприятия, представлены на рисунке 2.

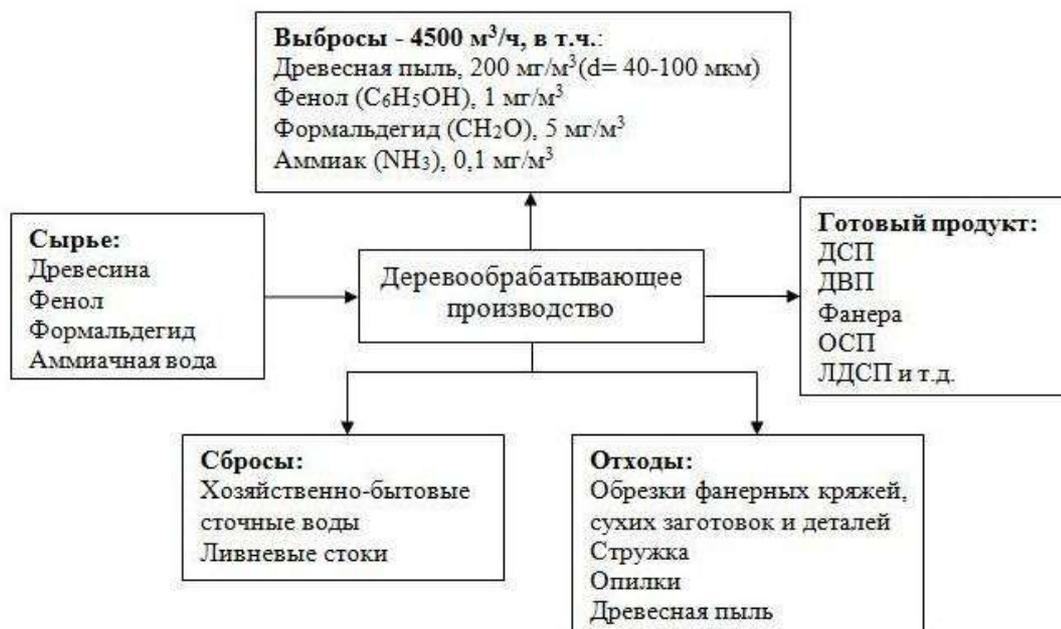


Рисунок 1 - Баланс входных и выходных материальных потоков воздействия деревообрабатывающего предприятия N на окружающую среду

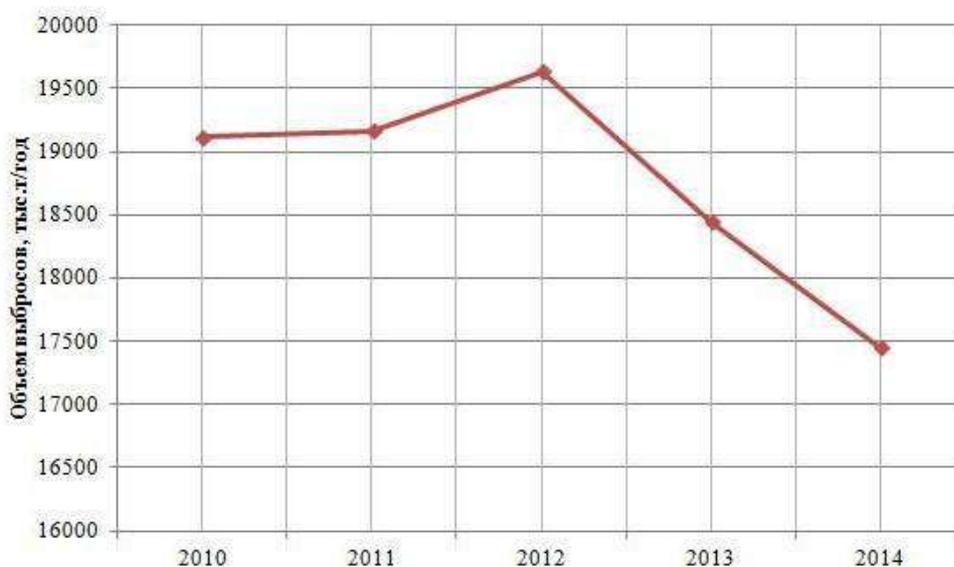


Рисунок 2 - Динамика выбросов загрязняющих веществ от стационарных источников РФ

Из представленных данных (рисунок 2) видно, что количество выбросов от стационарных источников постепенно снижается, что, возможно, связано со сложившейся экономической ситуацией. Кроме того, впервые в 2014 году в

Государственном докладе «О состоянии окружающей среды РФ» отражены среднегодовые концентрации и объемы выбросов формальдегида от стационарных источников (рисунок 3) [4].

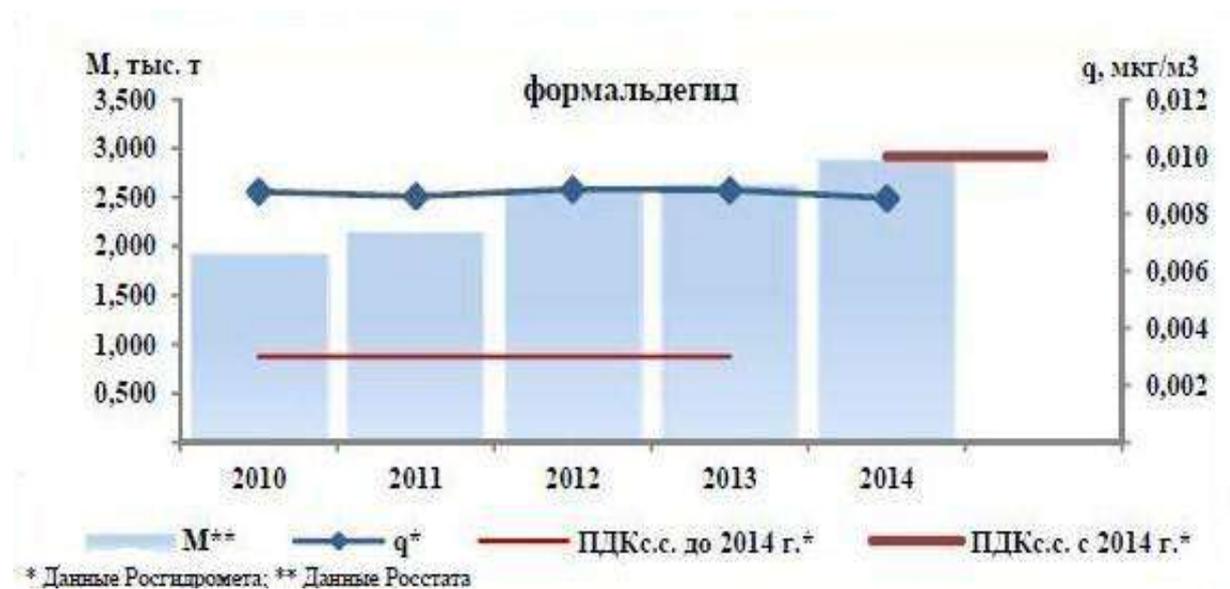


Рисунок 3 - Среднегодовые концентрации (q) и выбросы (M) формальдегида от стационарных источников РФ

Для защиты воздушного бассейна и улучшения санитарно-гигиенических условий труда на рабочих местах предусмотрен комплекс инженерно-технических мероприятий, направленных на снижение вредного воздействия на окружающую среду, включающий устройство аспирационных систем обеспыливания технологических процессов.

Скруббер Вентури работает на принципе дисперсии воды со сбалансированным рН в потоке отходящих газов. Вода извлекает, в основном, частицы клея и древесной пыли. Насыщенные водные капли захватываются циклоном и вода собирается в водном резервуаре, оснащенный донным и поверхностным отделителями загрязнений. Поскольку эффективность скруббера Вентури не позволяет провести очистку выбросов от загрязняющих веществ до установленных требований, необходимо усовершенствовать

технологии очистки выбросов деревообрабатывающего предприятия от древесной пыли и органических соединений.

После сравнительного анализа аппаратов и технологий, используемых для очистки выбросов от установленных загрязняющих веществ, была спроектирована технология очистки выбросов. На I этапе очистки предлагается использовать вместо имеющегося скруббера Вентури циклон, эффективность которого по удалению мелких фракций пыли (60-100 мкм) составляет около 78%, на II этапе - рукавный фильтр, который доочистит выбросы от мелкодисперсной пыли. Третий этап очистки выбросов предусматривает удаление органических веществ за счет использования биофильтра. Предлагаемый биологический метод очистки газа не продуцирует образования вторичных загрязнений и является экологически безопасным, поскольку микроорганизмы окисляют органические загрязняющие вещества, используемые ими в качестве субстрата, до углекислого газа и воды. [5]

Усовершенствованная принципиальная технологическая схема очистки выбросов деревообрабатывающего предприятия представлена на рисунке 4.

Загрязненный воздух (I) с помощью компрессора (К-1) поступает в циклон (Ц), где за счет центробежных сил частицы пыли дисперсностью 60-100 мкм, взвешенные в потоке воздуха, отбрасываются на стенки корпуса и выпадают из потока. Уловленная пыль (II) выводится из циклона снизу. Воздух, с более мелкими частицами (дисперсностью 40-50 мкм), выходит из циклона через расположенную на оси выхлопную трубу.

Далее загрязненный воздух, с помощью компрессора (К-2), поступает в нижнюю часть камеры рукавного фильтра (РФ) и поступает внутрь рукавов. Частицы пыли оседают на внутренней поверхности рукава. Фильтруясь через ткань, воздух проходит в камеру и через открытый выпускной клапан выходит из нее, поступая далее в газопровод. Вся уловленная пыль (II) также выводится из рукавного фильтра снизу.

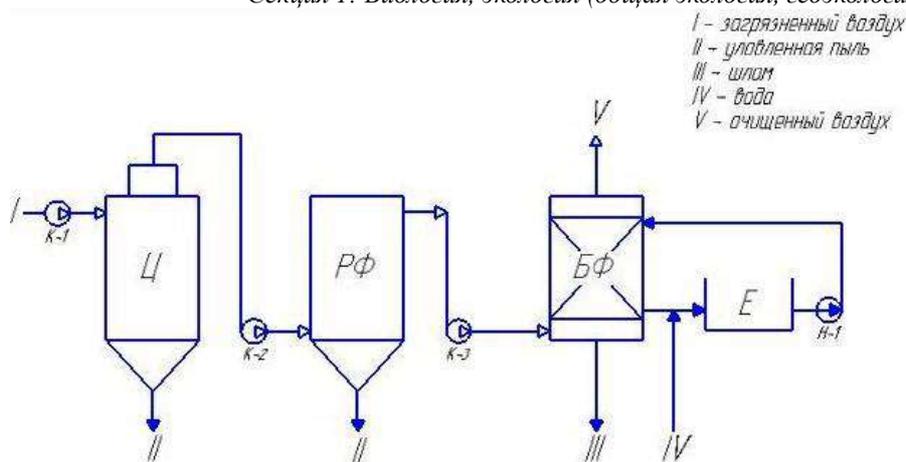


Рисунок 4 - Усовершенствованная блок - схема очистки выбросов деревообрабатывающего предприятия

Для дальнейшей очистки выбросов от органических веществ, воздух поступает в биофильтр (БФ) с помощью компрессора (К-3). В биофильтре очищаемый воздух проходит через зону интенсивного массообмена с водным абсорбентом, содержащим микроорганизмы активного ила. В качестве насадки используется легированная сталь. Необходимая, для процесса очистки, вода (IV) подается в емкость (Е), из которой с помощью насоса (Н-1) подается в биофильтр и, в дальнейшем, циркулирует. После биофильтра очищенный воздух (V) поступает в атмосферу.

Проведено эколого-экономическое обоснование и оценка эффективности предлагаемой усовершенствованной технологии очистки выбросов деревообрабатывающего предприятия. По результатам расчета установлено, что использование улучшенной системы очистки выбросов позволит снизить размер платы за загрязнение атмосферы порядка 10 раз.

Таким образом, предложенная усовершенствованная технология очистки выбросов деревообрабатывающего предприятия позволит снизить концентрации загрязняющих веществ до установленных требований. В результате снизится воздействие деревообрабатывающего предприятия на

атмосферный воздух, что подтверждает целесообразность разработанной технологии.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Лесная и деревообрабатывающая промышленность [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.yakclass.ru/materiali?mode=cht&chtid=232>, свободный. (Дата обращения 11.09.2016 г.);
2. Деревообработка [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://www.ecoloclub.ru/ecenops-145-1.html>, свободный. (Дата обращения: 20.10.2016 г.);
3. Экологические проблемы в лесной и деревообрабатывающей промышленности [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://bibliofond.ru/view.aspx?id=117621#1>, свободный. (Дата обращения: 20.10.2016 г.);
4. Государственный доклад о состоянии природных ресурсов и окружающей среды Российской Федерации в 2015 году [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://www.mnr.gov.ru/regulatory/list.php?part=1996>, свободный. (Дата обращения: 17.04.2017 г.);
5. А.К. Митин, Н.Е. Николайкина, Н.А. Загустина - Моделирование процесса биологической очистки газа: Кафедра «Процессы и аппараты химических технологий», ФГБОУ ВПО «Московский государственный машиностроительный университет»; г. Москва, 2016 г.

Иванюкович В.А., Мельнов С.Б., Невар Р.М., Чемеревский Д.А.

*МГЭИ им. А.Д. Сахарова Белорусского государственного университета,  
г. Минск, Республика Беларусь*

*Белорусский научно-исследовательский центр «Экология», г. Минск, Республика  
Беларусь*

### **ПРОГНОЗ ОЦЕНКИ ВОЗДЕЙСТВИЯ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ НА ЭКОСИСТЕМЫ**

Одной из важных задач в организации защиты окружающей среды является определение критических нагрузок на экосистемы, то есть таких концентраций накопленных загрязняющих веществ, при которых экосистема еще может восстановиться без дополнительных природоохранных мероприятий [1]. Одним из факторов, необходимых для оценки состояния окружающей

среды, является концентрация загрязняющих веществ в почве. На накопление веществ в почве влияет множество факторов, большинство из которых зависят от локальных условий, таких как поступление поллютантов в атмосферу из внешних источников (производственные и аварийные выбросы, атмосферный перенос) и их осаждение, физико-химические свойства почвы, наличие необходимых данных в результатах мониторинга окружающей среды и др.

При определении критических нагрузок на экосистему необходимо оценивать воздействие как отдельных загрязняющих веществ, так и их комбинированное действие. Учитывая сложность процессов, протекающих в природе, такая оценка носит вероятностный характер. Вероятность возникновения как непосредственных, так и отдаленных нежелательных изменений в окружающей среде, вызванных техногенным воздействием, называется экологическим риском. Прогноз локального накопления загрязняющих веществ в почве и соответствующие им экологические риски могут быть использованы для планирования хозяйственной деятельности в регионе.

В статье представлена динамическая модель накопления различных загрязняющих веществ в почве, в которой для расчета коэффициентов в решении дифференциальных уравнений используются результаты мониторингов окружающей среды.

Накопление загрязняющих веществ в почве происходит в результате двух противоположных процессов – их поступления из внешних источников и удаления вследствие физико-химических и биологических процессов. Предполагается, что поступление веществ в почву происходит вследствие их осаждения с атмосферными осадками, гравитационного осаждения веществ из воздушной среды и «фоновое поступление» веществ. Под «фоновым поступлением» понимается совокупность трудно контролируемых процессов поступления вещества, таких как поступление с опавшей листвой и другим

биоматериалом, зависящая от локальных условий миграция вещества, химические процессы в почве и т.п. В общем виде процесс ежегодного поступления можно описать следующим уравнением:

$$(dC_{N, \text{пост}})/dt = \alpha_{\text{ос}} C_{N, \text{ос}} + \alpha_{\text{грав}} C_{N, \text{возд}} + C_{\text{фон, пост}}, \quad (1)$$

где  $C_{N, \text{пост}}$  – концентрация поступившего в почву загрязняющего вещества;  $\alpha_{\text{ос}}$  – коэффициент, учитывающий поступление вещества в почву с осадками;  $C_{N, \text{ос}}$  – концентрация вещества в осадках;  $\alpha_{\text{грав}}$  – коэффициент, учитывающий гравитационное осаждение вещества из атмосферы;  $C_{N, \text{возд}}$  – содержание веществ в воздушной среде;  $C_{\text{фон, пост}}$  – фоновое поступление загрязняющих веществ в почву.

Удаление вещества из почвы обусловлено такими процессами, как вымывание вещества из почвы, испарение, «фоновое удаление». Фоновое удаление вещества включает вегетационную составляющую и другие неучтенные процессы. Процесс вывода вещества из почвы можно описать дифференциальным уравнением:

$$\frac{dC_{N, \text{удал}}}{dt} = -\alpha_{\text{вымыв}} (C_N - C_{N, \text{ос}} + \alpha_{\text{исп}} C_N - C_{N, \text{возд}} + C_{\text{фон, удал}}) \quad (2)$$

где  $C_{N, \text{удал}}$  – концентрация удаленного загрязняющего вещества из почвы;  $\alpha_{\text{вымыв}}$  – коэффициент вымывания, учитывающий годовое выпадение осадков и испарение;  $C_N$  – концентрация вещества в почве;  $\alpha_{\text{исп}}$  – коэффициент испарения, учитывающий среднегодовые темпы испарения веществ;  $C_{\text{фон, удал}}$  – фоновое удаление загрязняющих веществ из почвы.

Разность этих двух уравнений сводится к линейному дифференциальному уравнению первого порядка, решение которого имеет вид:

$$C_N(t) = C[1] e^{t \cdot \alpha_N} + \alpha_{\text{ос}} C_{N, \text{ос}} + \alpha_{\text{возд}} C_{N, \text{возд}} + C_{\text{фон}}, \quad (3)$$

где  $C_N(t)$  – концентрация вещества в почве в момент времени  $t$ ;  $C[1]$  –

коэффициент, зависящий от граничных условий.

Полученное выражение описывает зависимость накопления загрязняющего вещества в почве от времени и концентрации вещества в воздухе и учитывает изменение концентрации загрязняющего вещества в экосистеме, обусловленное фоновыми процессами. Коэффициенты рассчитываются по данным экологических наблюдений. Такая модель позволяет получать результат, используя имеющиеся реальные данные наблюдений.

Описанная модель позволяет прогнозировать накопление загрязняющих веществ в почве в зависимости от внешних факторов. Чтобы оценить потенциальную экологическую опасность их влияния на экосистему, можно рассчитать величину связанных с ними экологических рисков. Обычно используется несколько подходов для определения экологического риска контролируемых загрязнённых земель (почв). В данной работе использована методика, основанная на количественной оценке экологических последствий поступления химических веществ в окружающую среду. Такой подход позволяет относительно быстро оценивать ситуацию и управлять воздействием на окружающую среду. При загрязнении земель различными веществами интегральный экологический риск оценивается в отношении каждого химического вещества с учетом его коэффициента экологического риска  $E_r$ , который рассчитывается по формуле:

$$E_r = T_r \cdot c_c / C_b, \quad (4)$$

где  $T_r$  – коэффициент токсичности химического вещества;  $C_c$  – фактическая концентрация химического вещества (мг/кг);  $C_b$  – фоновая концентрация химического вещества (мг/кг). Согласно [2], коэффициент токсичности  $T_r$  для загрязняющих веществ принимается равным 1 для цинка, 2 для хрома, 5 для меди и свинца, 10 для мышьяка, 30 для кадмия, 40 для ртути и ПХБ.

При полиэлементном загрязнении потенциальная экологическая опасность оценивается по индексу экологического риска  $RI$ . Для комбинированного действия  $n$  веществ он рассчитывается по формуле:

$$RI = \sum_{i=1}^n E_{ri} \quad , \quad (5)$$

где  $E_{ri}$  – коэффициент экологического риска  $i$ -го химического вещества.

Предложенный в работе подход позволяет прогнозировать накопление загрязняющих веществ в почвах при наличии внешних источников загрязнения и оценить комплексное воздействие поллютантов на экосистемы. Полученные результаты могут быть использованы при планировании хозяйственной деятельности в регионе, сопровождающейся техногенным загрязнением окружающей среды, с целью не допустить превышения критических нагрузок на экосистему.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Глазовская М.А. Методологические основы оценки эколого-геохимической устойчивости почв к техногенным воздействиям. - Москва: Изд-во МГУ, 1997. - 102 с.
2. Posch M., deSmet P.A.M., Hettelingh J-P., and Downing R.J. (Eds.). Calculation and Mapping of Critical Thresholds in Europe . Status Report 1999. Coordination Center for Effects, RIVM Report No.259101009, Bilthoven, the Netherlands , 1999. - 165 pp.

Гордийчук В.В., Смирнова Т.В.

*МГЭИ им. Сахарова Белорусского государственного университета, г.Минск,  
Республика Беларусь*

### **КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В МНОГОЛЕТНЕМЕРЗЛЫХ ГРУНТАХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ**

#### *Введение*

Многолетнемерзлые грунты (ММГ) широко распространены на территории РФ и покрывают большую часть её территории.

Развитие данных территорий является важным с точки зрения энергетики и экономики, т.к. здесь расположено множество углеводородных месторождений, разработка которых начнется в ближайшем будущем. Обустройство месторождений, создание соответствующей инфраструктуры, гражданское строительство и любое другое строительство на Крайнем Севере связаны с целым рядом дополнительных проблем:



Рисунок 1 – Распространение многолетнемерзлых грунтов на территории РФ

- 1) дефицит базовых строительных материалов, таких как песок, щебень, цемент, и отсутствие развитой инфраструктуры для их доставки;
- 2) жесткие временные рамки, за счет сурового климата и короткого строительного периода;
- 3) потеря грунтом своей несущей способности в результате теплового взаимодействия с сооружениями – трубопроводами, нагнетающими и добывающими скважинами, резервуарами, жилыми и другими зданиями, и, как следствие, деформация и разрушение сооружений.

По причинам, перечисленным выше, этап проектирования и планирования объектов на Крайнем Севере является одним из наиболее важных

и ответственных. В связи с этим, правительство РФ распоряжением № 1047-р от 21.06.2010 г. регламентировало необходимость проектирования всех строительных объектов в зоне вечной мерзлоты с обязательным проведением расчетов теплового режима грунтов. При этом подавляющее большинство проектов не типовое и не тривиальное, в результате чего подходы, регламентированные стандартами (СП, СНИП, ГОСТ), просто не работают. Закладывание же многократного резервирования для дорогих северных проектов не оправдано экономически. Вместе с тем, в рамках жесткой конкуренции, инвесторы не обладают достаточным временем, чтобы провести полный анализ с привлечением ведущих экспертов. С другой стороны, существуют примеры и недооценки рисков подобных проектов, приводящих к миллиардным убыткам, что удерживает от принятия поспешных и не проверенных решений. В таких условиях необходимо быстро проводить достоверные расчеты, учитывая риски строительства и эксплуатации. К сожалению, расчетное ПО общего назначения (ANSYS, COMSOL, ABAQUS и т.п.), основанное на методе конечных элементов (МКЭ), имеет низкую вычислительную производительность и далеко не всегда подходит для моделирования теплофизических процессов в мерзлых грунтах. В рамках данного исследования был проведен анализ различных методов компьютерного моделирования теплофизических процессов в ММГ и установлены возможные причины низкого быстродействия МКЭ.

#### *Существующее состояние расчетов*

Основными задачами теплотехнического расчёта является определение трёхмерного поля температур и границы фронта фазовых переходов. При этом, расположение границы фронта фазовых переходов зависит от трёхмерного температурного поля. Вычисление трехмерного поля температур вокруг проектируемого объекта требует рассмотрения нелинейного уравнения теплопроводности следующего вида:

$$C_{eff} \frac{\partial T}{\partial t} + \nabla(-k \nabla T) + C_w \bar{v} \nabla T = 0, \quad (1)$$

где

$C_{eff} = C - \theta_s \rho_{ice} L \partial w_{ice} / \partial T$	эффективная теплоемкость грунта
$\theta_s$	объемное влагосодержание грунта
$w_{ice}$	зависимость количество замерзшей воды от температуры
$C = C_m w_{ice} + C_t (1 - w_{ice})$	теплоемкость грунта, вычисляемая как функция от количества замерзшей воды
$\rho_{ice}$	плотность льда
$L$	удельная теплота фазового перехода
$T$	температура в грунте
$t$	Время
$k = k_m w_{ice} + k_t (1 - w_{ice})$	эффективная теплопроводность грунта, вычисляемая как функция от количества замерзшей воды
$C_w$	теплоемкость воды
$\bar{v}$	вектор скорости фильтрации воды в грунте

Аналитическое решение данного уравнения получено для узкого класса одномерных задач, что при проектировании реальных объектов не имеет практической ценности. Рассмотрение же двухмерного и трехмерного случаев возможно с применением численных методов.

На сегодняшний день, наиболее распространённым численным методом, применяемым для расчёта тепловых полей (в частности: для теплотехнических расчётов) является метод конечных элементов. МКЭ широко используется для моделирования механических процессов, НДС, электродинамических и теплофизических процессов (без фазовых переходов), иногда - гидрофизических. Широкая применимость МКЭ упрощает реализацию

сопряжённых задач: одновременное моделирование физических процессов разного рода (механические и тепловые, тепловые и гидродинамические и т.д.). МКЭ зарекомендовал себя и является трендом индустрии. Программные пакеты, базирующиеся на МКЭ, покрывают широкий спектр задач и обширный сегмент рынка, что делает их выгодными с точки зрения разработчиков. Тем не менее, в определённых условиях показатели точности и производительности МКЭ значительно уступают другим численным методам, невзирая на то, что современная вычислительная техника предоставляет возможности ускорения расчетов за счет развития аппаратных технологий.

На графике (рисунок 2) показан прирост производительности и скорости обмена данными для центральных процессоров в сравнении с графическими процессорами.

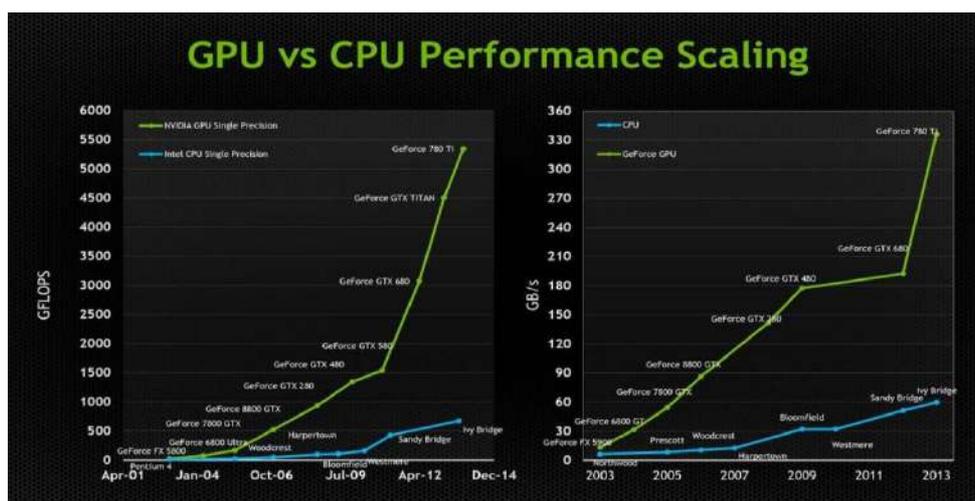


Рисунок 2 – Ежегодный прирост производительности CPU в сравнении с GPU

Данные графиков свидетельствуют о том, что центральные процессоры не утратили статус основного вычислительного оборудования. Современное развитие вычислительных мощностей компьютеров, в первую очередь, связано с развитием технологий GPGPU. Недостатком архитектуры GPU является то, что эффективность использования ресурсов GPU напрямую связана с эффективностью распараллеливания вычислительных алгоритмов.

Но далеко не все вычислительные алгоритмы могут обеспечивать высокую эффективность распараллеливания. Так, например, метод конечных элементов в неявной постановке, который в наибольшей степени распространен в существующих программных продуктах, имеет низкую эффективность распараллеливания (рисунок 3).

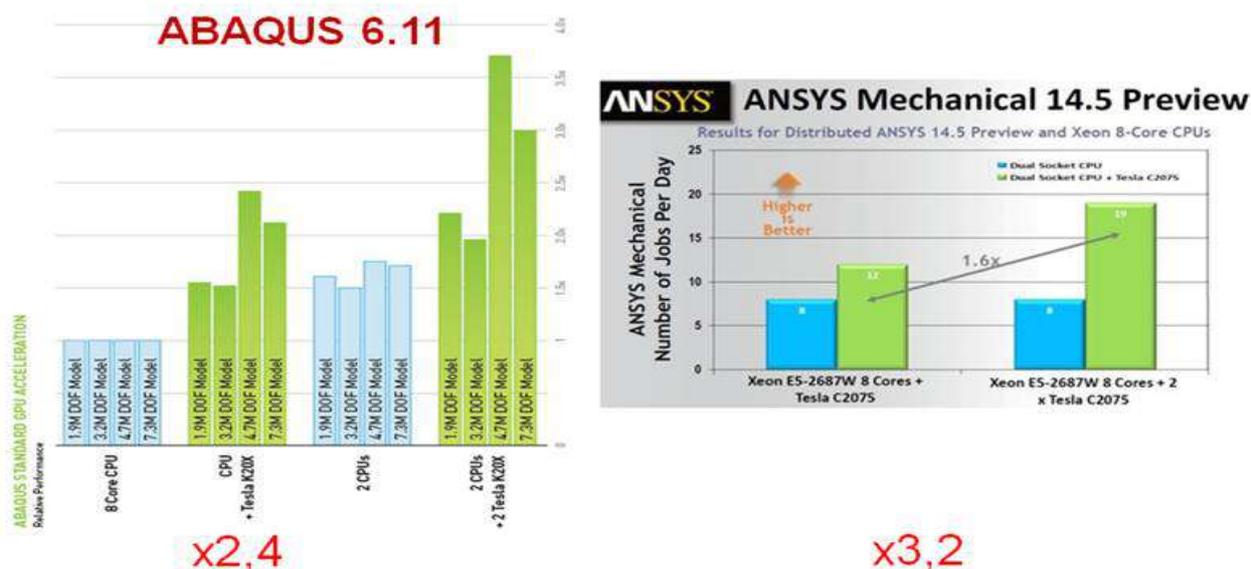


Рисунок 3 – Прирост производительности за счет применения технологий GPGPU на примере ANSYS и ABAQUS

Таким образом, ожидаемый прирост производительности современных программных средств за счёт совершенствования аппаратной части в ближайшие несколько лет составит 20-30%. Такая цифра не удовлетворит ни современные, ни (тем более) будущие потребности отрасли. Выходит, что необходимо коренным образом менять существующий порядок вещей.

*Метод конечных элементов (неявная схема)*

Распространение тепла в грунте с учетом переноса тепла за счет конвекции и фазовых превращений описывается уравнением теплопроводности (1). Более совершенная модель имеет вид:

$$C_{ev} \frac{\partial T}{\partial t} + \nabla(-k \nabla T) + C_w \mathbf{u} \nabla T - Q = 0 \quad (2)$$

где  $C_{ev} = C - \theta_s \rho_{ice} L \partial w_{ice} / \partial T$  – эффективная теплоемкость грунта;  $\theta_s$  – объемное влагосодержание грунта;  $w_{ice}$  – зависимость количество замерзшей воды от температуры;  $C$  – теплоемкость грунта, вычисляемая как функция от количества замерзшей воды:  $C = C_m w_{ice} + C_t (1 - w_{ice})$ ;  $\rho_{ice}$  – плотность льда;  $L$  – удельная теплота фазового перехода;  $T$  – температура в грунте;  $t$  – время;  $k$  – эффективная теплопроводность грунта, вычисляемая как функция от количества замерзшей воды:  $k = k_m w_{ice} + k_t (1 - w_{ice})$ ;  $C_w$  – теплоемкость воды;  $\mathbf{u}$  – вектор скорости фильтрации воды в грунте;  $Q$  – источник или сток тепла.

Граничные условия с учетом конвективного и лучистого теплообмена записываются в виде:

$$\mathbf{n} \cdot (-k \nabla T) + q + h(T_{int} - T) + \sigma(T_{amb}^4 - T^4) = 0 \quad (3)$$

где  $q$  – тепловой поток между внешней средой и расчетной областью;  $h$  – коэффициент теплообмена между внешней средой и расчетной областью;  $T_{int}$  – температура внешней среды;  $\sigma$  – произведение константы Стефана – Больцмана на степень черноты поверхности тела;  $T_{amb}$  – температура источника теплового излучения.

Основная идея применения МКЭ [1] для решения уравнений (2)-(3) состоит в том, что область решения  $\Omega$  разбивается на ряд неперекрывающихся подобластей  $\Omega_e$  (конечных элементов) с последующей аппроксимацией функции температуры ( $T$ ) полиномом:

$$T \approx \tilde{T} = \sum_{j=1}^M T_j N_j \quad (4)$$

где  $T_j$  – значение температуры в  $j$ -ом узле конечного элемента;  $N_j$  – базисная функция в  $j$ -ом узле (кусочно-непрерывная функция, определенная на

конечном элементе);  $M$  – общее количество узлов.

Для дискретизации температуры по времени используем следующий подход. Температура в момент времени  $t = t_n + \theta \Delta t_n$  вычисляется по формуле:

$$T^{n+\theta} = (1 - \theta)T^n + \theta T^{n+1} \quad (5)$$

Аппроксимируем производную по времени следующим образом:

$$\left. \frac{\partial T}{\partial t} \right|^{n+\theta} \approx \frac{T^{n+1} - T^n}{\Delta t_n} \quad (6)$$

Тогда согласно методу взвешенных невязок в постановке Галеркина [1], уравнение теплопроводности с граничными условиями можно записать в виде:

$$\begin{aligned} & \left( \frac{1}{\Delta t_n} \int_{\Omega} N_i C_{ev} N_j \partial \Omega \right) T_j^{n+1} + \left( \theta \int_{\Omega} \nabla N_i (-k) \nabla N_j \partial \Omega \right) T_j^{n+1} + \\ & + \left( \theta \int_{\Omega} N_i C_w \mathbf{u} \nabla N_j \partial \Omega \right) T_j^{n+1} + \left( \theta \int_{\Gamma} N_i h N_j \partial \Gamma \right) T_j^{n+1} + \left( \theta \int_{\Gamma} N_i \sigma (T_j^{n+1})^3 N_j \partial \Gamma \right) T_j^{n+1} - \\ & - \left( \frac{1}{\Delta t_n} \int_{\Omega} N_i C_{ev} N_j \partial \Omega \right) T_j^n + \left( (1 - \theta) \int_{\Omega} \nabla N_i (-k) \nabla N_j \partial \Omega \right) T_j^n + \\ & + \left( (1 - \theta) \int_{\Omega} N_i C_w \mathbf{u} \nabla N_j \partial \Omega \right) T_j^n - \int_{\Omega} N_i Q \partial \Omega - \int_{\Gamma} N_i q \partial \Gamma - \int_{\Gamma} N_i h T_{int} \partial \Gamma + \\ & + \left( (1 - \theta) \int_{\Gamma} N_i h N_j \partial \Gamma \right) T_j^n - \int_{\Gamma} N_i \sigma T_{amb}^4 \partial \Gamma + \left( (1 - \theta) \int_{\Gamma} N_i \sigma (T_j^n)^3 N_j \partial \Gamma \right) T_j^n = 0 \end{aligned} \quad (7)$$

В систему уравнений (7) входят интегралы по области  $\Omega$  (объемный интеграл) и границе  $\Gamma$  (поверхностный интеграл). В общем случае их можно вычислить с использованием численного интегрирования, при котором определяемый интеграл заменяется квадратурной суммой [3]. Таким образом, формируется результирующая система линейных алгебраических уравнений (СЛАУ).

Также необходимо учесть, что расчет ведется для мерзлых/талых грунтов, где постоянно фигурирует фазовый переход, что обуславливает сильную нелинейность исходного уравнения. В таких условиях существует риск, что итерационные методы решения СЛАУ имеют слабую сходимость, или же численное решение будет иметь существенное отклонение от точного. Чтобы

избежать подобных проблем, необходимо сокращать шаг по времени и пространству вблизи фазового перехода [2].

Итак, численное решение задач промерзания грунта сопровождается: нелинейностями во всей моделируемой области; для каждого шага по времени необходимо неоднократно решать СЛАУ; любой этап вычислений (решение СЛАУ, вычисление предобуславливателя матрицы, вычисление шага по времени) требует подготовки данных и синхронизации результатов вычислений. МКЭ не оптимизирован для таких расчетов.

### *Заключение*

Как показал анализ различных методов решения уравнения теплопроводности с учетом фазовых переходов, наименее производительным и подходящим является метод конечных элементов в неявной постановке, т.к. данный метод теряет своё основное преимущество – большой шаг по времени. Выполнение компьютерного моделирования и анализа предложенных проектных решений с использованием расчетного ПО, основанного на МКЭ, может потребовать значительного времени (до нескольких месяцев). Существенное улучшение производительности расчетного ПО общего назначения за счет развития вычислительных мощностей также неэффективно в силу слабого распараллеливания МКЭ.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Зенкевич О., Морган К. Конечные элементы и аппроксимация. – Москва: Мир, 1986.
2. Кудрявцев С.А. Численное моделирование процесса промерзания, морозного пучения и оттаивания грунтов. / Основания, фундаменты и механика грунтов. 2004, Т. 1, № 5, С. 21 – 26.
3. Dauzhenka, T.A., Gishkeluk, I.A. Consistency of the Douglas – Rachford splitting algorithm for the sum of three nonlinear operators: application to the Stefan problem in permafrost soils. / Applied and Computational Mathematics, 2013, Vol. 2, Issue 4, Pp. 100–108.

Абнасырова Ю.Г., Вдовина И. В.

*ФГБОУ ВО Уфимский государственный авиационный технический университет, г.Уфа, Российская Федерация*

## **ОЦЕНКА КАТЕГОРИИ ОПАСНОСТИ ГОРНОДОБЫВАЮЩЕГО ПРЕДПРИЯТИЯ**

Для включения предприятий в систему государственного учета выбросов вредных веществ в атмосферу, ускорения и упрощения работ на стадии разработки ведомственных проектов по установлению величины предельно допустимых выбросов, для разработки проектов планов по охране атмосферного воздуха, а так же при инспекционных проверках предприятий необходимо четкое их деление на категории опасности.

Основной документ, который ввел понятие «категория опасности предприятия» «Рекомендации по делению предприятий в зависимости от массы и видового состава выбрасываемых в атмосферу загрязняющих веществ» [1] был принят в 1987 году. Приоритетная задача, которая решалась в зависимости от категории опасности объекта, касалась объема и содержания проекта ПДВ и периодичности контрольных мероприятий.

В 2002 году НИИ «Атмосфера» подготовило «Методическое пособие по расчету, нормированию и контролю выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух», которое было дополнено и переиздано в 2005 году и в 2012 году.

Данное пособие указывает, что «специфика задач по нормированию выбросов обусловлена, прежде всего, тем, что источниками загрязнения атмосферы являются промышленные предприятия и производственные объекты, с широким спектром количественных и качественных характеристик выбрасываемых в атмосферу вредных веществ из источников разного типа.

Кроме того, эти объекты расположены в городах и населенных пунктах, производственный потенциал и производственная инфраструктура которых существенно различны. В связи с этим, целесообразно, в рамках работ по нормированию выбросов, разделить предприятия на категории в соответствии со значимостью воздействия их выбросов на атмосферный воздух.

Определение категории предприятия как источника негативного воздействия на атмосферный воздух необходимо:

- для общей оценки экологической безопасности города (региона) в части оценки состояния выбросов и загрязнения атмосферного воздуха;
- для принятия природоохранных решений при разработке перспективных планов развития городов и промышленных комплексов;
- для определения вида периодичности и объема производственного и государственного (инспекторского) контроля воздухоохранной деятельности предприятия и т.д.» [2].

По степени воздействия выбросов на атмосферный воздух предприятия подразделяются на четыре категории [1, 2].

Согласно методике [1] категория опасности присваивается предприятию в зависимости от массы и видового состава выбрасываемых в атмосферу загрязняющих веществ по коэффициенту КОП, определяемому по формуле:

$$КОП = \sum_{i=1}^n \left( \frac{M_i}{ПДК_{ССi}} \right)^{\alpha_i}$$

где  $M_i$  – масса выбрасываемого вещества, т/год;  $ПДК_{ССi}$  – среднесуточная предельно допустимая концентрация данного вещества, мг/м<sup>3</sup> (при отсутствии  $ПДК_{ССi}$  в расчетах используется  $0,1ПДК_{ССi}$  или ОБУВ);  $\alpha_i$  – коэффициент, зависящий от класса опасности данного вещества.

По значению коэффициента КОП определяется категория опасности предприятия (таблица 1).

## Категория опасности предприятия

Значение коэффициента КОП	Категория опасности предприятия
$\text{КОП} \geq 10^6$	1
$10^6 > \text{КОП} \geq 10^4$	2
$10^4 > \text{КОП} \geq 10^3$	3
$\text{КОП} < 10^3$	4

Согласно методике [2] при определении категории предприятия проводятся расчеты загрязнения атмосферного воздуха в соответствии с ОНД-86 с использованием согласованной в установленном порядке унифицированной программы расчета загрязнения атмосферы (УПРЗА). По результатам расчетов в разрезе каждого  $j$ -го вещества, выбрасываемого источниками предприятия, рассчитывается параметр  $g_j$ , позволяющий, в соответствии с п.8.5.14 ОНД-86, дать предварительную оценку воздействия на качество атмосферного воздуха выбросов  $j$ -го вещества источниками этого предприятия [2]. На основе частных параметров  $g$  определяется параметр  $g_{пр}$  (для предприятия), который соответствует наибольшему из всех  $g$ , определенным по отдельным режимам и веществам (группам веществ).

Для определения предприятий 1-й и 2-й категорий рассчитывается параметр  $K$ , формула расчета которого идентична расчету коэффициента КОП.

Если одновременно выполняются условия:

$$\begin{cases} g^{np} > 1, \\ K > 10^4 \end{cases}$$

то предприятие относится к 1-й категории.

Предприятия, не отнесенные к 1-й категории, для которых одновременно выполняются условия:

$$\begin{cases} g^{np} > 1, \\ K \leq 10^4 \end{cases}$$

относятся ко 2-й категории.

Для определения предприятий 3-й и 4-й категорий (из числа предприятий, не отнесенных к 1-й и 2-й категориям) используется параметр , рассчитываемый как для индивидуальных веществ, так и для групп веществ, обладающих эффектом суммации вредного действия и который учитывает 1) коэффициент, зависящий от температурной стратификации атмосферы (значения которого принимаются в соответствии с п.2.2. ОНД-86); 2) безразмерный коэффициент, учитывающий влияние рельефа местности, (значения которого принимаются в соответствии с разд.4 ОНД-86); 3) суммарное значение выброса  $j$ -го вредного (загрязняющего) вещества от всех источников предприятия, соответствующее наиболее неблагоприятным из установленных условий (режимов) выброса предприятия в целом, определенное на основе результатов инвентаризации выбросов и источников их поступления в атмосферу; 4) средневзвешенное значение высоты источников предприятия, из которого выбрасывается данное вещество.

Предприятия, для которых одновременно выполняются условия:

$$\begin{cases} g^{пр} \leq 1, \\ \Phi^{пр} > 10 \end{cases}$$

относятся к 3-й категории.

К четвертой категории предприятий следует относить те, для которых выполняется условие:

$$\Phi^{пр} \leq 10$$

Ещё одним документом, предусматривающим категорирование объектов в зависимости от мощности, условий эксплуатации, характера и количества выделяемых в окружающую среду загрязняющих веществ, создаваемого шума, вибрации и других вредных физических факторов, является СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 «Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов» [3]. В разделе VII приводится санитарная классификация промышленных объектов и производств тепловых электрических станций, складских зданий и сооружений и размеры

ориентировочных санитарно-защитных зон для них, и в котором предусмотрено деление промышленных объектов и производств на 5 классов.

Последние, на сегодняшний день изменения, в категорировании объектов в зависимости от степени их воздействия на окружающую среду введены Федеральным законом от 21.07.2014 N 219-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «Об охране окружающей среды» и отдельные законодательные акты Российской Федерации» [4], который ввел новую статью 4.2 «Категории объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду» в Федеральный закон «Об охране окружающей среды» №7-ФЗ (далее №7-ФЗ). Данная статья предусматривает деление объектов на 4 категории в зависимости от уровня воздействия на окружающую среду от I категории (объекты, оказывающие значительное негативное воздействие на окружающую среду и относящиеся к областям применения наилучших доступных технологий) до IV категории (объекты, оказывающие минимальное негативное воздействие на окружающую среду) [4].

Согласно пункту 2 статьи 4.2 №7-ФЗ «при установлении критериев, на основании которых осуществляется отнесение объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду, к соответствующей категории, учитываются:

- уровни воздействия на окружающую среду видов хозяйственной и (или) иной деятельности (отрасль, часть отрасли, производство);

- уровень токсичности, канцерогенные и мутагенные свойства загрязняющих веществ, содержащихся в выбросах, сбросах загрязняющих веществ, а также классы опасности отходов производства и потребления;

- классификация промышленных объектов и производств;

- особенности осуществления деятельности в области использования атомной энергии».

Критерии, на основании которых осуществляется отнесение объектов,

оказывающих негативное воздействие на окружающую среду, к объектам I, II, III и IV категорий, установлены Постановлением Правительства РФ от 28.09.2015 № 1029 «Об утверждении критериев отнесения объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду, к объектам I, II, III и IV категорий» [5].

Пункт 4 статьи 4.2 №7-ФЗ предусматривает, что «присвоение объекту, оказывающему негативное воздействие на окружающую среду, соответствующей категории осуществляется при его постановке на государственный учет объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду. Категория объекта может быть изменена при актуализации учетных сведений об объекте, оказывающем негативное воздействие на окружающую среду».

На основе положений всех вышеперечисленных нормативно-правовых актов и инструктивно-методических документов проведено определение категории (класса) крупного горно-обогатительного комбината, расположенного в юго-восточной части Республики Башкортостан.

Проведен расчет КОП согласно методике [1]. Установлено, что предприятием выбрасывается порядка 45 наименований загрязняющих веществ, относящихся преимущественно ко 2 и 3 классам опасности.

$$\text{КОП} = \sum_{i=1}^n \left( \frac{M_i}{\text{ПДК}_{\text{СС}i}} \right)^{\alpha_i} = 93275,499$$

Полученное значение коэффициента КОП дает основание присвоить данному предприятию 2-ю категорию опасности.

Согласно методике, изложенной в [2], так как одновременно выполняются условия:

$$\begin{cases} g^{\text{пр}} = 8,335 > 1, \\ K = 5,6 \cdot 10^4 > 10^4 \end{cases}$$

то данное предприятие относится к 1-й категории опасности.

Согласно пп. 6 п.7.1.3 раздела VII [3] горно-обогатительные комбинаты относятся по степени воздействия на окружающую среду к I классу.

Согласно абзацу д п.1 раздела I [5] предприятия по добыче и подготовке руд цветных металлов, в.т.ч. меди и цинка относятся к объектам I категории. Для предприятий данной категории изменения, внесенные [4] и вступающие в силу с 1 января 2019 года, предусматривают обязательное получение комплексного экологического разрешения, которое будет выдаваться уполномоченным Правительством Российской Федерации федеральным органом исполнительной власти после рассмотрения заявки на получение комплексного экологического разрешения в месячный срок на основании положительного заключения государственной экологической экспертизы материалов обоснования комплексного экологического разрешения. Срок действия комплексного экологического разрешения 7 лет.

Таким образом, проведенный анализ показал, что по всем интегральным критериям предприятия горнодобывающей отрасли относятся к I категории опасности по масштабу и силе воздействия на окружающую среду.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. «Рекомендации по делению предприятий в зависимости от массы и видового состава выбрасываемых в атмосферу загрязняющих веществ», 1987 г.
2. «Методическое пособие по расчету, нормированию и контролю выбросов загрязняющих веществ в атмосферу», СПб, 2012 г.
3. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 «Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов» (утв. Постановлением Главного государственного санитарного врача РФ от 25.09.2007 № 74)
4. Федеральный закон от 21.07.2014 N 219-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «Об охране окружающей среды» и отдельные законодательные акты Российской Федерации»
5. Постановление Правительства РФ от 28.09.2015 № 1029 «Об утверждении критериев отнесения объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду, к объектам I, II, III и IV категорий»

Каримова Н.Р., Терпигорева И. В.

*ФГБОУ ВО Уфимский государственный авиационный технический университет, г. Уфа, Российская Федерация*

## **РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЙ ПО СНИЖЕНИЮ НЕГАТИВНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА АТМОСФЕРУ ГАЛЬВАНИЧЕСКОГО ЦЕХА**

Машиностроительный комплекс составляют машиностроение и металлообработка. Машиностроение – ведущая отрасль мировой промышленности – занимается производством машин и оборудования, различного рода механизмов для материального производства, науки, культуры, сферы услуг. Машиностроительные предприятия являются основными источниками загрязнения окружающей среды [1].

Из большого объёма промышленных выбросов, попадающих в окружающую среду, на машиностроение приходится лишь незначительная его часть – 1-2%. Однако на машиностроительных предприятиях имеются основные и обеспечивающие технологические процессы производства с весьма высоким уровнем загрязнения окружающей среды. К ним относятся:

- внутризаводское энергетическое производство и другие процессы, связанные со сжиганием топлива;
- литейное производство;
- металлообработка конструкций и отдельных деталей;
- сварочное производство;
- гальваническое производство;
- лакокрасочное производство.

По уровню загрязнения окружающей среды районы гальванических и красильных цехов сопоставимы с такими крупнейшими источниками экологической опасности, как химическая промышленность; литейное

производство сравнимо с металлургией; территории заводских котельных – с районами ТЭС, которые относятся к числу основных загрязнителей [2].

Гальванический цех – производственное помещение, в котором детали и изделия обрабатывают и покрывают тонким слоем металла путем электролиза в специальных аппаратах – электролизерах или гальванических ваннах[3].

Гальванический цех выполняет следующие виды работ:

- химическая очистку деталей от алюминиевых, медных и титановых сплавов, углеродистых и легированных сталей, некоторых видов пластмасс и резин;
- нанесение окисных и анодно-окисных покрытий на алюминиевые сплавы, в том числе эматалирование и наполнение в растворах красителей;
- виброполировка и механическая полировка;
- электрохимполировка нержавеющей стали, химическая полировку меди;
- меднение блестящее и матовое;
- никелирование блестящее и матовое;
- твердое хромирование;
- покрытие сплавом олово-свинец;
- удаление бракованных и старых покрытий;
- нанесение различных лакокрасочных изделий материалов на металлические детали [4].

Сточные воды машиностроительных предприятий содержат нефтепродукты, образующиеся из смазочно-охлаждающих жидкостей и растворов обезжиривания, ионы тяжелых металлов из гальванических производств, множество химических соединений. Основными загрязнителями сточных вод гальванических производств являются ионы тяжёлых металлов, неорганических кислот и щелочей, цианиды, поверхностно-активные вещества.

Загрязнители, образующиеся в процессе обезжиривания поверхностей, определяются типами используемых растворителей, в качестве которых наиболее широко применяются растворы щелочей, хлорорганические растворители и фреоны.

Технологические процессы нанесения электрохимических покрытий включают в себя ряд последовательных операций, которые сопровождаются выделением в воздух помещения и в атмосферу различных загрязняющих веществ. В процессе электролиза с поверхности электролита выделяются пузырьки газов (водород, кислород и др.), вместе с которыми уносятся в виде тумана и сам электролит; это приводит к загрязнению воздуха токсическими и раздражающими веществами. Основные выделяющиеся загрязняющиеся вещества: аэрозоли щелочей, кислот, солей металлов, а также пары аммиака, оксида азота, хлористого и фтористого водорода, цианистый водород. Особой токсичностью отличаются растворы цианистых солей, хромовой и азотной кислот и др. [5].

В выбросах гальванического цеха ПАО «УМПО» содержатся высокие концентрации паров кислот и щелочей, которые образуются в результате технологических процессов нанесения гальванопокрытий, и мелкодисперсная пыль, выделяющаяся при подготовке поверхностей деталей к основному процессу. В связи с этим необходимо разработать технологию очистки выбросов гальванического производства.

В результате механической обработки поверхностей деталей в воздух выделяется мелкодисперсная пыль, размер частиц которой лежит в диапазоне 5-20 мкм. Запыленность газового потока составляет 7 г/м<sup>3</sup>.

Для очистки воздуха от пыли предлагается внедрить высокопроизводительный циклон СК-ЦН-34 ввиду его простоты в изготовлении, надежности в эксплуатации при высоких давлениях и температурах. Также этот тип циклонов обеспечивает фракционную

эффективность очистки на уровне 80...95% [6] от частиц пыли размером более 10 мкм.

Для очистки воздуха от загрязнений на первой ступени очистки предлагается использовать волокнистый фильтр марки ФВГ-Т-М-1,6 так как он обеспечивает высокую эффективность – 96...98 % [6]. Для доочистки воздуха предлагается скруббер Вентури, ввиду его эффективности очистки от туманов кислот и щелочей до 96...98 % и более при среднем размере частиц 1...2 мкм и начальной концентрации примесей до 100 г/м<sup>3</sup>.

Принципиальная технологическая схема очистки воздуха гальванического цеха предприятия представлена на рисунке 1.

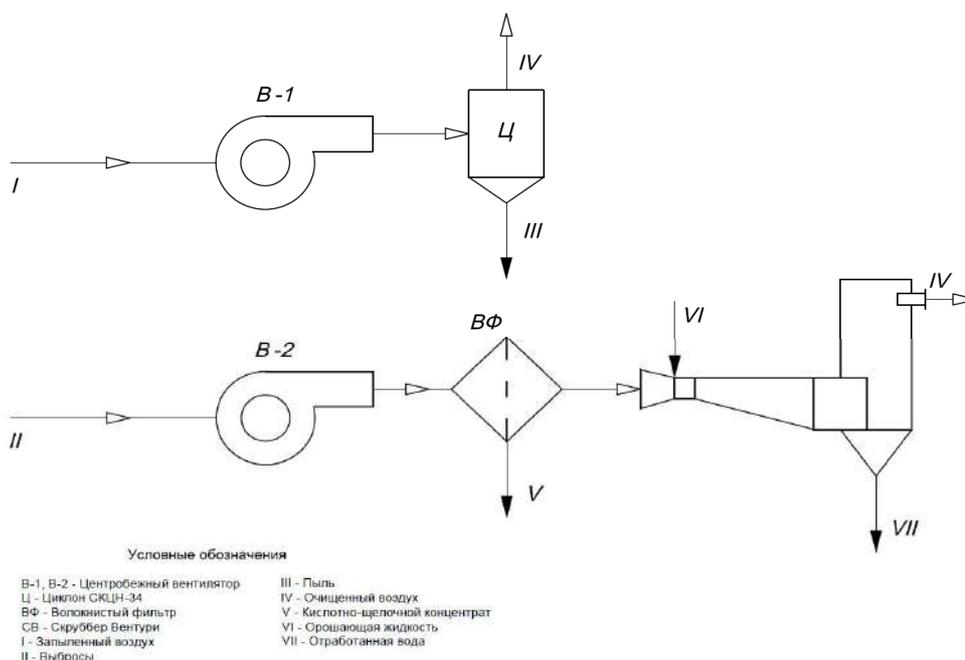


Рисунок 1 - Блок-схема очистки воздуха на гальваническом участке

Запыленный воздух (I) от участка механической обработки поверхностей деталей поступает в отдельную вентиляционную систему, откуда центробежным вентилятором (В-1) подается на циклон СК-ЦН-34 (Ц), в котором под действием центробежных сил происходит очистка воздуха от пыли (III).

Очищенный воздух (IV) по газоходу поступает в атмосферу.

Выбросы (II) от участка нанесения металлопокрытий поступают в вентиляционную систему, откуда центробежным вентилятором (В-2) выбросы подаются на первую ступень очистки в волокнистый фильтр (ВФ). Здесь происходит захват частиц жидкости. Кислотно-щелочной концентрат сливается из аппарата. Затем выбросы из волокнистого фильтра подаются на очистку в скруббер Вентури (СВ), куда также подается орошающая жидкость (V). Отработанная вода (VII) выводится из аппарата. Очищенный воздух (VI) также по газоходу выбрасывается в атмосферу.

Таким образом, предложенная установка очистки загрязненного воздуха гальванического цеха позволит снизить концентрации загрязняющих веществ до установленных требований в атмосфере.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Основы технологии машиностроения, Болдырев А.И., Смоленцев В.П., Белякин А.С., Болдырев А.А., 2011
2. Машиностроение, энциклопедия, автоматическое управление, теория. Т. 1-4, Федосов Е.А., Красовский А.А., Попов Е.П., Федосов Е.А., Фролов К.В., 2000
3. Медицинская энциклопедия [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.вокабула.рф/энциклопедии/медицинскаяэнциклопедия/гальванический-цех>
4. Грилихес С.Я. «Обезжиривание, травление и полирование металлов». – Л.: Машиностроение, 1983. – 101 с.
5. Кудрявцев Н.Т. «Гальванотехника» (учебник).- М.-Л.: Гизлегпром, 1940. – 284 с.
6. Гордон, Г.М. Пылеулавливание и очистка газов в цветной металлургии [Текст]/ Г.М. Гордон, И.Л. Пейсахов. – М.: Металлургия, 1977. – 456 с.

Балакирева С.В., Маллябаева М.И., Кочетова Е.В.

*ФГБОУ ВО Уфимский государственный нефтяной технический университет,  
г. Уфа, Российская Федерация*

## **ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ВОЗДЕЙСТВИЯ СРЕДСТВА АГРОЗАЩИТЫ ДИФЕНОКОНАЗОЛ НА ГЕОБИОНТОВ**

Нарушение технологии применения пестицидов приводит к накоплению в верхнем плодородном слое почвы избытка химических веществ, в том числе

ксенобиотиков, наблюдается антропогенная деградация почв. Проблемы безопасного применения пестицидов сегодня очень актуальны [1-3] и требуют комплексного рассмотрения при их действии на природные экосистемы и составляющие компоненты.

В работе изучена токсичность фунгицида – дифеноконазол (химическая формула  $C_{19}H_{17}Cl_2N_3O_3$ ) на почвенные организмы плодородного чернозема частной застройки с приусадебными земельными участками, расположенными в границах города Кумертау, возделываемыми в уплотненных условиях садово-огородничьи и цветочные культуры, и скорость его детоксикации.

Дифеноконазол (класс производных триазола) широко применяется в мировом агросекторе, выпускается в форме препаратов «Скор», «Раек КЕ» как системный фунгицид - создает комплексную защиту, а также используется для протравливания семян в составе комбинированных препаратов «Бастион», «Селест Топ 312,5 FS», «Цензор FS», «Цензор XL», «Церкоштеф» и др. в смеси с другими агрохимикатами (мефеноксам, ципроконазол, карбендазими др.).

Физико-химические и токсичные характеристики дифеноконазола приведены в МУК 4.1.2786-10: токсикант быстро сорбируется почвой, процессы разрушения идут медленно, устойчив к протеканию реакций гидролиза (расщепление соединения водой с образованием новых веществ) и фотолиза (фотодиссоциация соединения - распад от действия электромагнитного излучения фотонов Солнца, при естественном солнечном освещении ДТ составляет 145 дней). Он может растворяться в ряде органических растворителях (этанол, ацетон, толуол и др.), но почти не растворим в воде (0,015 г/дм при 25 °С). Токсикологические характеристики при заявленной производителем дозе - нетоксичен в отношении дождевых червей, пернатых, пчел. Препарат имеет третий класс опасности в отношении человека.

Создаваемое в работе модельное загрязнение будет оказывать влияние на

деятельность организмов почвенной среды. В почвообразовании ведущая роль отводится микроорганизмам и дождевым червям, которые многофункционально трудятся. Рассмотрим эти процессы применительно к дождевым червям [4].

Деятельность дождевых червей (рисунок 1) положительно влияет на почво- и гумусообразование, переработку листового опада и питание корней растений. На 1 м<sup>2</sup> чернозема огородов обитает 150-190 особей.

Дождевые черви роют почву, прокладывая глубокие ходы в зависимости от вида особей от 0,6 до 8,0 м, перемещают нижние слои почвы на верхний горизонт, верхние – на нижний. Ходы, созданные червями, способствуют условиям естественного проветривания, насыщению кислородом и влагой почвы. Очевидно, что при загрязнении верхнего слоя почвы фунгицидом, токсикант в результате работы червей будет переносится в глубину. В работе [5] отмечено, что при длительном (шестилетний период) постоянном использовании на агроучастке пестицида «Скор» (активное вещество дифеноконазол) привело к его накоплению в почве и к миграции в глубину до 0,6 м.

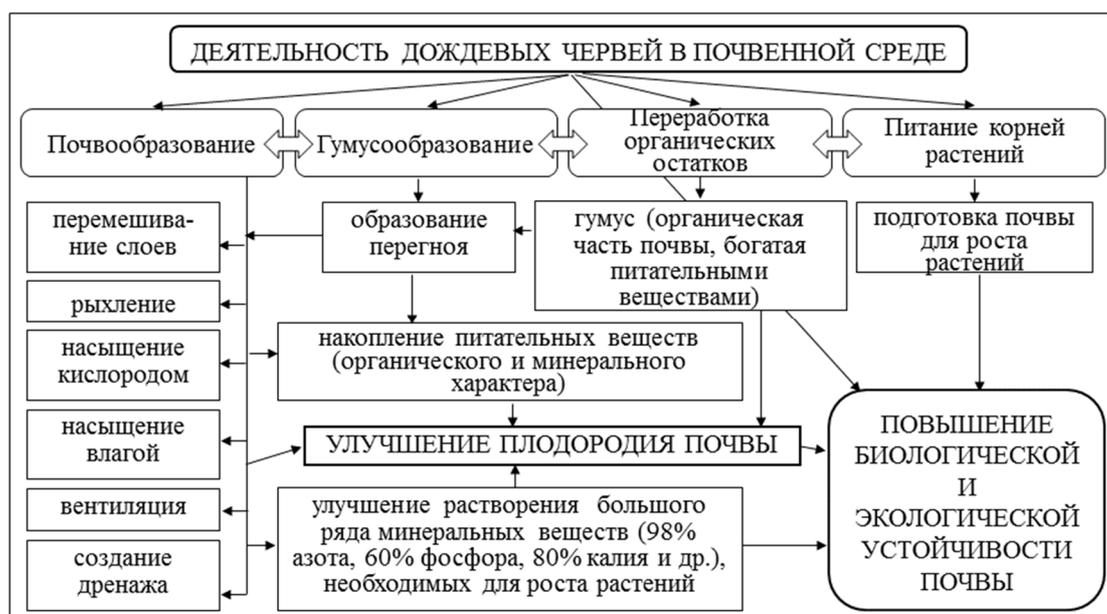


Рисунок 1 - Деятельность дождевых червей в биогеоценозе

На грунт, вытолкнутый червями на поверхность, действуют углекислота и гумусовые кислоты от разложившейся обработанной ими органической подстилки, листвы, что улучшает растворение большого ряда минеральных веществ, повышает плодородие почвы.

Особенности процесса питания дождевых червей приводит к перемешиванию, перетиранию, рыхлению почвы. При питании черви заглатывают землю, в том числе и насыщенную токсикантами, пропуская через кишечный тракт, извлекают необходимые для функционирования органические вещества из полусгнивших остатков растений, перепревающих органических веществ. Химическое загрязнение почвы может негативно сказаться на существовании червей, привести к сокращению их численности и даже гибели. Чтобы не допустить их уничтожение в гранулированные пестициды, которые применяются напочвенно или вносятся в нее, вводят отпугивающие червей добавки (запахи). В этом случае черви перестают работать (временно или длительно) на обработанных участках (горизонтах) почвы, что нарушает протекание естественных процессов в почвенной экосистеме.

Черви наполняют свои норы и ходы малыми фрагментами листьев, а также делают запасы растительных остатков, которые измельчают, частично переваривают и перемешивают с экскрементами почвы. В результате в почве идет процесс накопления питательных веществ, увеличивается количество органических минералов (процесс растянут во времени). Это же способствует миграции токсиканта.

Деятельность червей положительно влияет на развитие, питание, рост растений. Черви готовят почву для произрастания растений, перемешивая и размельчая ее, увеличивают рыхлость, это способствует насыщению и обогащению почвы воздухом и влагой. Корни растений могут продвигаться в почве по ходам, созданными дождевыми червями, где находится богатый питательный гумус.

Загрязнение почвы пестицидами приводит к интоксикации почвы и в разной степени влияет на организмы, обитающие в ней.

Эксперименты проводились в условиях модельного загрязнения, создающего попадание в почву фунгицида в дозах, превышающих заявленные производителем препарата по химической защите «Раек КЕ» (0,15 мл/л).

В реальных условиях малого земледелия подобное загрязнение (экологический фактор) возможно при нескольких вариантах антропогенного воздействия. Первое, при несоблюдении агроприемов химической защиты садово-огородничьих культур – нарушении технологии опрыскивание зеленой кроны плодовых культур – яблонь и груш, обработке ботвы картофеля и свеклы, листьев томатов – часть фунгицида оседает на землю. Второе, при передозировке (повышение) дозы обработки производственной концентрации (ПК), определенной производителем, или ошибке в расчете ее концентрации – увеличенное количество фунгицида попадает на почву.

В опытах фунгицид предварительно растворенный в воде, вносился в контейнеры с почвой в количестве (ПК, 10ПК, 100ПК и контроль – 0ПК - без фунгицида), хорошо перемешивался с ней, затем в контейнеры поместили по 10 половозрелых дождевых червей (*Lumbricus terrestris* L) на две недели. Поддерживалась постоянная температура (20 °C), влажность (60%). Периодически регистрировались реакции червей на раздражители и активность.

Дождевые черви чувствительны к химическому загрязнению, их отсутствие в почве свидетельствует о токсичности действующего вещества.

Результаты опыта: в контрольной пробе и при ПК выжили все черви, в модельных условиях загрязнения почвы при 10ПК – 70 %, при сильном загрязнении фунгицидом - 100ПК – погибли все черви.

Дополнительно были выполнены опыты по влиянию модельного загрязнения (0ПК, ПК, 10ПК, 100ПК) на бактериальные культуры почвы.

Микроорганизмы почвы составляют базу наземных экосистем. В 1 кг

почвы агроценоза содержится огромная их масса – в численном отношении от миллиона до нескольких миллиардов. Каждый агроценоз характеризуется своим набором микробиоты. Резкое сокращение их количества и видового состава нарушает все почвенные процессы (гумусообразование, разложение органических остатков и минералов пород почвы и др.), а, следовательно, экологическую устойчивость и биологическое равновесие агроценоза.

Бактериальные культуры почвы предварительно выделили методом микробиологического анализа на МПА (мясо-пептонный агар) и чашечным методом Коха по методике [6]. Посев взвесей исследуемых культур выполнили методом отпечатков или уколком на поверхность питательной среды при модельных загрязнениях и контроле (вариант без загрязнения), результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1

Состав и численность почвенных микроорганизмов

Микроорганизмы	Численное количество	Количество микроорганизмов при дозе токсиканта (ПК), %			
		контроль	0ПК	1ПК	10ПК
<i>Bacillus sp.</i>	$(3 \pm 0,02) \cdot 10^7$	100	6,7	0,0003	0
<i>Pseudomonas sp.</i>	$(2 \pm 0,02) \cdot 10^6$		5	0,1	
<i>Flavobacterium sp.</i>	$(2 \pm 0,03) \cdot 10^4$		10	0	
<i>Azospirillum sp.</i>	$(2 \pm 0,03) \cdot 10^5$		1	0	

В контрольном образце почва богата микроорганизмами, доминируют *Bacillus sp.* и *Pseudomonas sp.*, в меньших количествах присутствуют *Azospirillum sp.* и *Flavobacterium sp.*

Анализ результатов показал, что при концентрациях загрязнения, соответствующих ПК, фунгицид угнетает микроорганизмы, населяющие почву, резко в несколько раз (10 и более) снижается количественный состав и меняется видовой, происходит обеднение микробного сообщества.

При загрязнении в 10ПК прекращается деятельность микроорганизмов *Azospirillum* sp. и *Flavobacterium* sp., выявляются виды микроорганизмов, адаптирующиеся к загрязнению, к ним относятся *Pseudomonas* sp. и *Bacillus* sp. Доминантным видом становятся *Pseudomonas* sp.

При 100ПК препарат полностью уничтожает микроорганизмы в почве.

Экологически чистым способом детоксикации химического загрязнения почвы от пестицидов является деструкция микроорганизмами [1].

В наших опытах адаптированные к загрязнению микроорганизмы можно использовать как организмы-деструкторы, обязательно следует определить токсические свойства продуктов, образующиеся в процессе их метаболизма, и рассчитать время инактивации.

Спектрами 1Н и 13С ЯМР подтверждено очень медленное разрушение фунгицида (экологически стойкое вещество), он практически не подвергается биодеструкции микроорганизмами *Pseudomonas* sp. и *Bacillus* sp., наблюдения выполнялись в течение 112 дней, спектральные параметры определялись через каждые 30 дней.

Таким образом, при возникновении экологического загрязнения и попадании фунгицида на землю при заявленной производителем дозе (ПК) при однократной обработке происходит угнетение бактериальных культур чернозема в виде снижения численного и видового состава, но не токсично для дождевых червей.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Маллябаева, М.И. Исследование влияния метальдегида на биоценоз почвы и механизм его биотрансформации / М.И. Маллябаева, Г.Г. Ягафарова, Т.В. Тюмкина, С.В. Балакирева, Э.М. Зайнутдинова // Башкирский химический журнал. - 2016. - Том 23. -№3. – С. 63-67.
2. Латыпова, А.Р. Совершенствование законодательной базы в области охраны окружающей среды □Текст□ / А.Р. Латыпова, Ю.П. Ракитина, М.И. Маллябаева, С.В. Балакирева // Защита окружающей среды от экотоксикантов : матер. Международ. науч.-технич. конф., Уфа 14-15 апреля 2014 г. / РИЦ УГНТУ. – Уфа, 2014. - С. 256 - 261.

3. Щербакова, А.В. Анализ существующих способов использования и утилизации пестицидов [Текст] / А.В. Щербакова, М.И. Маллябаева, С.В. Балакирева // Радиоэкология. Новые технологии обеспечения экологической безопасности: сб. науч. тр./ Редкол.: Г.Г. Ягафарова и др. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2012. – С.246 - 253.
4. Чекановская, О.В. Дождевые черви и почвообразование / О.В. Чекановская –М: Изд-во Академии наук СССР,1960. – 208 с.
5. Подгорная, М. Е. Особенности динамики разложения сора, КЭ (250 г/л) в садовых агроценозах [Текст] / М.Е. Подгорная// Формы и методы повышения экономической эффективности регионального садоводства и виноградарства. Организация исследований и их координация: Юбилейный тематический сб. науч. трудов.— Краснодар: Садоводство, 2001.—Т. 1. — С. 366.
6. Нетрусов, А. И. Практикум по микробиологии: учеб. пособие для студ. вузов /А. И. Нетрусов– М: Издательский центр «Академия», 2005. –608 с.

Валиуллина Д.Х., Кусова И.В.

*ФГБОУ ВО Уфимский государственный авиационный технический университет, г.Уфа, Российская Федерация*

## **ОПРЕДЕЛЕНИЕ И КОРРЕКТИРОВКА РАЗМЕРОВ САНИТАРНО-ЗАЩИТНОЙ ЗОНЫ МОЛОЧНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ**

Большинство предприятий, их отдельные здания и сооружения с технологическими процессами, являются источниками выделения в окружающую среду вредных веществ. Загрязняющие вещества вместе с выбросами негативно сказываются на здоровье людей, вызывая общетоксичные эффекты. В связи с этим возникает необходимость отделения предприятий от жилой застройки санитарно-защитными зонами (СЗЗ) [1].

Санитарно-защитной зоной считается территория между местами выделения в атмосферу производственных вредностей и жилыми или общественными зданиями. Размер СЗЗ обеспечивает уменьшение воздействия загрязнения на атмосферный воздух до значений, установленных гигиеническими нормативами [2,3].

На примере молочного предприятия проведем корректировку санитарно-

защитной зоны с учетом направлений ветра в данной местности. Согласно СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 молочные предприятия относятся к предприятиям IV класса опасности, для которых установленный размер санитарно-защитной зоны составляет 100м.

Уточнение размеров санитарно-защитных зон (СЗЗ) промышленных предприятий для различных направлений ветра проводится по формуле [4]:

$$l = l_0 \frac{P}{P_0} \quad (1)$$

где  $l$  – расчетная (корректируемая) величина санитарного разрыва, м;

$l_0$  – величина санитарно-защитной зоны в соответствии с санитарным классом, м;

$P$  – повторяемость ветра в конкретном направлении согласно фактической среднегодовой розе ветров, %;

$P_0$  – повторяемость направлений ветров одного направления (румба) при круговой розе ветров.

Для 4-го класса опасности предприятия величина санитарно-защитной зоны  $l_0 = 100\text{м}$ . При восьмирумбовой розе ветров:

$$P_0 = \frac{100}{8} = 12,5$$

В таблице 1 и на рисунке 2 представлена среднегодовая роза ветров для города N, где размещено молочное предприятие.

Таблица 1

Среднегодовая роза ветров города N %

С	С-В	В	Ю-В	Ю	Ю-З	З	С-З
10,3	5,6	14,1	6,9	8,5	7,5	37,9	9,1

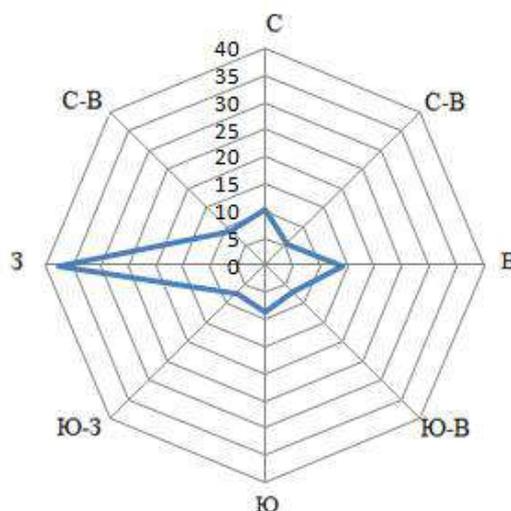


Рисунок 1 – Роза ветров города N

При корректировке ширины СЗЗ с учетом преобладающих направлений ветра запрещается ее сокращение по корректирующему значению [4].

$$B = 14,1\%; l = 100 \frac{14,1}{12,5} = 112,8 \text{ м}$$

$$З = 37,9\%; l = 100 \frac{37,9}{12,5} = 303,2 \text{ м}$$

Ветровой режим на рассматриваемой территории преимущественно западный и восточный, поэтому корректируемая СЗЗ восточный и западный соответственно 303,2 м и 112,8 м (рисунок 2)

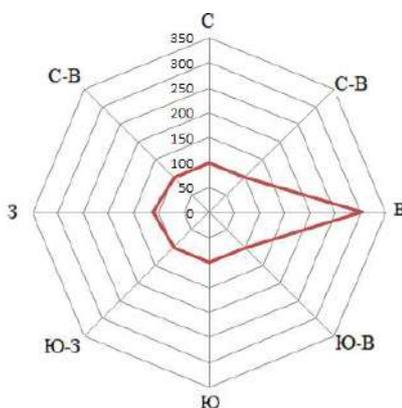


Рисунок 2 – Скорректированные границы санитарно-защитной зоны  
молочного предприятия

Таким образом, в данной работе проведена корректировка санитарно-защитной зоны молочного предприятия. В соответствии с преобладающими направлениями ветра величина санитарного разрыва значительно увеличилась по восточному направлению (303,2 м) и незначительно в западном направлении (112,8м).

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Санитарные зоны (СЗЗ): определение, размер, закон [электронный ресурс] Режим доступа: <http://fb.ru/article/236138/sanitarnyie-zonyi-szz-opredelenie-razmeryi-zakon>, свободный [дата обращения: 10.04.2017г. ]
2. Руководство по проектированию санитарно-защитных зон промышленных предприятий/ ЦНИИП Градостроительства. – М.: Стройиздат. – 1984. – 33 с.
3. Даулетбаева А.Д. Современные аспекты проектирования санитарно-защитных зон промышленных предприятий, сооружений и иных объектов // Научное сообщество студентов: Междисциплинарные исследования. – 2006. – №3. – С.207 – 209.
4. Ю.С. Рыбаков, методическое пособие «Определение СЗЗ предприятия»/ Екб.: Прогресс. – 2004. – С.17 – 20.

Мугаллимова Э.Р., Кусова И.В.

*ФГБОУ ВО Уфимский государственный авиационный технический университет, г. Уфа, Российская Федерация*

### **РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЙ ПО СНИЖЕНИЮ НЕГАТИВНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА АТМОСФЕРУ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ КИРПИЧА**

Поступление в воздушную среду вредных веществ в виде пыли и газов является прямым результатом несовершенства технологического оборудования и транспортных систем, а также отсутствием или малоэффективной работой пылеулавливающих устройств. Вредные вещества, выбрасываемые с неочищенным воздухом в атмосферу, попадая в организм человека, нарушают его нормальную жизнедеятельность и приводят к серьезным заболеваниям

дыхательных путей [1]. В связи с этим проблема несовершенства технологии очистки воздуха при производстве строительных материалов является весьма актуальной.

Целью данной работы является усовершенствование технологии очистки выбросов кирпичного завода.

Кирпич — искусственный камень правильной формы, используемый в качестве строительного материала, произведённый из минеральных материалов, обладающий свойствами камня, прочностью, водостойкостью, морозостойкостью. Основные этапы производства керамического кирпича состоят из следующих операций: добыча сырьевых материалов; подготовка многокомпонентной шихты полусухим или пластическим способом; формование изделий (сырца); сушка сырца; обжиг (обрезка, глазурирование и пр.); упаковка готовой продукции.

С точки зрения воздействия на окружающую среду загрязнение происходит на всех этапах производства [2]. Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу происходят при: открытой карьерной добыче глины; подготовке к формованию глин, которая включает операции по разрушению природной структуры глины, по измельчению или удалению крупных частиц, по смешиванию глины с водой и отощающими добавками; в процессе сушки и обжига кирпича в специальных печах по причине сгорания природного газа для получения тепла, необходимого для обжига.

Высоким пылеобразованием сопровождаются процессы дробления, помола, просеивания и смешивания материалов, а также сушки и обжига изделий. Дополнительным источником загрязнения атмосферы является котельная, которая в качестве топлива использует жидкое топливо или твердое. При работе автомобильного транспорта и спецтехники загрязнение атмосферы в зоне влияния происходит при работе двигателей дорожно-строительной техники и автотранспорта, выделяющих азота диоксид, азота оксид, бензин,

оксид углерода, оксид серы и сажу [3]. Общая схема входных и выходных материальных потоков воздействия кирпичного завода на окружающую среду представлена на рисунке 1.

Приоритетными загрязнителями атмосферы кирпичного завода являются пыль неорганическая, ЛОС, оксид углерода, диоксид серы, углеводороды, сажа, оксиды азота.

Из рисунка 1 видно, что ежегодно с территории кирпичного завода в атмосферу поступает порядка 6545,22 т/год загрязняющих веществ.

Повышенные концентрации в атмосферном воздухе загрязняющих веществ, образующиеся в результате деятельности кирпичного завода оказывают негативное влияние на экосистемы и здоровье людей. На рисунке 2 показаны объемы выбросы в атмосферу от стационарных источников на территории Российской Федерации, иллюстрирующие динамику изменения объема выбросов, их качественного состава и «вес» отдельных видов экономической деятельности.

Из рисунка 2 видно, что наибольшие выбросы образуются у обрабатывающих производств, к которым относится и промышленность строительных материалов.

Пять лет назад доля выбросов «обрабатывающих производств» составляла также 34,0%. Выбросы «обрабатывающих производств» сократились за пятилетку на 7,2%. В 2014г. это соотношение практически не изменилось. Наибольшие объемы выбросов от стационарных источников в 2015 г. приходились на такие виды экономической деятельности как «обрабатывающие производства» (5968,6 тыс. т или 34,5% от всех выбросов от стационарных источников) и «добыча полезных ископаемых» (4754,7 тыс. т или 27,5%) [4].



Рисунок 1 - Баланс входных и выходных материальных потоков воздействия кирпичного завода на окружающую среду

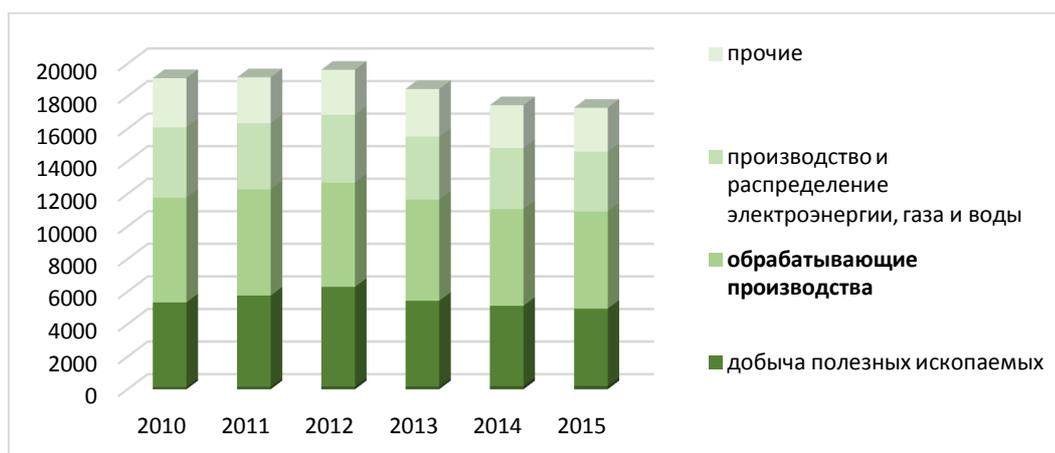


Рисунок 2 - Распределение объема выбросов от стационарных источников по видам экономической деятельности, тыс. т [4]

Для большинства промышленных предприятий очистка выбросов остается основным мероприятием по защите воздушного бассейна от загрязнения. Очистка воздуха имеет большое санитарно-гигиеническое, экономическое и экологическое значение, так как использование неочищенного или недостаточно очищенного воздуха приводит к ухудшению здоровья человека.

В целях очистки газовой смеси и улавливания пыли на предприятии установлена система очистки воздуха, т.е. система улавливания пыли - пылесадительная камера. Пылесадительная камера является самой простой в эксплуатации и служит для грубой (50-100 мкм) очистки запыленного воздуха, однако более мелкие частицы пыли могут выноситься с потоками воздуха наружу.

Так как пылесадительная камера с низкой степенью очистки воздуха, то для соблюдения санитарных норм на кирпичном заводе целесообразно использовать двухступенчатую очистку выбросов от неорганической пыли. В качестве первой ступени для грубой очистки пыли дисперсностью 50 мкм выберем циклон, который способен обеспечивать очистку газов с эффективностью работы от 85 до 98 %. Данные показатели актуальны, если пыль имеет частицы размером более 10 мкм. Циклон рекомендуется использовать перед применением высокоэффективных газоочистных аппаратов. Второй ступенью предлагаемой газоочистной установки для улавливания мелкодисперсной пыли выберем рукавный фильтр. В качестве фильтровального материала предлагается использование ткани из синтетических волокон – лавсана. Данный фильтр обеспечит эффективность очистки газа до 99,9% для пыли любой дисперсности. В связи с этим, далее усовершенствуем технологию очистки выбросов на кирпичном заводе.

Усовершенствованная принципиальная технологическая схема очистки выбросов представлена на рисунке 3.

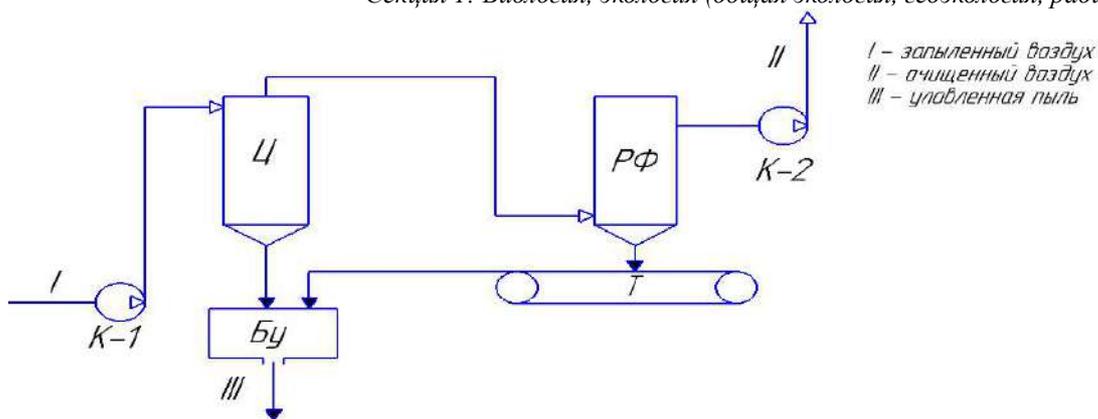


Рисунок 3 - Усовершенствованная принципиальная технологическая схема очистки выбросов кирпичного завода

Запылённый газ (I) с помощью компрессора (К-1) тангенциально вводится в цилиндрический циклон (Ц). В аппарате формируется вращающийся поток газа, направленный вниз, к конической части аппарата. Вследствие силы инерции (центробежной силы) частицы пыли выносятся из потока и оседают на стенках аппарата, затем захватываются вторичным потоком и попадают в нижнюю часть. Из нижней части циклона через выпускное отверстие пыль (III) отводится в бункер для сбора пыли (Бу).

Очищенный от крупнодисперсной пыли размером 50 мкм газовый поток, двигаясь снизу вверх, выводится из циклона через соосный выхлопной патрубок на вторую ступень очистки – рукавный фильтр (РФ). В основе работы рукавного фильтра лежит механическая фильтрация запыленного воздуха с использованием фильтров из текстильного материала – лавсан. По мере прохождения запыленного воздуха через рукава, частицы пыли задерживаются волокнами ткани, а газ (II) проходит в камеру чистого воздуха и через открытый выпускной клапан поступает из нее в атмосферу с помощью компрессора (К-2). Скорость фильтрации определяется перепадом давления на пористой перегородке. Для поддержания стабильной скорости фильтрации перепад

давления постоянно увеличивается. Это производится до некоторого предельного значения, после чего осуществляется регенерация.

Пылеулавливание происходит в два этапа: частицы пыли оседают в бункер за счет изменения направления потока воздуха, остаток частиц оседает на поверхности фильтрующих рукавов. Из нижней части рукавного фильтра (РФ) уловленная пыль (Ш) попадает на винтовой транспортер (Т), откуда направляется в бункер (Бу).

Уловленная пыль (Ш) может применяться в качестве материала для производства асфальтобетонной смеси.

После прохождения двухступенчатой газоочистной установки концентрация пыли в воздухе сократилась в более чем 55 раз, что не превышает ПДК рабочей зоны.

Оценена эколого-экономическая эффективность предложенной системы очистки воздуха. Установлено, что данная усовершенствованная система очистки воздуха позволит предприятию сократить плату за выбросы пыли. Внедрение технологии пылеулавливания кирпичном заводе позволит не только практически исключить плату за выбросы, но и извлекать дополнительную прибыль.

Таким образом, предложенная усовершенствованная схема очистки выбросов на кирпичном заводе позволит снизить концентрацию неорганической пыли на рабочем месте до требуемых санитарных норм, а также снизить плату за выбросы в атмосферу. Применение данной схемы очистки выбросов является целесообразной.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Ветошкин А.Г. Инженерная защита окружающей среды от вредных выбросов. Учебное пособие. 2-е изд. испр. и доп., В 2-х частях.- М.: Инфра-Инженерия, 2016.-416 с.
2. Технологические пылевые выбросы и пути оздоровления условий труда при производстве строительной керамики / В.П. Добросоцкий, К.С. Громов, А.В. Малинов и др. // Строительные материалы. – 2005. – № 7. – С. 20–22.

3. Подготовка сырья для производства кирпича. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://vsyglina.org.ru>, свободный. (Дата обращения: 25.03.2016).
4. Государственный доклад о состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2015 году. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://www.mnr.gov.ru>, свободный. (Дата обращения: 20.03.2017 г.).

Маллябаева М.И., Файзуллина А.М., Балакирева С.В.

*ФГБОУ ВО Уфимский государственный нефтяной технический университет, г. Уфа, Российская Федерация*

## **ДЕЙСТВИЕ СРЕДСТВА АГРОЗАЩИТЫ ЦИПЕРМЕТРИН НА ТЕСТ-ОБЪЕКТЫ ВОДНОЙ СРЕДЫ**

Сегодня пестициды являются неотъемлемой частью агросектора страны. Они могут мигрировать, загрязнять и накапливаться в окружающей среде (почве, водных объектах и биоте) в результате попадания из территориальных источников - со сточными водами производства, при обработке агроценозов и лесов с воздуха средствами авиации и наземной техникой, при непосредственном санитарном воздействии на открытые водные источники для снижения численности, а также уничтожения обитающих и (или) размножающихся в них вредных личинок, моллюсков и водной растительности, переносчиков опасных человеку и животным заболеваний, сорной растительности, а также при протекании природных процессов - с дождевыми и тальными стоками, при выветривании почвы.

Вода выполняет роль основного транспортного средства ядохимикатов в окружающей природе. Поверхностные и подземные воды, внутренние водные источники, реки, водохранилища, моря и океаны при антропогенных и природных процессах в ряде случаев могут стать итоговым местом накопления токсикантов. Происходит химическое загрязнение водной среды, наиболее опасным являются стойкие вещества (медленно разрушаемые природой), имеющие длительный период полураспада [1 - 2].

Воздействие агрохимикатов на гидробионтов может проявляться двояко [3]: в виде прямого токсического действия (острые или хронические нарушения), а также косвенным образом (уменьшается количество растворенного кислорода, изменяется химическое состояние состава воды, уничтожаются полезные водные организмы и др.).

В процессе перехода агрохимикатов по звеньям трофической цепи их содержание нарастает, концентрация превышает начальную во много раз (сотни и даже тысячекратно), может стать смертельно опасным для крупных организмов, замыкающих трофические уровни. Из зарегистрированных пестицидов наиболее опасными являются хлорорганические и фосфорсодержащие.

В работе в модельных условиях изучалось экологическое загрязнение инсектицидом циперметрин ( $C_{22}H_{19}NO_3Cl_2$ ) водной среды в результате его смыва из чернозема, отобранного в Кигинском районе Республики Башкортостан.

Циперметрин является контактно-кишечным токсикантом, относится к пиретроидам, нарушает (уменьшает) мембранный потенциал покоя (деполяризация) – изменяется скорость течения ионов натрия, значительно замедляется их проникаемость [4]. Хорошо растворяется в воде.

Мониторинг загрязнения осуществляли на водных тест-объектах – инфузориях (одноклеточные организмы), они относятся к простейшим, занимают второй трофический уровень, питаются одноклеточными водорослями и бактериями, сами служат пищей мелким беспозвоночным организмам.

Инфузории показывают в ходе проведения исследования хемотаксические реакции (хемотаксис). Совокупность показателей реакций инфузорий определяют при помощи прибора БИОТЕСТЕР 2.

Выполнение экспериментов. Почву поместили в четыре контейнера. В

три из которых добавили токсикант в количествах ПК (производственная доза, установленная производителем), 10ПК и 100ПК, четвертый – контрольный образец – без загрязнения. Пробы почвы, заранее загрязненные инсектицидом, поместили в сухую стеклянную посуду, высушили до воздушно-сухого состояния и измельчили в механической ступке. Взяв навеску каждой пробы почвы (10 грамм), добавили к ней дистиллированную воду (100 мл), провели в течение двух часов экстрагирование на качалке для встряхивания жидкостей, затем дали 30 мин. отстояться, отсифонировали верхний (надосадочный) слой жидкости, затем профильтровали, используя бумажный фильтр.

К 9 см<sup>3</sup> полученного почвенного экстракта добавили концентрат среды Лозина-Лозинского (1 см<sup>3</sup>).

В ходе измерений выполнили сравнение анализируемой пробы с той, в которой находятся инфузории. В течение 30 мин. зафиксировали расслаивание раствора, в верхней части наблюдали взвесь инфузорий. Кюветы поместили в ячейки в БИОТЕСТЕР-2 и сняли показания хемотаксис инфузорий.

После всех необходимых манипуляций, произведенных согласно методическим указаниям, провели измерения на приборе БИОТЕСТЕР. Результаты показаны в таблице 1.

Таблица 1

Результаты измерений на приборе БИОТЕСТЕР – 2

Вариант	Показания прибора					Средние значения, I <sub>ср</sub>	Индекс токсичности (для инфузории туфелька), T
Контроль	65	75	65	89	76	74	-
ПК	45	32	40	36	43	39,2	0,4 (II)
10ПК	33	25	27	31	28	28,8	0,6 (III)
100ПК	5	8	5	8	7	6,6	0,9 (IV)
Примечание. Классификация степени токсичности (4 группы): I. Проба нетоксична (T=0,00); II. Допустимая степень токсичности (0,00 <T <0,40); III. Умеренная степень токсичности (0,41 <T <0,70); IV. Высокая степень токсичности (T>0,71).							

Оценку токсичности пробы проводили по определению относительной разницы количества клеток, наблюдаемых в зоне измерения незагрязненных и тестовых проб.

Формула для вычисления индекса токсичности (1):

$$T = (I_{\text{ср.к}} - I_{\text{ср.а}}) / I_{\text{ср.к}} \quad (1)$$

где  $I_{\text{ср.к}}$ ,  $I_{\text{ср.а}}$  – средние значения, показанные прибором, соответственно для контрольной и анализируемых (загрязненных) проб,

$T$  – индекс токсичности – это безразмерная величина, она имеет значения в границах от 0 до 1, определяемых в зависимости от степени токсичности пробы, подвергнутых анализу.

Результаты биотестирования в условиях нарастания загрязнения показали, что индекс токсичности проб с препаратом циперметрин не превышает степень токсичности при заявленной производителем дозе. В условиях высокого загрязнения (10ПК) отмечена умеренная степень токсичности (III группа). При экстремальном загрязнении токсикантом (100ПК) регистрируется высокая степень токсичности (IV группа). Превышение допустимой степени токсичности свидетельствует о его опасности по отношению к мелким беспозвоночным, находящимся в воде, которые располагаются на третьем уровне трофических цепей (сетей) в водных экосистемах.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Хатмуллина, Р.М. Эмиссия полициклических ароматических углеводородов в окружающую среду/ Р.М. Хатмуллина, В.И. Сафарова, А.М. Сафаров //Безопасность жизнедеятельности.-2014.- № 11.- С. 34-37.
2. Маллябаева, М.И. Исследование влияния метальдегида на биоценоз почвы и механизм его биотрансформации / М.И. Маллябаева, Г.Г. Ягафарова, Т.В. Тюмкина, С.В. Балакирева, Э.М. Зайнутдинова // Башкирский химический журнал. - 2016. - Том 23. -№3. – С. 63-67.
3. Балакирева, С.В. Совершенствование рыночных инструментов охраны окружающей среды [Текст] / С.В. Балакирева, М.Р. Казыханова, М.И. Маллябаева// Нефтегазопереработка-2015 ; матер. Международ. науч.-практ. конф, / ГУП ИНХП РБ. – Уфа, 2015, - С 5-6.
4. Мельников, Н.Н. Справочник по пестицидам / Н.Н. Мельников, К.В. Новожилов, С.Р. Белан, Т.Н. Пылова. - М.: Химия, 1985. – 352 с.

Онуфриенко И.В.

*ФГБОУ ВО Калмыцкий государственный университет им.Б.Б.Городовикова,  
г. Элиста, Российская Федерация*

## **ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗГРАМОТНОСТЬ НАСЕЛЕНИЯ**

Серьёзнейший экологический кризис, поразивший нашу планету, внёс существенные коррективы в отношения человека и природы, заставил переосмыслить все достижения мировой цивилизации. Приблизительно с шестидесятых годов двадцатого столетия, когда перед человечеством впервые так остро встала проблема уничтожения всего живого в связи с промышленной деятельностью, стала оформляться новая наука – экология и как следствие этого возникновения, появилась экологическая культура.

Грамотность или ее отсутствие сегодня влияет на все сферы жизни человека. Наиболее острой и популяризованной в мире является проблема речевой и письменной грамотности. Менее изученными, но уже ставшими актуальными, становятся вопросы финансовой, юридической, компьютерной, информационной, экологической, географической и политической грамотности. При этом, как отмечают ученые, любой вид неграмотности сводится к одному определению – это незнание какой-либо информации, отсутствие навыков и умений в этой области [1]. Разумеется, все знать невозможно, однако, важно понимать, что последствия безграмотности человека в том или ином вопросе могут не просто «помешать более хорошему качеству чего-либо или не достижению цели», но и стать причиной чрезвычайных ситуаций, утраты здоровья или даже жизни человека. В связи с этим, вопросы неграмотности в области безопасности жизнедеятельности становятся наиболее актуальными.

В связи с глобальным экологическим кризисом, необходимо выяснить, какие отношения человека и природы можно считать гармоничными, как

человеческая деятельность влияет на окружающую среду и отметить, почему экологическая культура и экологическое воспитание так важны особенно сейчас. Немаловажно заметить, как уровень экологического воспитания соотносится с положением дел в мире, в каких отношениях он состоит с глобальным экологическим кризисом. Вследствие этого, следует показать, что уровень экологической культуры прямо пропорционален экологической обстановке в мире, находится в прямой зависимости от экологического воспитания. От уровня экологического воспитания, экологической культуры зависит вопрос выживания человечества, сможет ли человек остаться на нашей планете, или его ждёт вымирание или деградация с последующей мутацией. Именно такую дисциплину как “экологическая культура” сегодня возложена миссия спасения человечества, выработки механизмов противодействия вымиранию и гибели. Поэтому необходимо внимательнейшим образом подойти к проблеме экологического кризиса, и противодействовать ему посредством образования и путём пересмотра, как достижений цивилизации, так и всего законодательства.

В настоящее время каждый человек, не зависимо от его специальности, должен быть экологически образован и экологически культурен. Только в этом случае он сможет реально оценивать последствия своей практической деятельности при взаимодействии с природой. Если в деле экологического образования и просвещения уже многое что начато, и самое главное, делается, то, в отношении экологической культуры мало что предпринято. Возможно, это объясняется и трудностью точного определения, что же такое «экологическая культура». В самом общем виде можно сказать, что «экологическая культура» это система знаний, умений, ценностей и чувство ответственности за принимаемые решения в отношении с природой. Основными компонентами экологической культуры личности должны стать: экологические знания,

экологическое мышление, экологически оправданное поведение и чувство любви к природе.

Экологически культурная личность должна обладать экологическим мышлением, то есть уметь правильно анализировать и устанавливать причинно-следственные связи экологических проблем и прогнозировать экологические последствия человеческой деятельности. Экологическое поведение личности в быту, в процессе производственной деятельности, на отдыхе и др., которое должно быть экологически оправданным и целесообразным [4].

Все компоненты экологической культуры между собой тесно взаимосвязаны и как их формирование, так и существование невозможно друг без друга. У личности обладающей экологическими знаниями, мыслящей и действующей экологически целесообразно, проявление чувства любви к природе гораздо глубже и прочнее.

Экологическая ответственность на прямую связана с экологическим воспитанием и с такими качествами личности, как самоконтроль, умение предвидеть ближайшие и отдаленные последствия своих действий в природной среде, критическое отношение к себе и другим. Соблюдение моральных требований, связанных с отношением к природе, предполагает развитую убежденность, а не страх за возможное наказание и осуждение со стороны окружающих [3]. «В соответствии с Программой мероприятия по реализации Концепции экологического образования и воспитания подрастающего поколения, утвержденной постановлением Кабинета Министров РК от 3 февраля 1997 года за №137, Министерства образования культуры и здравоохранения РК и Министерства экологии и природных ресурсов РК утвердили национальную программу экологического образования в которой приняты во внимание общие принципы экологической политики в области экологического образования, выработанные ООН, ЮНЕСКО, ЮНЕП и другие,

определены собственные специфические периоды роста и развития системы экологического образования и воспитания.

Экологическое образование выступает как сложный педагогический процесс. Знание основ экологии – это важнейший компонент экологической культуры, развиваемый как у школьников, так и у студентов. Сложившаяся в настоящее время система высшего образования и воспитания включает большой объем экологических знаний, умений и навыков, реализующих требования в направлении роста и развития экологической культуры. В условиях современной экологической ситуации важна экологизация всей системы образования и воспитания подрастающего поколения. Одним из важнейших принципов экологического образования считается принцип непрерывности – взаимосвязанный процесс обучения, воспитания и развития человека на протяжении всей его жизни. Сейчас жизнь ставит перед преподавателями задачу развития личности студента как непрерывный процесс. Проблема личностного развития студента, как единого, целостного процесса может быть реализована, когда преподаватели будут иметь ясную картину основных линий развития экологической культуры. Экологическое образование и воспитание возможно лишь при условии, если содержание учебных дисциплин способствует экологически целостных ориентаций.

В студенческом возрасте учащиеся предпочитают заниматься такими делами как, посадка деревьев и кустарников, участвуют в экскурсиях, туристских походах. Престижны освоения местного рельефа. Менее ценятся участие в охране природы, уход за деревьями, уборка территорий.

Человек познает мир на протяжении всей своей жизни. В созидании целостности личности, культуры окружающего мира огромную роль играет образование. Особенностью экологического образования было то, что оно появилось ввиду жизненной необходимости всех людей на планете. Сластенин Ц.А. отмечает, что «экологическое образование- это не часть образования, а

новый смысл и цель современного образованного процесса – уникальное средство сохранения и развития человека и продолжения человеческой цивилизации». Цель экологического образования – формирование ответственного отношения к окружающей среде, которое строится на базе нового мышления, это предполагает соблюдение нравственных и правовых принципов природоиспользования и пропаганду идей оптимизации, активная деятельность по изучению и охране своей местности, защите и возобновлению природных богатств. Чтобы эти требования превратились в норму поведения каждого человека, необходимо с детских лет целенаправленно воспитывать чувство ответственности за сохранность природы, вырабатывать активную жизненную позицию по восприятию проблемы сохранения окружающей природной среды. Наконец, предпосылкой личного отношения к среде является собственная деятельность человека, в которой возникают, осознаются и реализуются цели личности и коллектива, отношения к природе и обществу.

Человек находится в постоянном взаимодействии со средой обитания. На всех этапах развития человечества существовала, существует и будет существовать потенциальная опасность жизни и деятельности людей. Аксиома о потенциальной опасности – основополагающий постулат безопасности жизнедеятельности, который определяет, что в системе человек – среда обитания постоянно действуют негативные факторы природного, техногенного и военно-политического характера. Уровень обеспечения безопасности жизнедеятельности человека в государстве служит наиболее достоверным и интегральным критерием оценки степени экономического, правового и политического развития общества.

Приобретенные знания, умения и навыки в области безопасности жизнедеятельности становятся насущной потребностью в жизни каждого человека, общества, государства, потому что они, в конечном итоге, формируют национальную безопасность России.

Постоянное повышенное общего уровня культуры в этой области безопасности жизнедеятельности, а в частности грамотности в этой области, будет способствовать обеспечению социального благополучия человека. Соблюдение норм безопасного поведения должно способствовать воспитанию в каждом человеке таких качеств, как ответственное отношение к сохранению природной среды, к личному здоровью, которое представляет собой как индивидуальную, так и общественную ценность [2].

Анализ причин трагических последствий различных опасных и чрезвычайных ситуаций показывает, что более чем 80% случаев причиной гибели людей является «человеческий фактор». По статистике, трагедия чаще всего происходит из-за незнания и несоблюдения норм и правил безопасного поведения, из-за элементарной безграмотности в области безопасности.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Ермоленко В.А. Функциональная грамотность в современном контексте / В.А. Ермоленко. – М.: ИТОП РАО, 2002. – 115с.
2. Русак О.Н., Малаян К.Р., Занько Н.Г. Безопасность жизнедеятельности: Учеб. пособ.- 5-е изд., стереотип. / Под ред. О.Н. Русака. – СПб.: Лань, 2002. – 448с.
3. Экологическое образование и воспитание. Метод. Рекомендации. – Улан – Удэ, 1990. – 29с.
4. Эстетическая культура и эстетическое воспитание. Кн. для учителя / Н. И. Кнященко, Н. Л. Лейзеров, М. С. Каган и др. – М.: Просвещение, 1983. – 303с.

Худолей О.Д., Кондратьева О.Е., Бурдюков Д.А., Локтионов О.А.

*ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ», г.Москва, Российская Федерация*

### **ВЫБОР МЕТОДА ГАЗОВОГО АНАЛИЗА ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ НЕПРЕРЫВНОГО КОНТРОЛЯ ВЫБРОСОВ ТЭС В АТМОСФЕРУ**

В настоящее время в Российской Федерации осуществляются масштабные изменения нормативно-правовой базы по охране окружающей среды. Одним из основных направлений природоохранной деятельности является государственный контроль выбросов промышленных предприятий в

атмосферный воздух и оценка их соответствия установленным нормативам.

Поэтому необходимо внедрение на предприятиях, относящихся к I категории объектов по степени воздействия на окружающую среду, непрерывного контроля и учета выбросов[1]. Для измерения содержания загрязняющих веществ в отходящих газах применяются газоаналитические системы различных типов.

Классификация газоанализаторов по методам регистрации позволяет выбрать приборы соответствующие принципам наилучшей доступной технологии (НДТ). Обзор и анализ методов газового анализа, проведенный в работе, показал, что для контроля и учета выбросов загрязняющих веществ могут использоваться следующие методы газового анализа: хроматография, магнитные, электрохимические и оптические.

На основании проведенного в работе сравнения методов газового анализа выявлено, что оптические газоанализаторы являются наиболее подходящими для установки в систему контроля и учета выбросов, так как обладают высокой чувствительностью, селективностью, на результаты измерений не влияют коррозионная среда, электромагнитные и радиационные поля, стойкие к перегрузкам. Также они долговечны и высоконадежны. Именно эти методы можно отнести к наилучшим доступным технологиям. Пример сравнения представлен в таблице 1.1.

Таблица 1.1

Пример сравнительного анализа методов газового контроля

Методы газового анализа	Основной принцип	Достоинства	Недостатки	Область применения
<b>Магнитные методы</b>				
Термо-магнитный метод	измеряют физические характеристики газа, обуслов. магнитными свойствами газа в магнит. поле.	- высокая точность	- используется только для измерения O <sub>2</sub>	- контролируют содержание O <sub>2</sub>

Методы газового анализа	Основной принцип	Достоинства	Недостатки	Область применения
<b>Оптические методы</b>				
Молекулярно-адсорбционная спектроскопия (ИК-спектроск., фотометрия, УФ-спектроск.)	измерение ослаб. светового потока, вызван. избирательным поглощением анализируемым газом	- высокая чувствительность - не имеют в конструкции вредных реагентов - селективность и чувствительность	- высокая стоимость - тяжело обслуживать если устанавливается на высоте	- позволяют определять практически все загрязняющие газы и вещества
Лазерный метод	измен. спектра лазера и интенсивности его излучения, совпадающих с линиями погл. компонентов	- высокая чувствительность - высокое быстроедействие - непрерывность анализа - селективность	- высокая стоимость - тяжело обслуживать если устанавливается на высоте	- позволяют определять примеси: паров воды, CO <sub>2</sub> , O <sub>2</sub> , N <sub>2</sub> O, CH <sub>4</sub> , NH <sub>3</sub> и др.

Газоаналитические системы могут быть беспробоотборными и пробоотборными [2]. В таблице 1.2 приведены сравнительные характеристики этих систем.

Таблица 1.2.

Сравнительные характеристики беспробоотборных и пробоотборных систем.

Беспробоотборные	Пробоотборные
Анализ газов в режиме реального времени без остановки рабочего процесса.	Предусматривает забор части потока из газохода, его подготовку и подачу в модуль анализатора при постоянных условиях
Осуществляют измерения в условиях работы основного оборудования	Возможность отбора пробы для анализа из зоны высоких температур (свыше 1000 °С) и агрессивных газов
Просты в установке, наладке	Требуется монтаж пробоотборных линий, которые будут обеспечивать сохранность пробы
Почти не требуют обслуживания и отличаются быстрым временем отклика	Трудоемкость обслуживания большой системы
Высокая стоимость	Меньшая стоимость

В пробоотборных системах предусмотрены устройства для отбора и подготовки проб, а также линии транспортировки пробы к газоанализатору. А беспробоотборные системы позволяют проводить контроль содержания

загрязняющих веществ в дымовых газах в режиме реального времени и без дополнительной погрешности, связанной с возможным изменением состава и температуры пробы в процессе транспортировки. Следовательно, для организации непрерывного контроля выбросов ТЭС в атмосферу можно рекомендовать оптические беспробоотборные газоаналитические системы.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Постановление Правительства РФ от 28.09.2015 № 1029 «Об утверждении критериев отнесения объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду, к объектам I, II, III и IV категорий» [Электронный ресурс]. Доступ из справочно-правовой системы «КонсультантПлюс».
2. Контроль вредных выбросов ТЭС в атмосферу // П.В. Росляков, И.Л. Ионкин, И.А. Закиров и др.; Под ред. П.В. Рослякова: Учебное пособие. — М.: Издательство МЭИ, 2004. —228 с.: ил.
3. Внедрение систем непрерывного контроля и учета вредных выбросов в атмосферу на предприятиях со значительным негативным воздействием на окружающую среду /П.В. Росляков, О.Е. Кондратьева // Экология и промышленность России. – 2016. - №8 - С. 12-19.

Ихсанова Д.И.

*ФГБОУ ВО Уфимский государственный авиационный технический университет, г.Уфа, Российская Федерация*

### **ОСОБЕННОСТИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ СНЕГОВОГО ПОКРОВА УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ ПОЛИЦИКЛИЧЕСКИМИ АРОМАТИЧЕСКИМИ УГЛЕВОДОРОДАМИ**

Город Уфа, являясь крупным промышленным центром, характеризуется поступлением большого количества загрязняющих веществ в атмосферный воздух. Установлено, что основная часть выбросов формирует аэрозоль, который представляет собой смесь твердых и жидких частиц, находящихся во взвешенном состоянии [1]. На твердых частицах аэрозоля происходит процесс сорбции таких суперэкоотоксикантов, как полициклические ароматические

углеводороды (ПАУ).

ПАУ – высокомолекулярные органические соединения, содержащие в своей структуре два и более бензольных кольца. Вследствие высокой токсичности, персистентности и способности к биоаккумуляции [2] Агентствами по охране окружающей среды (EPA) США и стран Европейского союза (ЕС) выделены 16 ПАУ в качестве наиболее опасных загрязняющих веществ воздушной, водной и почвенной сред. Наиболее распространенным способом образования ПАУ является температурное воздействие на органическое вещество. Источники поступления ПАУ в окружающую среду подразделяются на природные (вулканическая деятельность, лесные пожары, горючие ископаемые) и антропогенные (промышленность, автотранспорт) [3].

С атмосферными осадками и при сухом осаждении ПАУ попадают в снежный покров, что приводит к накоплению их в почвенных средах и поверхностных водах [4]. В территориях, характеризующихся наличием устойчивого снегового покрова, снег используется в качестве интегрального показателя, отражающего источники выбросов и состояние атмосферного воздуха.

Обладая высокой сорбционной способностью, снеговой покров в течение длительного периода времени аккумулирует значительное количество загрязняющих веществ, поступающих из атмосферы, что приводит к тому, что их концентрации в нем значительно превышают концентрации загрязнений в атмосферном воздухе [5]. Анализ снегового покрова представляет собой часть системы мониторинга трансграничного и дальнего переноса загрязняющих веществ и дает возможность комплексно исследовать состояние окружающей среды.

Цель работы заключалась в исследовании состава и распределения приоритетных ПАУ в снеговом покрове на территории г. Уфы. Оценка степени загрязненности снегового покрова осуществлялась посредством анализа проб

снега, отобранных непосредственно в зоне размещения ООО «Уфимский фанерный комбинат», в процессе деятельности которого образуются ПАУ; во дворе дома № 11 на ул. М. Рыльского; у дома № 20/1 на ул. Адмирала Макарова; в 100 м от дороги на территории центрального парка культуры и отдыха им. М.Гафури; на территории парка, расположенного за ВДНХ.

Отбор проб снегового покрова проводился согласно РД 52.04.186-89 «Руководство по контролю загрязнения атмосферы» в период его максимального накопления, незадолго до периода снеготаяния (март). Количественное определение ПАУ осуществлялось методом высокоэффективной хроматографии (ВЭЖХ) на хроматографе фирмы «Shimadzu» (Япония), включающем в себя спектрофлуориметрический детектор с программированием длин волн. Идентификация ПАУ проводилась по времени удерживания. Расчет концентраций ПАУ производился методом абсолютной градуировки.

Результаты, полученные в ходе анализа снегового покрова на территории г. Уфы, представлены в таблице 1. Указанные значения представляют суммарное содержание загрязняющих веществ в снеговом покрове, складывающееся из содержания загрязняющих веществ в талой снеговой воде и в осадке, выделенном из талой снеговой воды.

Таблица 1

Содержание ПАУ в пробах снегового покрова, мкг/дм<sup>3</sup>

№	ПАУ	т. 1, вблизи предприятия	т.2, ул. Рыльско го, двор д.11	т.3, ул. Адм. Макаров а, у д. № 20/1	т.4, ЦПКиО им. М. Гафури, 100 м от дороги	т.5, парк за ВДНХ
1	Нафталин	0,684	0,217	0,204	0,028	0,018
2	Аценафтен	0,004	<0,005	0,008	<0,005	<0,005
3	Флуорен	0,144	0,054	0,261	0,008	0,006
4	Фенантрен	2,343	0,696	3,254	0,105	0,071

Секция 1: Биология, экология (общая экология, геоэкология, радиоэкология)

5	Антрацен	0,233	0,078	0,374	0,009	0,005
6	Флуорантен	2,658	0,809	3,516	0,141	0,067
7	Пирен	3,674	1,111	4,991	0,161	0,069
8	Бенз(а)антрацен	0,213	0,075	0,271	0,019	0,008
9	Хризен	0,341	0,121	0,45	0,038	0,019
10	Бенз(б)флуоранте н	0,407	0,11	0,482	0,043	0,025
11	Бенз(к)флуоранте н	0,206	0,054	0,235	0,02	0,011
12	Бенз(а)пирен	0,746	0,181	0,81	0,059	0,03
13	Дибенз(а,h)антра цен	0,013	0,004	0,01	0,004	0,001
14	Бензо(g,h,i)перил ен	1,356	0,186	0,224	0,078	0,052
15	Индено(1,2,3- с,d)пирен	0,989	0,118	0,829	0,039	0,037

Общая динамика содержания ПАУ в пробах снегового покрова в зависимости от расположения точек отбора интерпретирована на рисунке 1.

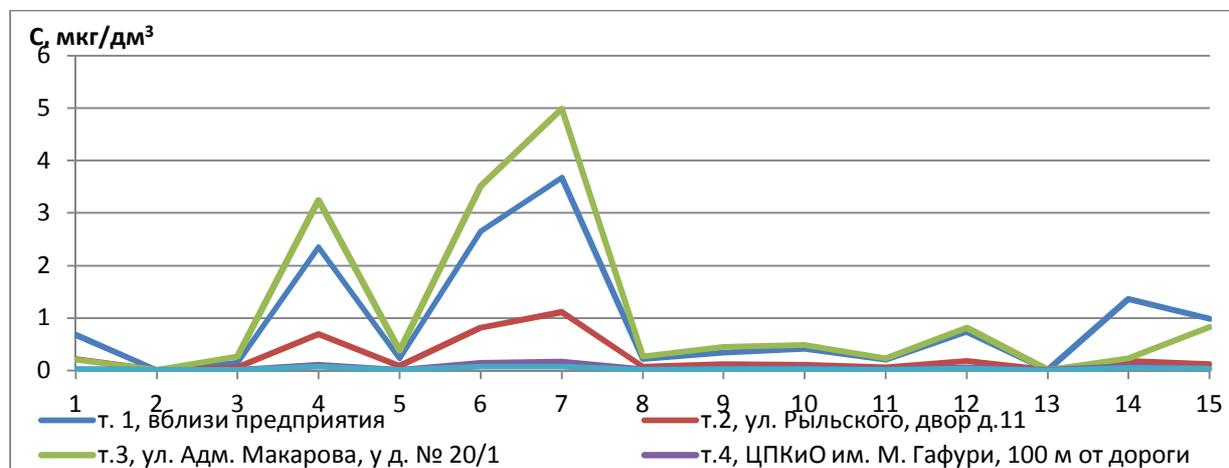


Рисунок 1 – Содержание ПАУ в пробах снегового покрова, отобранных на территории г. Уфы:

1 – нафталин, 2 – аценафтен, 3 – флуорен, 4 – фенантрен, 5 – антрацен, 6 – флуорантен, 7 – пирен, 8 – бенз(а)антрацен, 9 – хризен, 10 – бенз(б)флуорантен, 11 – бенз(к)флуорантен, 12 – бенз(а)пирен, 13 – дибенз(а,h)антрацен, 14 – бензо(g,h,i)перилен, 15 – индено(1,2,3-с,d)пирен

Выявлено, что производственная деятельность ООО «Уфимский фанерный комбинат» характеризуется образованием ПАУ в больших количествах. Особенно высокие концентрации в снеговом покрове наблюдаются для таких ПАУ, как фенантрен, флуорантен, пирен, бенз(g,h,i)перилен. Более высокие концентрации некоторых ПАУ в точке 3, расположенной у дома № 20/1 на ул. Адмирала Макарова, по сравнению с содержанием их в точке 1 обосновываются переносом воздушными массами от источника их поступления. Отмечается снижение степени загрязненности снегового покрова ПАУ по мере удаления от промышленного предприятия.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Андруз Дж. Введение в химию окружающей среды/ Дж. Андруз, П. Бримблекумб, Т. Джикелс, П. Лисс – М.: Мир, 1999. – 271 с.
2. Майстренко В.Н. Эколого-аналитический мониторинг стойких органических загрязнителей/ В.Н. Майстренко, Н.А. Ключев. – М.: Бином. Лаб. Знаний, 2009. – 323 с.
3. РД 52.24.440-2006. Руководящий документ. Сумма массовых концентраций 4-7 ядерных полициклических ароматических углеводородов в водах. Методика выполнения измерений люминесцентным методом с использованием тонкослойной хроматографии (утв. Росгидрометом 27.03.2006).
4. Лукачев С.В. Образование и выгорание бенз(а)пирена при сжигании углеводородных топлив/ С.В. Лукачев, А.А. Горбатко, С.Г. Матвеев. – М.: Машиностроение. 1999. – 153 с.  
Летенкова И.В. Химический анализ снежного покрова Новгородской области/ И.В. Летенкова, В.Ф. Литвинов, В.Г. Смержок// Вестник Новгородского государственного университета. – 2014 – №76. – С. 73-7

## СЕКЦИЯ 2: УТИЛИЗАЦИЯ, ЭКОЛОГИЯ (ОБЩАЯ ЭКОЛОГИЯ, ГЕОЭКОЛОГИЯ, РАДИОЭКОЛОГИЯ)

E. Riianova <sup>1</sup>, M. Miccio <sup>2</sup>, N. Kostryukova <sup>1</sup>, M. Di Matteo <sup>2</sup>, P. Brachi <sup>3</sup>,  
G. Adiletta<sup>2</sup>, G. Cascone <sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Ufa State Aviation Technical University, Ufa, The Russian Federation*

<sup>2</sup>*University of Salerno, Fisciano (SA), Italy*

<sup>3</sup>*Institute for Research on Combustion, National Research Council, Naples, Italy*

### PECTIN EXTRACTION FROM SUGAR FACTORY WASTE

Sugar beet pulp is a well-known waste in sugar production which can be used as a raw feedstock to produce alternative energy and/or useful biobased materials, such a pectin. Today the Russian Federation dependence on pectin imports is very high. So, the possibility of producing pectin from sugar beet pulp is a current and very important topic.

An important point to improve the efficiency and profitability of sugar production is the ability to lower the burden of wastes for industry. Now the sugar industry has several types of wastes that are underutilized, i.e. molasses, defecation scum and pulp.

Defecation scum (i.e., filter cake obtained in the precipitation process and clarification of beet juice) is used as a carboxylic acid fertilizer to reduce soil acidity.

Another by-product, i.e. molasses, was used in the past years only by the enterprises producing food acid, yeast and alcohol. But with the coming of modern embedded technologies allowing the complete sugar extraction the problem of molasses storage and disposal has been solved.

Pulp is the most problematic by-product of sugar beet production. Its amount reaches 80% by weight of recycled sugar beet. Currently, the only consumers of this material are livestock farms, who are not able to completely use the whole amount of such residue produced every year: the pulp is quite perishable and today it is an environmental problem [1].

The largest beet producers in 2014 year were France (37,844,567 tons), the Russian Federation (33,513,369 tons), Germany (29,748,100 tons) and United States of America (28,381,270 tons), as clearly shown in Figure 1.

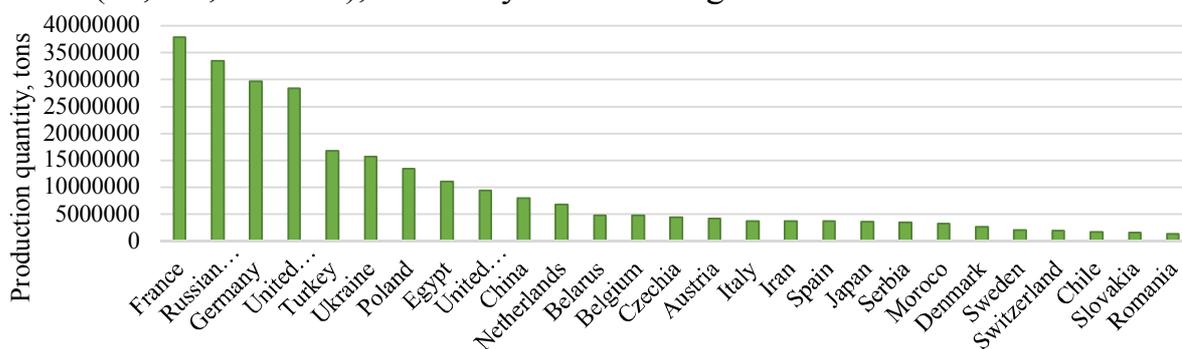


Figure 1 – World Sugar beet production quantity (tons) in 2014 [2]

Sugar beet production has increased significantly over the last few decades in the Russian Federation. In 2014 the sugar beet production turned out approximately 132% higher than in 1992. There is an opposite situation in Italy: the sugar beet production was 25% lower in 2014 than in 1992 (see Figure 2).

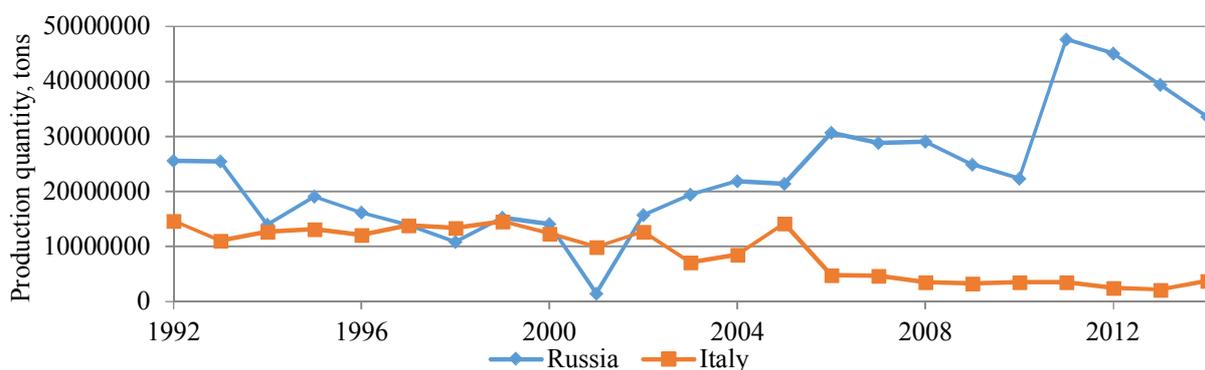


Figure 2 – Total sugar beet production in the Russian Federation and Italy by years (1992-2014) [2]

Pectin is a white, amorphous and colloidal carbohydrate of high molecular weight occurring in ripe fruits, especially in apples, currants, etc., and used in food (e.g., fruit, jellies), pharmaceuticals and cosmetics for its thickening and emulsifying properties and ability to solidify to a gel. All properties and applications have put pectin in the biopolymers market with great potential and possibilities for developments.

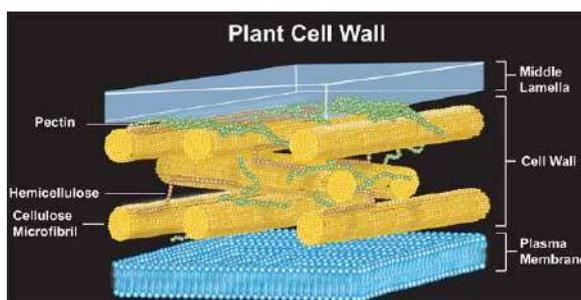


Figure 3 – Plant cell wall composition [3]

Pectin is a complex mixture of polysaccharides that makes up about one third of the cell wall dry substance of higher plants and comprises the middle lamella of the primary plant cell wall (Figure 3). They commonly include the methyl ester pectin, the de-esterified pectic acid and its salts, and pectates. Much smaller proportions of these substances are found in the cell walls of grasses [1]. Pectins are polydisperse in composition and molecular size, implying that they are heterogeneous with respect to both chemical structure and molecular weight.

Their presence in the cell is important for some essential functions:

- adhesion between cells;
- mechanical strength of the cell wall;
- ability to form stabilizing gels;
- playing a significant role in the growth of plant cells.

Industrial pectins are extracted from the byproducts of the fruit juice industry. They are extracted in acidic conditions and are chemically modified to give high methoxy (HM) and low methoxy (LM) pectins. In the food industry, HM pectins are

widely used as gelling agents in the production of jams, marmalades, jellies, and confectionery, while LM pectins are often used as stabilizers in acidified milk drinks including sour milk products and mixtures of fruit juice and milk [3].

Pectin is a complex mixture of polysaccharides that makes up about one third of the cell wall dry substance of higher plants. Much smaller proportions of these substances are found in the cell walls of grasses [1].

Table 1

Natural pectins extracted by solvent extraction methods [4]

№	Natural source	Extraction conditions	Yield Extraction (%)
1.	Okra pods	Citric and phosphate buffer, pH 2.0 and 6.0, 60 min, 80°C, 1:15 g·mL <sup>-1</sup>	13.3 (pH 2.0); 15.7 (pH 6.0)
2.	Durian rinds	HCl, pH 2.8, 43 min, 86°C, 1:10 g·mL <sup>-1</sup>	9.1
3.	Mango peel	Sulfuric acid in water, pH 1.5, 2.5h, 90°C	>70
4.	Banana peel	Citric acid solution, pH 2.0, 160 min, 87°C, 1:20 g·mL <sup>-1</sup>	13.89
		Citric acid and HCl, pH 1.5, 4h, 90°C	16.54
5.	Tropical fruit peels	Citric acid, pH 2, 3.3 and 4.5, 120 min, 70°C	12.56 – 14.24
6.	Sugar beet pulp	Citric acid, pH 1, 166 min, 99°C, 1:20 g·mL <sup>-1</sup>	23.95
7.	Bagasse and pomace lime fruit	Citric acid, 60 min, 90°C, 1:20 g·mL <sup>-1</sup>	13.31 (Bagasse); 15.1 (Pomace)
8.	Valencia orange peel	Citric acid extraction, pH 1.5, 75 min, 90°C	16.7
9.	Watermelon seed	HCl, pH 2, 60 min, 85°C, 1:15 g·mL <sup>-1</sup>	19.75
10.	Faba bean hulls	HCl, pH 1.5, 80 min, 85°C, 1:25 g·mL <sup>-1</sup>	15.75
11.	Honeydew melon seeds and damaged skin	HCl, pH 1, 80°C for 4h	7.9
12.	Tomato peel	Ammonium oxalate and oxalic acid, 90°C in two extraction steps (24 and 12h)	32.0
13.	Sunflower head	Sodium citrate, 85°C, 3.5 h, 1:40 g·mL <sup>-1</sup>	16.9

The diverse nature of the pectic substances has resulted in different extraction methods. Depending on the raw material the extraction methods and further chemical purification treatments are different (see Table 1).

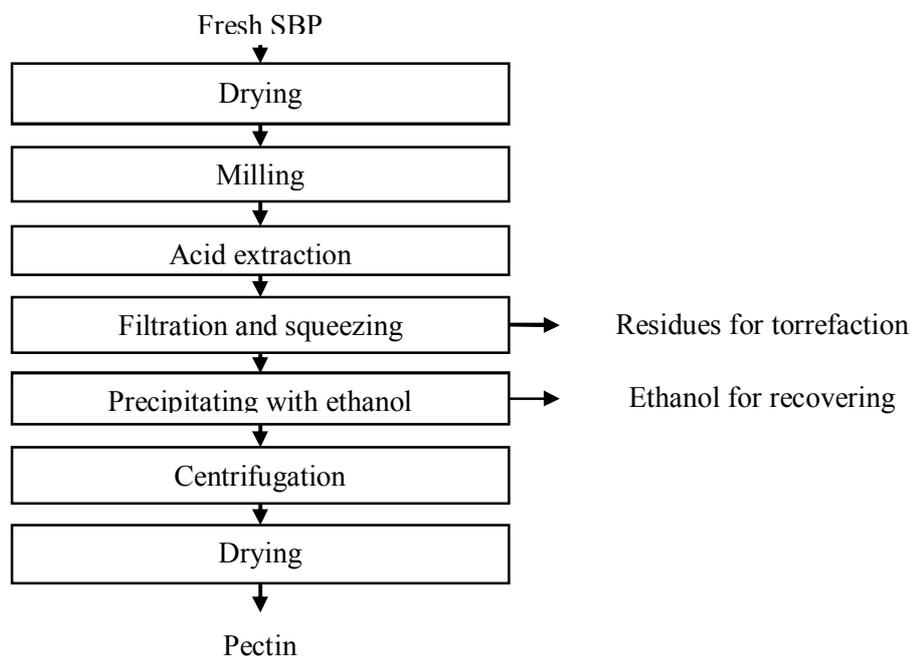


Figure 4 – The flow chart for obtaining pectin from sugar beet pulp

The most frequent extraction techniques are:

- conventional solvent extraction based on stirring and heating;
- microwave assisted extraction (MAE);
- electromagnetic induction (EMI);
- ultrasound-assisted extraction (UAE);
- enzymatic extraction [3].

The flow chart for obtaining pectin from sugar beet pulp is showed in Figure 4. Residues after pectin extraction are nowadays proposed as candidates as new biofuels (for instance, through a torrefaction process [5]).

In conclusion, since in the Russian Federation around 30 million tons of raw sugar beet pulp are produced every year, it is reasonably expected that they are nowadays considered as raw material for the pectin production. Moreover, solid

residues derived from after pectin extraction promise to become a new feedstock to produce biofuel (pellets) by thermal treatments (e.g., torrefaction).

#### REFERENCES

1. Agroxxi [Electronic resource]. URL: <https://www.agroxxi.ru/stati/rynok-saharnoi-svekly-v-rosi.html> (Access date: 16.04.2017).
2. Food and Agriculture Organization of the United Nations [Electronic resource]. URL: <http://www.fao.org/faostat/en/#home> (Access date: 17.04.2017).
3. Arantzazu V. Natural Pectin Polysaccharides as Edible Coatings // *Coatings*. – 2015. – №5 (4). – P. 865 – 886.
4. Marijana B., Draginja M., Anamarija I., Sandor M. Antioxidant properties of ethanolic extract of sugar beet pulp // *APTEF*. – 2004. – P. 255-264.
5. Brachi P., Miccio F., Miccio M., Ruoppolo G. Torrefaction of Tomato Peel Residues in a Fluidized Bed of Inert Particles and a Fixed-Bed Reactor // *Energy and Fuels*. – 2016. – 30 (6). – P. 4858-4868.

Субхангулов А.А., Ганцева Е.М.

*ФГБОУ ВПО «Уфимский государственный авиационный технический университет», г. Уфа, Российская Федерация*

### **МЕТОДЫ СНИЖЕНИЯ ВРЕДНЫХ ВЫБРОСОВ ПРОДУКТОВ СГОРАНИЯ ОТ АВИАЦИОННЫХ ГАЗОТУРБИННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ**

Авиаперевозки уже с 20-го века зарекомендовали себя как надёжный и быстрый способ доставки, как пассажиров, так и полезных грузов. Несмотря на все преимущества, есть у этого вида транспорта и свои недостатки. Одним из таких важных недостатков является то, что работающий авиационный двигатель (АД) выбрасывает в окружающую среду вредные загрязняющие вещества (ЗВ).

Международной организацией гражданской авиации ИКАО (*ICAO – International Civil Aviation Organization*) активно ведутся работы по охране окружающей среды. Это подтверждается сводным отчетом о продолжающейся

Секция 2: Утилизация и комплексная переработка промышленных и бытовых отходов политике и методах, связанных с охраной окружающей среды, который пересматривается и обновляется Советом каждые три года.

Выброс вредных ЗВ от авиадвигателей часто определяют одним словом – эмиссия. *Эмиссия* – это процесс выброса в атмосферу с отработавшими газами авиационных газотурбинных двигателей (ГТД) прямых и побочных продуктов сгорания топлива, которые могут быть причиной нежелательного воздействия летательного аппарата (ЛА) на окружающую среду.

Таким нежелательным воздействием на окружающую среду можно считать образование фотохимического смога, который отрицательно действует на человека. Данный процесс возникает в результате того, что отдельные компоненты продуктов сгорания топлива особо токсичны. К этим компонентам относятся оксиды азота ( $NO_x$ ), серы ( $SO_x$ ), углерода ( $CO$ ), сернистые соединения ( $H_2S$ ), углеводороды ( $CH$ ) и дым (частички сажи).

Некоторые компоненты продуктов сгорания, загрязняя стратосферу при полете самолетов на крейсерских высотах  $H = 10...20$  км, могут увеличить поглощение инфракрасного излучения Земли в атмосфере и повлиять на климат. Однако такое влияние в настоящее время не считается значительным. Более опасным признается воздействие продуктов сгорания на слой озона ( $O_3$ ) в атмосфере, который защищает поверхность Земли от ультрафиолетового излучения Солнца, вызывающего кожные раковые заболевания у людей и оказывающего вредное воздействие на биосферу Земли. Особенно сильным может быть действие окислов азота, которые в результате реакций типа



вызывают каталитическую рекомбинацию озона и атомарного кислорода ( $O_3 + O = 2O_2$ ). Поскольку зона наибольшего содержания озона в атмосфере расположена на высоте 20-30 км, наиболее опасными могут оказаться будущие полеты среднемагистральных пассажирских самолётов и гиперзвуковых

Секция 2: Утилизация и комплексная переработка промышленных и бытовых отходов аппаратов по фиксированным трассам на высотах  $H \geq 15 \dots 20$  км, создающие устойчивые зоны с пониженным содержанием озона.

Уровень эмиссии ЗВ выражается в системе индекса эмиссии (EI), который характеризует индекс эмиссии. Количественно наличие отдельных выбросов оценивается в граммах загрязняющего вещества, приходящегося на 1 кг сгоревшего топлива. Соответственно различают  $EI_{CO}$ ,  $EI_{HC}$ ,  $EI_{NO_x}$ .

В табл. 1 показаны виды выбросов вредных ЗВ от авиадвигателей и их возможное вредное воздействие на окружающую среду.

Таблица 1

Выбросы вредных веществ ЗВ от авиадвигателей

Компоненты продуктов сгорания	Вид топлива		Вредное воздействие	
	Керосин	Водород	Аэропорт	Стратосфера
$CO_2$	+	–	–	ИКИ
$H_2O$	+	+	–	ИКИ; УФИ
$SO_x$	+	–	ТД	ИКИ
$CO$	+	–	ТД*	-
Углеводороды	+	–	ТД*	ИКИ
$NO_x$	+	+	ТД*	УФИ*
$C$ (дым)	+	–	ПД*	ИКИ

Здесь: ТД – токсическое действие; ПД – психологическое действие; ИКИ – поглощение инфракрасного (теплого) излучения Земли, влияние на климат; УФИ – увеличение уровня ультрафиолетового излучения от Солнца на Земле. \* – воздействия, требующие ограничения и контроля

**Углекислый газ ( $CO_2$ ) и пары воды ( $H_2O$ )** являются естественными продуктами полного сгорания углеводородных топлив. При сгорании водорода образуется только  $H_2O$ .

**Оксиды серы ( $SO_x$ )** – соединения, относящиеся к наиболее химически активным выбросам. При взаимодействии с водяными парами эти оксиды образуют серную кислоту. Проблему с образованием сернистых соединений решают путём снижения содержания серы в самом авиационном топливе.

**Оксиды азота ( $NO_x$ )**, воздействуя на озон, вызывает парниковый эффект. Эмиссия данных оксидов резко увеличивается при повышении температуры, давления газа и времени пребывания смеси в зоне высоких температур. В настоящий момент проблема образования оксидов азота стоит очень остро, поскольку растут параметры рабочего процесса АД.

**Продукты неполного сгорания: окись углерода ( $CO$ ) и углеводородные соединения ( $HC$ )** образуются при малых мощностях работы ГТД. Связано это с тем, что в камере сгорания в этот момент параметры давления температуры и давления пониженные, что в свою очередь ведёт к ухудшению качества и равномерности распыляемого топлива из-за чего и уменьшается полнота сгорания топлива.

Индексы эмиссии, в зависимости от режима работы двигателя, различны (рис. 1). Наибольшему индексу эмиссии  $CO$  и  $HC$  соответствует пониженный режим работы ГТД, эмиссии  $NO_x$ , напротив, соответствует повышенный режим.

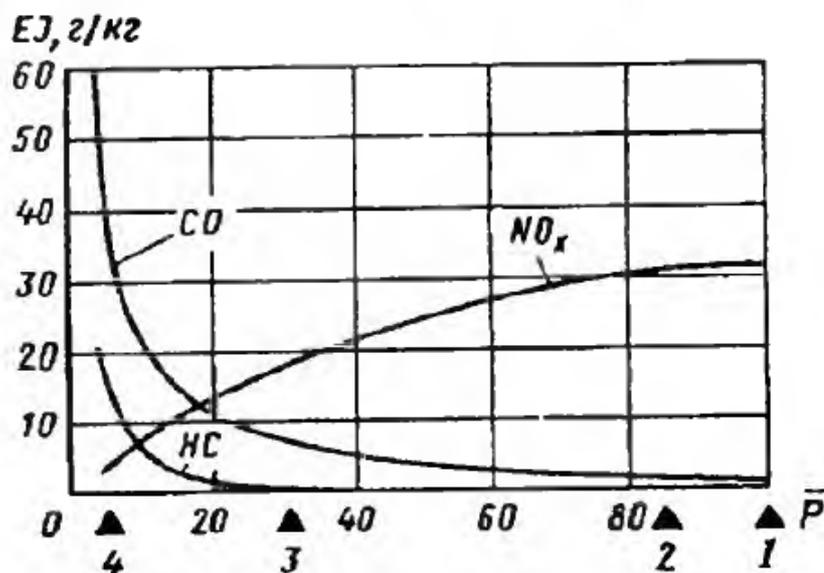


Рисунок 1 - Типичная зависимость индексов эмиссии  $CO$ ,  $HC$  и  $NO_x$  от режима для (ТРДД CF6 - 6;  $\pi_{k\Sigma}^* = 26$ ):

- 1 — взлетный режим; 2 — режим набора высоты;
- 3 — режим захода на посадку; 4 — малый газ

**Образование дыма.** Дымный выхлоп авиадвигателей определяется

наличием в продуктах сгорания частичек несгоревшего углерода. В ГТД, обладающих большой общей степенью повышения давления, проблема эмиссии дыма сильно обостряется. Дым от больших авиадвигателей также более заметен в связи с большими поперечными размерами реактивной струи, поглощающей больше света при одной и той же концентрации частиц углерода. Дымный выхлоп наиболее заметен на максимальных режимах работы ГТД.

Для того, чтобы количественно определить эмиссию дыма необходимо воспользоваться методом фильтрации. Метод фильтрации заключается в пропускании определённого количества отобранных выхлопных газов через бумажный фильтр. По формуле, определяется «число дымности»  $SN$  (*Smoke Number*)

$$SN = 100 \left( 1 - \frac{R_S}{R_w} \right),$$

где  $R_S, R_w$  – абсолютные отражательные способности соответственно загрязненного и чистого фильтров ( $SN = 100$  соответствует абсолютно черному телу;  $SN = 0$  – белой бумаге). Граница видимости дыма на выхлопе ГТД соответствует  $SN = 20...30$  при тяге больше 50 кН и  $SN = 30...40$ – при  $P_{ВЗ} < 50$  кН.

В таблице 2 представлено количество выбросов эмиссии на крейсерском режиме для современного летательного аппарата, удовлетворяющего требованиям предъявляемыми ИКАО.

Таблица 2

Эмиссионные выбросы, удовлетворяющие требованиям ИКАО

Соединения:	$CO_2$	$H_2O$	$NO_x$	$SO_x$	$CO$	$УНС$	Сыпучие
$EI$ , грамм	3 200	1 300	9 – 15	0.3 – 0.8	0.2 – 0.6	0 – 0.1	0.01 – 0.05

**Расчёт эмиссии**

В целях единого подхода к нормированию выбросов ЗВ, ИКАО было

Секция 2: Утилизация и комплексная переработка промышленных и бытовых отходов  
 введено понятие стандартного ВПЦ, который включает в себя все операции ВС с момента запуска двигателей до набора высоты 915 метров, а также с момента захода на посадку с высоты 915 метров до остановки двигателя после посадки самолета. Параметры взлетно-посадочного цикла ИКАО приведены в табл. 3.

Таблица 3

Параметры взлетно-посадочного цикла ИКАО

Этап ВПЦ	Относительная тяга двигателя, %	Длительность этапа ВПЦ, мин
Взлет	100	0,7
Набор высоты 900м	85	2,2
Снижение и заход на посадку с высоты 900м	30	4,0
Руление (режим земного малого газа)	7	26,0

Для оценки выбросов ЗВ продуктов сгорания топлива произведем расчёт в программной среде Microsoft Excel 2013. В качестве рассматриваемого авиадвигателя рассмотрим ГТД ПС-90А воздушного судна (ВС) Ил-96-300.

Масса каждого загрязняющего вещества  $M$  (в кг), образовавшегося в авиадвигателе и выброшенного в атмосферу за полный ВПЦ, может быть рассчитана по зависимости:

$$M = \sum EI_i \cdot G_{\text{топл.}i} \cdot \tau_i,$$

где  $EI_i$  – удельный показатель выброса рассматриваемого загрязняющего вещества на -ом режиме работы двигателя;

$G_{\text{топл.}i}$  – расход топлива на -ом режиме работы двигателя;

$\tau_i$  – продолжительность -го режима работы двигателя;

$i$  – режим работы двигателя в зоне аэропорта (этап ВПЦ).

В результате расчетов были получены следующие результаты (рис2):

*Секция 2: Утилизация и комплексная переработка промышленных и бытовых отходов*

Тип ВС	Тип АД	Количество АД на ВС	Режим работы АД	Время, минуты	Расход топлива на конкретном режиме, кг/с	Индексы эмиссии, г/кг		
						HC	CO	NOx
			<i>взлёт</i>	0,7	1,739	0,12	0,35	37
			<i>набор высоты</i>	2,2	1,432	0,12	0,4	31,5
<i>Ил-96-300</i>	<i>ПС-90А</i>	4	<i>заход на посадку</i>	4	0,489	0,2	0,9	11,8
			<i>малый газ</i>	26	0,178	0,3	6,9	5,8
<b>Масса выброса ЗВ на конкретном режиме работы АД:</b>					<i>взлёт</i>	0,0350582	0,1022532	10,809624
					<i>набор высоты</i>	0,0907315	0,3024384	23,817024
					<i>заход на посадку</i>	0,093888	0,422496	5,539392
					<i>малый газ</i>	0,333216	7,663968	6,442176
<b>Суммарная масса выбросов ЗВ:</b>					<i>взлёт+набор высоты+заход на посадку+малый газ</i>	0,5528938	0,8815018	5,9983978

**Рисунок 2 - Расчёт выбросов ЗВ на различных этапах взлётно-посадочного цикла для ГТДПС-90А**

Таким образом, можно оценить суммарную массу выбросов ЗВ для двигателя ПС-90А для всех режимов взлётно-посадочного цикла, за исключением самого крейсерского полёта.

***Методы снижения эмиссии***

Поиск методов снижения индекса эмиссии в настоящее время является весьма актуальным. Для решения этого вопроса используются два подхода: традиционный (последовательный) и революционный. Характерный для первого подхода – это дальнейшее усовершенствование камеры сгорания (КС) ГТД. На рис. 3 представлены различные типы КС ГТД, от которых и зависят будущие выбросы ЗВ.

Для снижения уровня токсичности выбросов авиационных ГТД применяют следующие меры:

1. Использование многорелочных фронтных устройств с форсунками воздушного распыла. Такая КС обладает низким уровнем выбросов вследствие невысокой температуры в зоне горения и малого времени пребывания ТВС в ней (1–2 мс вместо обычных 4–6 мс).

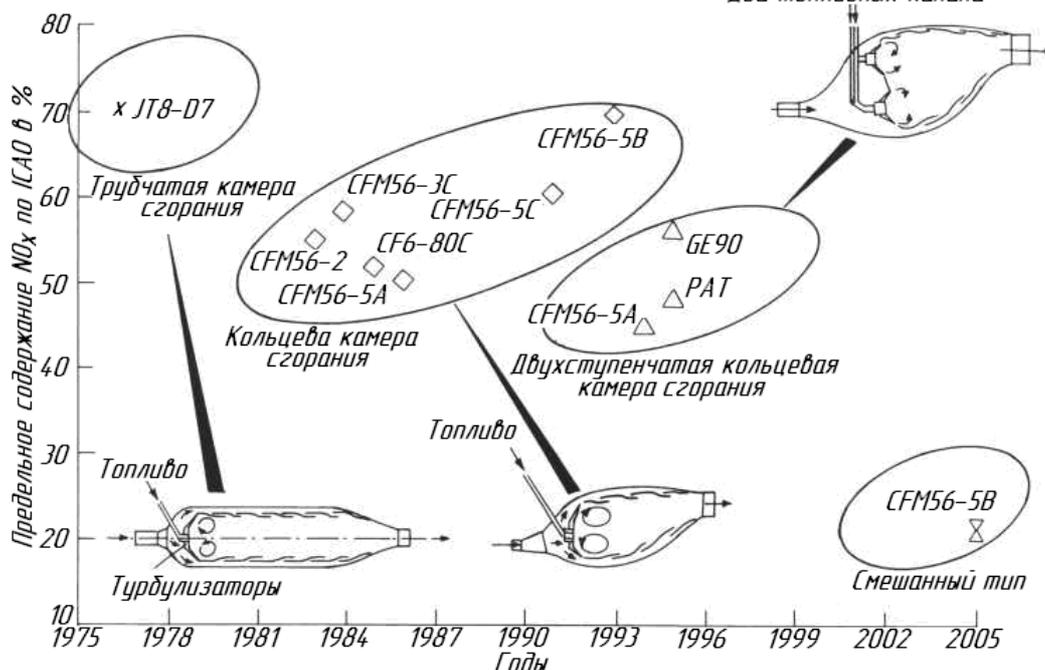


Рисунок 3-Изменение уровня эмиссии NO<sub>x</sub> по годам (рисунок построен на данных, представленных фирмой SNECMA)

2. Применение двухзонных КС с последовательным расположением зон и предварительным смешением топлива и воздуха. При этом на режиме малой мощности работает только первая зона, куда поступает ТВС, подготовленная в предварительной камере смешения. При увеличении режима работы топливо начинает поступать в основную зону. Такое последовательное расположение зон горения позволяет использовать зону малой мощности на повышенных режимах как дежурную и увеличить избыток воздуха в основной зоне и снижение эмиссии NO<sub>x</sub>

3. Применение двухъярусных КС, в которых, как и в двухзонных, сгорание ТВС оптимизировано на крайних по мощности режимах: на малых нагрузках работает только внешний контур, а при увеличении режима работают обе зоны.

Второй, «революционный», подход предполагает переход к новым техническим решениям, в частности переход от ТРДД к пульсирующим

Секция 2: Утилизация и комплексная переработка промышленных и бытовых отходов детонационным двигателям. (ПудД). На рис. 4. представлена схема данного двигателя.

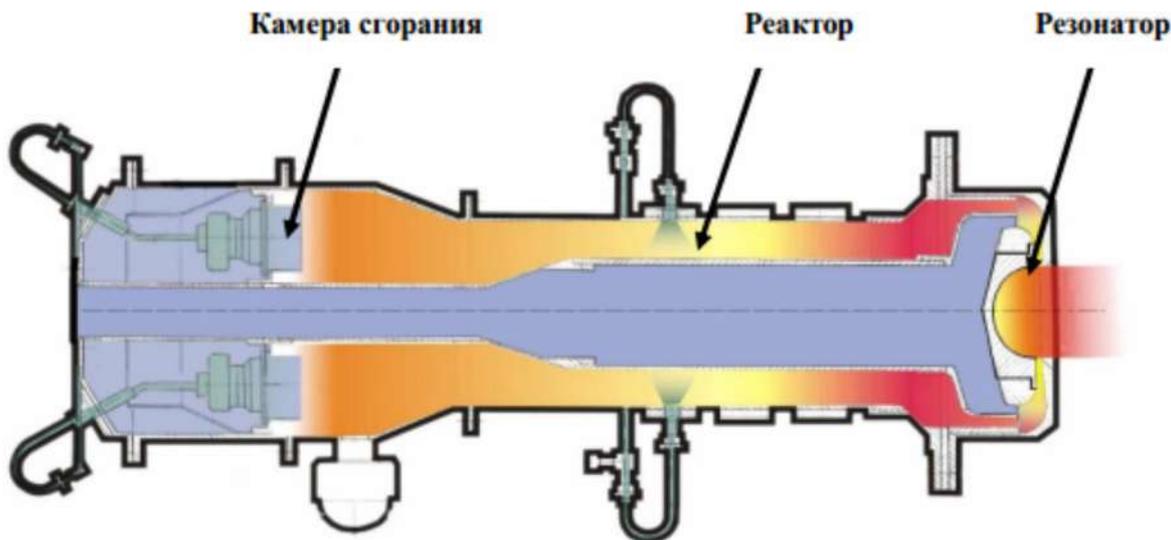


Рисунок 4 - Схема ПудД с высокочастотным резонатором

Особенность перехода к ПудД связана с тем, что параметры рабочего процесса в камере сгорания, такие как давление и температура, более высокие, чем в газотурбинных двигателях типа ТРДД, а ведь данные параметры напрямую и влияют на образование ЗВ.

Таким образом, для снижения эмиссии необходимо:

1) Продолжать дальнейшее совершенствование камеры сгорания авиадвигателей. Здесь стоит отметить то, что нужно согласовать требования по снижению ЗВ таких как  $CO$ ,  $HC$ , так и  $NO_x$ . Снижение выбросов только одних ЗВ может противоречиво сказаться на снижении других. Необходимо найти компромиссное решение.

2) Переходить к разработкам от ГТД к альтернативным ПудД. Достоинством ПудД заключается в том, что параметры рабочего процесса, такие как давление и температура, выше чем у ГТД;

3) Переходить к другим более экологически чистым видам топлива (горючего). В качестве перспективного топлива (горючего) будущего является водород.

4) Искать и внедрять иные (новые) технические решения по снижению эмиссии авиадвигателей.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Cumpsty N. Jet Propulsion: A Simple Guide to the Aerodynamic and Thermodynamic Design and Performance of Jet Engines. 2-ой выпуск. Издательство Кембриджского университета, 2003.
2. Экология. Промышленная экология: Расчёт выбросов загрязняющих веществ от воздушных судов: Пособие для практических занятий и дипломного проектирования / Н.И. Николайкин, Ю.В. Смирнова, Б.Н. Карпин. – М.: МГТУ ГА, 2006. - 58 с.
3. Теория, расчет и проектирование авиационных двигателей и энергетических установок. Учебник/В. И. Бакулев, В. А. Голубев, Б. А. Крылов и др.; Под редакцией В. А. Сосунова, В. М. Чепкина – М.: Изд-во МАИ, 2003 – 688 с.

Антошин А. Э.<sup>1</sup>, Тугушов К. В.<sup>1</sup>, Кочергин А. И.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ФГБОУ ВПО «Академия гражданской защиты МЧС России», г. Химки, Российская Федерация.

<sup>2</sup>ФГКВОУ ВПО Министерства обороны Российской Федерации, г. Кострома, Российская Федерация.

### **УТИЛИЗАЦИЯ НЕКОНДИЦИОННОГО МОНОЭТАНОЛАМИНА ПУТЕМ ЕГО ПЕРЕРАБОТКИ В 2-АМИНОТИАЗОЛИН**

Моноэтаноламин (МЭА) широко применяют в технике, в различных процессах газоочистки, при обработке древесины, а также в кожевенной и

Секция 2: Утилизация и комплексная переработка промышленных и бытовых отходов текстильной промышленности. МЭА является компонентом различных дегазирующих рецептур.

МЭА представляет собой горючую жидкость, по степени воздействия на организм относится к веществам II класса опасности. Гарантийный срок хранения МЭА зависит от его сорта. Так, МЭА высшего и первого сортов может храниться год со дня изготовления, а второго и третьего сорта – 3 года со дня изготовления. При нарушении сроков или условий хранения содержание основного вещества снижается до 76 – 84% (при минимальной норме 97%) и происходит накопление осадков солей и оксидов железа до 1 – 16%.

Нами были отобраны и проанализированы несколько образцов МЭА с нарушенными сроками хранения.

Их состав лежал в пределах, %:

Моноэтаноламин – 78 – 86;

Диэтаноламин – 8 – 11;

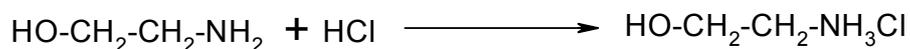
Триэтаноламин – 2 – 8;

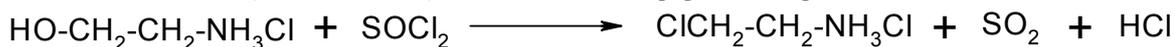
Осадок солей и оксидов железа – 1 – 14;

Карбамиды 0 – 4.

Для утилизации моноэтаноламина мы исследовали возможность получения из него 2-аминотиазолина. Это соединение является важным полупродуктом в синтезе некоторых лекарственных препаратов, в том числе тетраимизола и декариса. В Российской Федерации в настоящее время производство 2-аминотиазолина не существует.

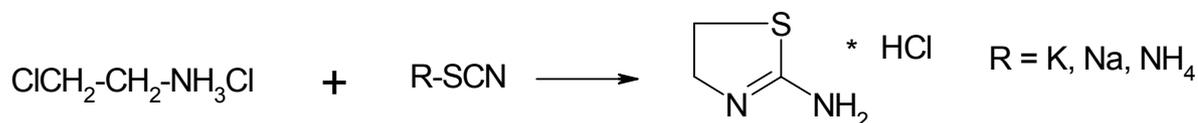
Технический моноэтаноламин после отделения осадка в среде хлороформа последовательно обрабатывали газообразным хлороводородом и тионилхлоридом:



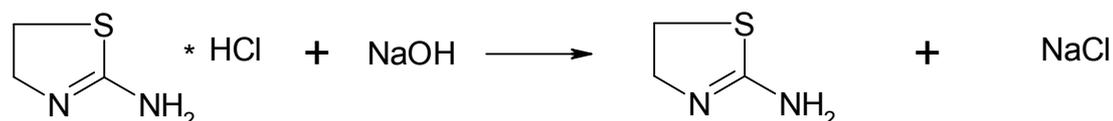


Осадок хлоргидрата 2-хлорэтиламина представлял собой гигроскопичные кристаллы; его перекристаллизация происходила с трудом. Поэтому дальнейшие синтезы выполняли на сырце.

Реакции проводили в различных растворителях: ацетоне, метиловом и этиловом спиртах, с различными роданидами. Максимальный выход хлоргидрата 2-аминотиазолина получали при использовании роданида калия, наименьший выход продукта был при использовании роданида аммония:



После обработки хлоргидрата концентрированным раствором гидроксида натрия выделяли 2-аминотиазолин:



Общий выход реакции по трем стадиям в пересчете на моноэтаноламин составил 42%.

Таким образом, найден эффективный способ утилизации некондиционного экологически опасного вещества путем его переработки в ценный полупродукт малотоннажного органического синтеза.

Баимов Р.М.<sup>1</sup>, Тангатаров А.Ф.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Уфимский краностроительный завод, г. Уфа, Российская Федерация

<sup>2</sup> ФГБОУ ВО Уфимский государственный авиационный технический университет, г. Уфа, Российская Федерация

## **К ВОПРОСУ ОБРАЩЕНИЯ С ТВЁРДЫМИ БЫТОВЫМИ ОТХОДАМИ**

На сегодняшний день существуют следующие основные методы обращения с твёрдыми бытовыми отходами (ТБО): 1) депонирование на полигонах захоронения (свалках) ТБО; 2) сжигание на мусоросжигающих заводах; 3) биокомпостирование [1].

Каждый из перечисленных методов имеет свои преимущества и недостатки, но наиболее широкое распространение в силу своей простоты и низких экономических затрат получил метод обращения с ТБО путём его депонирования на полигонах захоронения. Так же, с целью уменьшения объёма захороняемых отходов, депонирование ТБО в последнее время стало рассматриваться вкупе с предварительной сортировкой, позволяющей разделять компоненты отходов друг от друга. Для этого на местах размещения полигонов захоронения стали строить сортировочные линии. Однако, на наш взгляд, данный способ отличается низкой продуктивностью, так как ни организации, занимающиеся транспортировкой ТБО на полигоны захоронения, ни сам полигон, размещающий ТБО, не заинтересованы ни в сортировке, ни в уменьшении объёма ТБО.

Нельзя сказать, что в городских муниципальных образованиях ничего не делается по отдельному сбору ТБО, но дальше установки в некоторых дворах специальных контейнеров для сбора ПЭТ бутылок это дело развитие не получило.

Нами предлагается более перспективная форма обращения с ТБО, суть которой заключается в следующем. В городских дворах, на месте, где установлены контейнеры по приёму ТБО, создаются принципиально новые пункты приемы мусора, на которых осуществлялась бы собственно сортировка и временное хранение в закрывающихся 500 л пластиковых контейнерах. Причём, мусоросдатчик (назовем его так) не имеет доступа к контейнерам, его функция - принести и разместить мусорный пакет ТБО на специальной крытой площадке. При этом, каждый приёмный пункт должен обслуживать специалист (это может быть сотрудник ЖКХ), в функцию которого и входит разбор и сортировка ТБО.

В дальнейшем, по мере заполнения контейнеров, осуществляется вывоз ТБО на полигон и хранение его по категориям до момента переработки или захоронения.

К контейнерам для временного хранения ТБО предъявляются следующие требования:

- материал изготовления контейнера – пластик;
- контейнер должен иметь съёмную крышку;
- при транспортировании до пункта приёма твёрдых бытовых отходов контейнеры конструктивно должны входить друг в друга;
- контейнеры должны иметь цветовую и буквенную маркировку по категории ТБО (для пищевых отходов, для бумажных отходов, для металлических отходов, для пластмассовых отходов, для стеклянных отходов, для ртуть-содержащих отходов, для использованных элементов питания и др.).

На сегодняшний день в любом городском муниципальном образовании функцию доставки ТБО на полигон захоронения осуществляет МУП «Спецавтохозяйство по уборке города». Для этих целей задействована громоздкая для дворов, шумная, с большим количеством выхлопных газов спецтехника (Зил, КамАЗ). На наш взгляд, с этой функцией может справиться

*Секция 2: Утилизация и комплексная переработка промышленных и бытовых отходов*  
спецтехника на базовом шасси «ГАЗель», оборудованная легкой серией кран-манипуляторов.

При обращении с ТБО перспективным направлением может оказаться привлечение страхового бизнеса. Транспортная организация, занимающаяся вывозом ТБО на полигон захоронения, имея страховой полис, берёт на себя гражданскую ответственность за риск аварийного загрязнения окружающей среды. Как показывает практика, риск загрязнения окружающей среды при обращении с ТБО невелик, следовательно и сумма страховых платежей будет незначительной [1].

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Зайнуллин Х.Н., Абдрахманов Р.Ф., Ибатуллин У.Г., Миниغازимов И.Н., Миниغازимов Н.С. Обращение с отходами производства и потребления. – Уфа: «Издательство «Диалог», 2005. – 292 с.

Жураев А.Б., Сайитов Б.У., Алимухамедов М.Г., Магруппов Ф.А.,  
Ишмухамедова М.Г.

*Ташкентский химико-технологический институт, г.Ташкент, Республика  
Узбекистан*

### **ПЕНОПОЛИУРЕТАНЫ ИЗ ПРОДУКТОВ АЛКОГОЛИЗА ПОЛИЭТИЛЕНТЕРЕФТАЛАТ СОДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ**

За последнее года в России с 2007 до 2012 года возможность по производстве полиэтилентерефталат (ПЭТФ) выросла 3,5 раза, производства в 2,8 раза. Ежегодно рост потребления бутылочного ПЭТФ составляет примерно 4-5% и по итогам 2012 года стал равен 570 тыс.тонн. В сегодняшний день в мире уже производство ПЭТФ возросло до 70,0 млн. тонн., а из них 21,5 млн. тонн используется в производстве полимерной тары – бутылок.

В тоже время Республике Узбекистан за 2015-2016 годах потребность

*Секция 2: Утилизация и комплексная переработка промышленных и бытовых отходов*  
увеличился от 38,0 до 45,0 тыс. тонн. Применения многотаннажного полимера - ПЭТФ в качестве упаковочных материалов, после употребления может привести накоплению той же количества полимерных отходов. Накопление этих полимерных отходов приводит в один из самых актуальных проблем охраны окружающей среды. Так, как их нельзя сжигать, нельзя закапывать, потому что продукты горения полиэтилентерефталатных бутылок ещё больше загрязняют атмосферу выделяя в нее большие количества сажи и высокотоксичных продуктов. Эти данные способствует к изысканию утилизацию полимерных отходов образующего при использовании.

Кроме этого сегодня пенополиуретаны (ППУ) используются во всех отраслях промышленности. Несмотря на ценные свойства этих материалов приходится искать альтернативные материалы или исследование в направлении снижения их стоимости. В этой связи применение вторичных полимеров для производства ППУ является актуальным, так как, с помощью этого можно решить проблему утилизации полимерных отходов и снижения стоимости ППУ. Из таких полимерных отходов можно внести полиэтилентерефталатных бытовых отходов (баклашки, флаконы, пленки и т.д).

Анализируя литературные материалы было выявлено, что от зависимости функциональности спиртового компонента можно получить эластичные и жесткие пенополиуретаны [1,2], следует отметить при использовании простых гидроксилсодержащих олигомеров (ГСО) в качестве исходного сырья приводит к уменьшению термостойких, теплостойких и огнестойких показателей. Известно, что использование многофункциональных ГСО приводит к получению прочностных свойств ППУ [1,3]. Например авторами сообщается о том, что для увеличения физико-механических свойств надо использовать ГСО на основе глицерина [4]. Это приводит к образованию прочных и закрытых пор [1].

Первоначальное исследование изучением процесса алкоголиза ВПЭТ с многоатомными спиртами начаты Г.М. Цейтлином [5]. Кроме этого в работах О.В. Студенец изучена процесс алкоголиза ВПЭТ с глицерином при соотношении 1:2,05 экв. моль:моль. В этом увеличении процесса алкоголиза до 25 часа наблюдается уменьшение гидроксильного числа, но значения эфирного числа увеличивается, после продолжительности алкоголиза 10 часа. В этих исследованиях не изучены процесс алкоголиза широких диапазоне, так как с его помощью можно объяснить полную картину процесса алкоголиза ВПЭТ с глицерином [6].

Обобщая и анализируя все выше работ нами первоначальное исследовано и сообщено [7] процесс алкоголиза вторичного полиэтилентерефталат с глицерином и смесями глицерин:диэтиленгликоль в различных соотношениях. Изучены физико-химические свойства образующихся продуктов с целью применения их для получения ППУ.

При получения ППУ первоначально определяются технологические параметры вспенивания: время старта, время гелеобразования, время подъема, окончательное отверждения, кажущаяся плотность, г/см<sup>2</sup>. Дальнейшие исследования были направлены на изучении технологических параметров вспенивания пенополиуретанов. В качестве стандартного рецептуры выбрали рецептуру ППУ-307. В этом рецептуре изменили только гидроксилсодержащий олигомер Лапрол-805 на синтезированный нами продукт алкоголиза.

ППУ начали с соотношении ГСО:Лапромол-294=70:30 масс.ч/масс.ч. Так, с увеличением соотношении ВПЭТ:Гл:ДЭГ количества ДЭГ от 0,5 до 2 моля в стандартном рецептуре наблюдается уменьшение начало реакции от 29 до 23 сек., время гелеобразования от 46 до 38 сек., время подъема от 59 до 43 сек., время отлипа от 63 до 46 сек. и окончательного отверждения от 95 до 78 сек. (Рисунок 1)

Кроме этого у поверхности пен были крупные ячейки, в тоже время с увеличением количества ДЭГ взятого для синтеза продукта алкоголиза увеличивается удадка пен. Наверняка это происходит резкое охлаждение газов и неустойчивости стен пены. Эти недостатки пен и в книге Саундрес Дж. приведены. Из полученных данных для дальнейшей исследованы было выбрано ГСО соотношением 1:1.

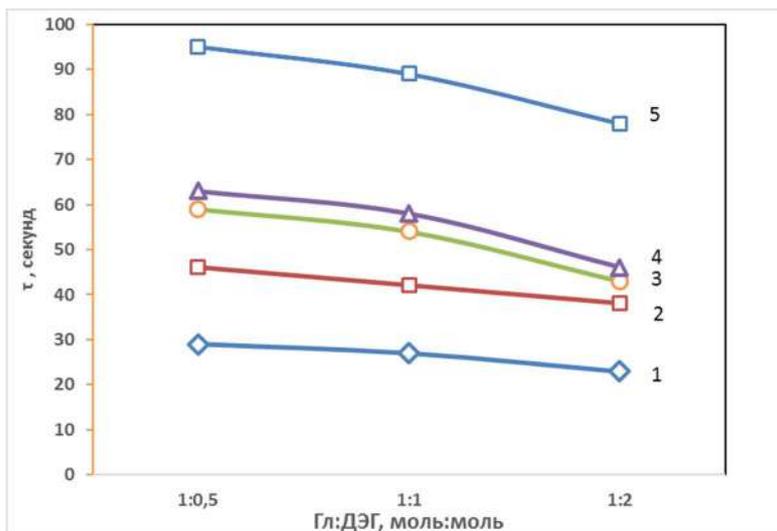


Рисунок 1 - Технологические свойства вспенивания полученных ППУ от соотношении Гл:ДЭГ. 1-старт; 2-гелеобразование; 3-подъем; 4-отлип; 5-окончательное отверждения

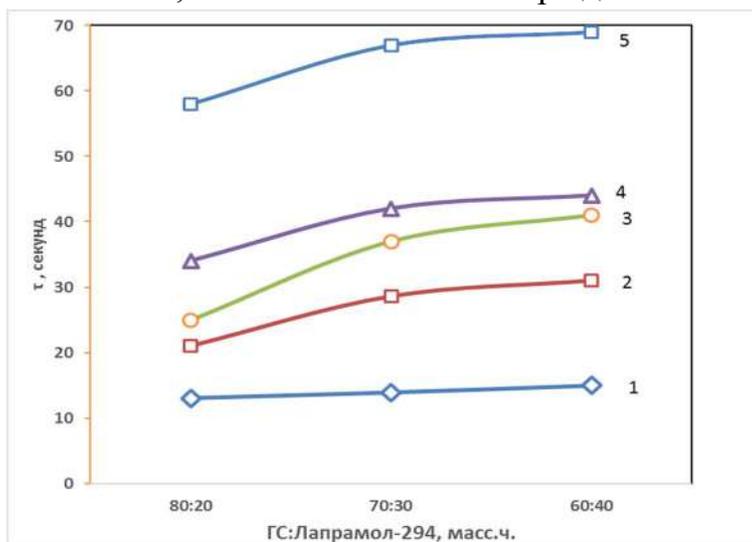


Рисунок 2 - Технологические свойства вспенивания полученных ППУ от соотношении ГСО:Лапромол-294. 1-старт; 2-гелеобразование; 3-подъем; 4-отлип; 5-окончательное отверждения.

Из рисунка 2., что увеличением в рецептуре количества Лапрамола-294, происходит однородность ячейки и улучшения поверхности пен, то есть исчезновения крупных ячеек в поверхности, и повышении скорости реакции. Например уменьшением количества Лапрамола-294 от 20 до 30 наблюдается повышение времени старта от 13 до 14 сек., время гелеобразования от 21 до 28 сек., время подъема от 25 до 37 сек., время отлипа от 34 до 44 сек. и время окончательной отверждения от 58 до 68. А в случае количества Лапрамола-294 в рецептуре 40 масс.ч. технологические параметры изменяются соответствующим образом, то есть 12, 19, 21, 41, 45 сек.

Таким образом проведены исследования по получению ППУ на основе продуктов алкоголиза вторичного полиэтилентерефталата. Рекомендуются получение ГСО пригодный для ППУ, использовать в процессе алкоголиза ВПЭТ смеси гликолей (глицерин:диэтиленгликоль). Изучены технологические свойства вспенивания ППУ. Дальнейшие исследования будут посвящены на изучению оптимизации рецептуры ППУ, а именно изучении влияния количества воды и катализаторов на технологические свойства и структуры пен.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Саундерс Дж. Х., Фриш К.К. Химия полиуретанов.-М, 1968 г. – 470 с.
2. Берлин А.А., Шутов Ф.А. Химия и технология газонаполненных высокополимеров. – М.:Наука, 1980. – 504с.
3. Международная конференция «Полиуретаны-2012» Полимер. Матер.: изделия, технол. - 2012. -№4, - С. 48-50. – Рус. РЖХим 12.09-19Т.
4. Юркин Ю.Л. Олигомерные полиацетали тригалоидуксусных альдегидови пенополиуретаны на их основе. - Автореф. дисс... канд. хим. наук. -Минск, 1974.– 20 с.
5. Цейтлин Г.М., Плианов Г.А, Михитарова З.А., Титов А.Ю. Алкоголиз полиэтилентерефталата с пентаэритритом // Химическая промышленность. 2002. – № 11. – С. 16-20.
6. Студенець О.В., Мандзюк І.А., Мучак О.Г., Параска Г.Б. Розробка складів поліуретанових засисних покриттів на основі рециклатів ПЕТФ. // Вісник Хмельницького національного університету – 2009. – №4. – С. 199-204.
7. Азаматова Г.Р., Жураев А.Б. Мураккаб полиэфирполиолларнинг кўпик полиуретанларнинг технологик хоссаларига таъсири / “Умидли кимёгар-2016”, Ташкент, 2016, том-1. – С. 74-75.

*ФГБОУ ВО Уфимский государственный нефтяной технический университет  
ОБ РФ, г.Уфа, Российская Федерация*

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИЛА БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ НЕФТЕЗАГРЯЗНЕННЫХ СТОЧНЫХ ВОД В КАЧЕСТВЕ УДОБРЕНИЯ**

Ил биологической очистки сточных вод (СВ) широко используется в качестве удобрения во многих странах. В России также разработан нормативный документ по его применению в сельском хозяйстве [1]. Однако, имеющийся опыт использования ила коммунальных сточных вод на полях орошения показал, что с годами в почве создаются концентрации тяжелых металлов (ТМ), превышающие предельно допустимые (ПДК). Поэтому целью данной работы было изучение возможности использования ила биологической очистки нефтезагрязненных СВ в качестве удобрения в сельском хозяйстве.

В настоящее время для ряда металлов установлены гигиенические нормативы, учитывающие транслокационные (переход металлов в растения), миграционно-воздушные (переход в воздух), миграционно-водные (переход в воду) процессы. Но эти нормативы практически не учитывают влияние свойств почвы на трансформацию в ней соединений ТМ и поэтому требуют корректировки. В таблице 1 мы обобщили ориентировочно допустимые концентрации (ОДК) и данные по фоновому содержанию ТМ в различных почвах

Как показало изучение химического состава избыточного активного ила биологической очистки нефтесодержащих сточных вод (табл.2), валовое содержание ТМ в нефтехимическом иле находится в пределах норматива, рекомендуемого его к использованию в качестве удобрения, за исключением меди, цинка и никеля [1].

## Нормативы ОДК и фоновые содержания ТМ в почвах (мг/кг)

Элемент	ОДК по группам почв			Фоновое содержание
	Песчаные, супесчаные	Суглинистые, глинистые		
		pH < 5,5	pH > 5,5	
Cu	33	66	132	27
Zn	55	110	220	50
Ni	20	40	80	20

Деятельность микроорганизмов при биологической очистке привела к тому, что состав ила стал сопоставим с гумусом почв и, как следствие этого, обогатился веществами питания растений [2]. В почвах тяжелые металлы присутствуют в двух фазах – твердой и в подвижной, находящейся в почвенном растворе. Образование нерастворимых соединений ТМ зависит от реакции среды и от того, какие анионы преобладают в почвенном растворе. Металлы, доступные растениям и способные к вымыванию, находятся в почвенном растворе в виде свободных ионов, неорганических комплексов и хелатов. Под влиянием реакций осаждения и сорбции часть ТМ переходят в связанную, неподвижную форму и сорбируются осадками гидроксидов железа и марганца, глинистыми минералами и органическим веществом почвы.

Исследование форм соединений ТМ в почвах, закономерностей их миграции и аккумуляции в почве и растениях наталкивается на слабую изученность процессов миграции ТМ в системе почва-растение. Следует отметить, что, несмотря на значимость проблемы, в почвоведении до сих пор не создано единого подхода к выделению подвижных форм металлов. Для этих целей используют различные водные экстрагенты 1М HCl, 0,02М NaЭДТА, 0,02М CaCl<sub>2</sub>, ацетатно-аммонийный буферный раствор с pH 4,8 и др [3]. Очевидно, что наиболее сильное воздействие на растворимость ТМ окажет

Секция 2: Утилизация и комплексная переработка промышленных и бытовых отходов  
 соляная кислота. Поэтому для определения содержания подвижных форм ТМ в иле мы использовали 1М HCl (таблица 2). Медь, цинк, никель относятся к переходным металлам, соединения которых обладают высокой биологической активностью.

Как видно из таблицы 2, содержание меди в избыточном активном иле удовлетворяет нормативу, но подвижная форма в биопруду «Салаватнефтеоргсинтез» превышает предел фитотоксичности. В иле «Уфанефтехим» медь находится в безопасных количествах. Цинк так же находится в пределах норматива для ила, но в биопруду «Уфанефтехим» превышает предел фитотоксичности. Валовое содержание никеля в иле изученных нефтехимических предприятий находится на уровне фитотоксичности.

Обобщив экспериментальные и литературные данные [1] по произведениям растворимости (табл.2-5) мы установили трудно растворимые неорганические соединения, в виде которых медь, цинк и никель находятся в иле.

Таблица 3

Произведения растворимости трудно растворимых солей меди

Формула вещества	ПР	pПР=-lg ПР
$\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$	$1,7 \cdot 10^{-34}$	33,76
$\text{Cu}_2(\text{OH})_2(\text{CO}_3)_2$	$1,1 \cdot 10^{-46}$	45,96
$\text{CuS}$	$6,3 \cdot 10^{-36}$	35,20

Расчет показал, что содержание серы в сульфат ионе составляет 2,2 г/кг. Следовательно, на долю сульфид-иона приходится основное количество серы  $18,44 - 2,2 = 16,24$  г/кг (табл.2). Анализ таблицы 3 показывает, что двухвалентная медь будет находиться в виде основных карбонатов и сульфида. Анализ таблицы 4 и 5 показывает, что ионы цинка и никеля будут связаны в нерастворимые сульфиды. Для ила ОАО «Уфанефтехим» содержание растворимых форм ТМ будет значительно меньше, чем для ила ОАО «Салаватнефтеоргсинтез» (табл.6).

Таблица 2

Содержание неорганических токсикантов и веществ питания растений в сухом веществе ила (мг/кг)

№	Вещество	БиопрудОАО«Салават-нефтеоргсинтез» (n=23)				ОАО «Уфанефтехим» (n=6)				ПДКпочвы		Норматив для ила[1]	Фито-токсичность
		Валовая форма		Подвижная форма		Валовая форма		Подвижная форма		Вал	Повл. (рН4,8)		
		мг/кг	%от вал.	мг/кг	%от вал.	мг/кг	% от вал.	мг/кг	% от вал.				
		Илопруд	Илопруд	Илопруд	Илопруд	Илопруд	Илопруд	Илопруд	Илопруд				
1	Медь	1244,2	248,8	20,0	137	17,7	12,9	371,9	-	3,0	1500	97,5	
2	Молибден	2,5	-	-	5,5	-	-	-	-	-	50	6,2	
3	Свинец	116,3	25,8	22,2	13,6	8,1	59,6	10,1	32,0	6,0	1000	180,0	
4	Кальций	4,1	2,5	60,9	0,9	0,9	100,0	2,9	0,52,0	-	30	5,3	
5	Цинк	380,6	211,7	55,6	390	109,0	28,0	548,5	-	23,0	4000	270,0	
6	Марганец	632,0	556,2	88,0	1300	1000	76,9	4000	1000	-	2000	-	
7	Хром	415,3	24,7	5,9	91,8	4,0	4,4	195,1	6,0	-	1200	-	
8	Кобальт	160,5	56,0	34,9	5,6	2,1	37,5	8,9	-	5,0	2-114	42,5	
9	Никель	113,4	52,1	45,9	54,5	12,4	22,8	92,5	-	4,0.	400	100,0	
10	Железо	13497,1	1599,5	11,9	9700	3900	40,2	9900	-	-	-	-	
11	Ванадий	471,1	-	-	-	-	-	156,4	100,0	-	-	-	
12	Алюминий	-	-	-	30,66	14,93	48,7	26200	-	-	-	-	
13	Ртуть	0,99	-	-	0,024	-	-	0,004	2,1	-	15	3,1	
14	Мышьяк	<10,0	-	-	4,72	3,41	72,3	0,5	2,0	-	20	-	

Секция 2: Утилизация и комплексная переработка промышленных и бытовых отходов

15 Натрий	2303,4	1827,1	79	2460	2600	105,7	-	-	-	-
16 Калий	1606,4	164,0	10,2	1350,0	347,0	25,7	1200	-	-	2-7 г/кг
17 Кальций	20239,5	3570,0	17,6	-	13866,0	-	16380,0	-	-	30 50 г/кг
18 Магний	-	17751	-	2329,0	2319,0	99,6	7,9	-	-	-
19 Фтор-ион	-	185,5	-	-	-	-	-	2,0	-	-
20 Хлор-ион	-	2341,6	-	-	3472,0	-	-	-	-	-
21 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	-	1/108	-	30400	2/200	89,2	41000	-	-	440-1/200
22 Сера	18440,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23 SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> , г/кг	-	6,6	-	-	-	-	-	-	-	-
24 Гулус, %	48,8	-	-	43,3	-	-	89	-	-	40-60
25 Азот вал.	10430	-	-	18240	-	-	12510	-	-	1-3
26 NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	-	139,3	-	-	200,0	-	-	-	-	-
27 NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	-	4651,8	-	-	90,0	-	85,4 п.	50	-	-
28 Аммонийнитраты	89% от азота вал.	-	-	99% от азота вал.	-	-	99,8% от азота вал.	-	-	-

## Произведения растворимости трудно растворимых солей цинка

Формула вещества	ПР	pПР=-lg ПР
ZnS $\alpha$	$1,6 \cdot 10^{-24}$	23,80
ZnS $\beta$	$2,5 \cdot 10^{-22}$	21,60

Таблица 5

## Произведения растворимости трудно растворимых солей никеля

Формула вещества	ПР	pПР=-lg ПР
NiS $\beta$	$1 \cdot 10^{-24}$	24,0
NiS $\gamma$	$2,0 \cdot 10^{-26}$	25,70

Соотношения подвижных и валовых форм ТМ в иле представлены в таблице 6.

Таблица 6

## Содержание подвижных форм Cu, Ni, Zn в иле, %

Предприятие	Cu	Ni	Zn
ОАО Салаватнефтеоргсинтез»	20	45.9	55.6
ОАО «Уфанефтехим»	12.9	22.8	28.0

По нашим данным в иле основное количество азота находится в составе аминокислот, с которыми ионы изучаемых металлов будут образовывать прочные внутрикомплексные соединения. Эти комплексы при внесении ила в почву перейдут в подвижную фазу, но ионы металлов будут спрятаны в объемную координационную сферу и не окажут токсического действия на биоту почвы.

В конечном итоге в почве установится динамическое равновесие процессов сорбции-десорбции металлов между подвижной и твердой фазами. Биодоступность, токсичность и подвижность ТМ в почвах определяется их перераспределением между почвенным раствором и твердой фазой и дальнейшим перераспределением между компонентами твердой фазы. На

перераспределение тяжелых металлов в почве влияют циклы увлажнения-высушивания. В результате их смены медь, цинк, никель преимущественно превращаются в восстановленные труднорастворимые оксиды. Перераспределение металлов происходит также за счет перемещения частиц почвы при агротехнических операциях на глубину 15-30 см. Таким образом, установлено, что в иле в нерастворимой форме задерживается 44-87% от валовой концентрации ТМ (табл.6). Эти цифры сопоставимы с данными других авторов, рассматривающих внесение ила осадков сточных вод (ОСВ) муниципальных стоков. ТМ обычно накапливаются в вегетативных органах растений, в генеративных органах – их содержание значительно меньше, так как существуют три защитных барьера на пути проникновения ТМ в растения: на границе почва-корень, корень-стебель, стебель – зерно.

#### *Заключение*

Тяжелые металлы, содержащиеся в иле биологической очистки нефтесодержащих СВ, будут находиться преимущественно в виде нерастворимых сульфидов, адсорбированных на поверхности твердой матрицы ила. В почвенный раствор будут переходить нетоксичные аминокислотные комплексы металлов, которые не окажут отрицательного воздействия на биоту почвы и будут задерживаться на защитных барьерах на пути проникновения ТМ в растения. Из этого следует, что тяжелые металлы в иле не являются препятствием для использования ила биологической очистки нефтесодержащих сточных вод в качестве удобрения.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лурье Ю.Ю. Справочник по аналитической химии. - М.: Химия, 1979. - 480с.
2. Ринькис Г.Я. Методы анализа почв и растений / Г.Я.Ринькис, Х.К.Рамане, Т.А.Куницкая. – Рига: Зинатне, 1987. – 174с.
3. Трубникова Л.И. Пути трансформации углеводов нефти в гумус при биологической очистке сточных вод // Экология и почвы. Избранные лекции 10-й Всероссийской школы. Пушкино: ОНТИ ПНЦ РАН.–2001.-Т.4.-С.218-224.

*ФГБОУ ВО Уфимский государственный авиационный технический университет, г.Уфа, Российская Федерация*

## **РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ГЕОРЕШЕТОК ДЛЯ ЭКОПАРКИНГА**

Количество автомобилей в крупных российских городах увеличивается в геометрической прогрессии, при этом почти каждый житель мегаполиса сталкивается с проблемой нехватки парковочного места, несмотря на то, что количество земли, закатываемой в асфальт, непрерывно увеличивается. Припаркованные автомобили хаотично размещаются на проезжей части улиц и дворов, тротуарах и газонах, препятствуя проезду транспорта и движению пешеходов. В результате - снижается уровень безопасности и комфорта пешеходного движения, снижается уровень грунтовых вод, загрязняются водные объекты, разрушается и загрязняется верхний плодородный слой почвы, происходят неблагоприятные изменения микроклиматических условий в городе. Один автомобиль припаркованный на озелененной территории, уничтожает около 15 м<sup>2</sup> травяного покрова, а стоимость реставрации составляет около 1 тыс. рублей, при этом до полного восстановления газона требуется не менее 2 лет [1].

Одним из способов решения этой проблемы является устройство экологических парковок. Создание экопаркинга позволяет решить проблемы не только нехватки парковочных мест, но и обеспечить естественную инфильтрацию воды, сохранение и защиту верхнего плодородного слоя почвы, улучшение микроклимата, позволяет использовать при производстве георешеток вторичное сырье (переработанные полимеры).

В условиях современного рынка к строительным и отделочным

*Секция 2: Утилизация и комплексная переработка промышленных и бытовых отходов*

материалам предъявляются все более и более жесткие требования, как к их качеству, так и к цене. И все большее количество специалистов в области строительства приходят к использованию в своей работе самых передовых, высокотехнологичных материалов. Результатом таких разработок и стали полимер – песчаные строительные материалы, которые все активнее завоевывают рынок благодаря очевидному преимуществу перед другими строительными материалами [2].

Преимущества полимер – песчаных георешеток:

1 выдерживают многотонную нагрузку:

– статическая нагрузочная способность (в лабораторных условиях) приблизительно 147 кН (15 т) на испытуемый образец, т.е.  $\approx 10$  Н/мм<sup>2</sup>;

– предел прочности 152 кгс/см<sup>2</sup>;

– предел прочности при сжатии 300 кгс/см<sup>2</sup>, вертикальная нагрузочная способность полимер – песчаной георешетки в 2 – 3 раза выше бетонной и пластиковой решетки;

2 малая истираемость поверхности решетки 0,003 г/см<sup>2</sup>;

3 атмосферо- и морозо- стойкость 500 циклов;

4 низкое водопоглощение 0,37% ;

5 имеет шероховатую поверхность;

6 высокая экологичность и небольшой вес.

Полимер – песчаная продукция, в условиях постоянного удорожания стройматериалов, является альтернативой пластиковым георешеткам. Изготовление подобной продукции осуществляется путем холодного прессования. Выбор такого метода изготовления объясняется его простотой, так как для этого вида переработки пластических масс применяются более простые и дешевые пресс – формы и оборудование [2]. Изделия, производимые с неременным соблюдением техники безопасности и экологических норм, полностью отвечают всем требованиям современного рынка.

В основе этой технологии изготовления георешетки лежат 3 составляющие: песок – основная составляющая, полимер – связующая часть состава, окрашивающий пигмент – позволяет придать полимер – песчаным изделиям практически любой цвет.

В качестве связующей составляющей смеси могут использоваться как первичный, так и вторичный пластик. Рассматривая полимер-песчаную технологию, именно использование вторичных пластмасс является наиболее привлекательным и экономически выгодным решением в силу низкой стоимости вторичного сырья. Технология допускает использование разнородных полимеров разных групп (ПНД, ПВД), при этом, важным условием является подбор с одинаковой температурой плавления[3].

Кроме отходов полимеров в производстве изделий требуется песок. Он используется как наполнитель и должен быть сухим, просеянным без глинистых и пылевидных включений. Не имеет значения, какого цвета песок и происхождения. Допустимая фракция до 3 мм [3].

Последним компонентом сырья для полимер-песчаных изделий является пигмент железо-окисный. Он обладает высокой свето- и атмосферостойкостью, устойчивостью к воздействию агрессивных химических реагентов [4].

Технологическая схема изготовления полимер-песчаной георешетки (рисунок 2) начинается с закупки вторсырья, представляющего собой отходы разнообразной полимерной продукции, закупаемые в торговых точках, на складах и в компаниях, занимающихся сбором отходов этой категории (сортировочные базы, гипермаркеты, крупные торговые сети).

На втором этапе осуществляется дробление пластмассы на специальных дробильных машинах. В результате образуется пленка в мелкой фракции, издали напоминающая белый песок, которая в процессе дробления очищается от посторонних включений.

Когда все компоненты имеются в наличии, осуществляется

приготовление смеси с точным взвешиванием каждого ингредиента, согласно ТУ 5756-57282389-001-01. В данном случае речь идёт о пропорции 69% песка, 30% полимера и 1% пигмента [5].

После взвешивания сыпучие материалы сыпаются в смеситель, где тщательно перемешиваются до получения композитного сухого состава.

Следующий этап – помещение получившегося сухого «коктейля» в АПН (агрегат плавильно – нагревательный). По своему принципу действия АПН является экструдером (рисунок 1). АПН различаются по длине (3,5 м, 4 м и 5 м) и объёму получаемой смеси.



Рисунок 1 – АПН 3,5 метровый [6]

На выходе получается однородная масса готовая к формовке. Важно соблюдение заданного температурного режима, в результате чего происходит обволакивание полимером каждой частицы наполнителя (песка). При последующей формовке и застывании полимер – песчаная масса образует однородную монолитную структуру с высокой прочностью [5].

Затем происходит взвешивание и загрузка пресс – массы в пресс-форму. Пресс – формы, в которых предусмотрена система охлаждения, являются основным видом оснастки для полимер – песчаного производства и предназначены для придания формы готовому изделию.

В качестве прессового узла для формовки готовых полимер – песчаных масс в составе производственных линий используются прессы серии Д24.

Контроль и отбраковка изделий подразумевает проверку визуально без применения увеличительных приборов, сравнением контролируемого изделия с

Секция 2: Утилизация и комплексная переработка промышленных и бытовых отходов образцом – эталоном, утвержденным в установленном порядке.

Для определения прочностных характеристик заготовки подвергают испытаниям на растяжение по ГОСТ 11262-76, на сжатие по ГОСТ 4651-78, на статический изгиб по ГОСТ 4648-71.

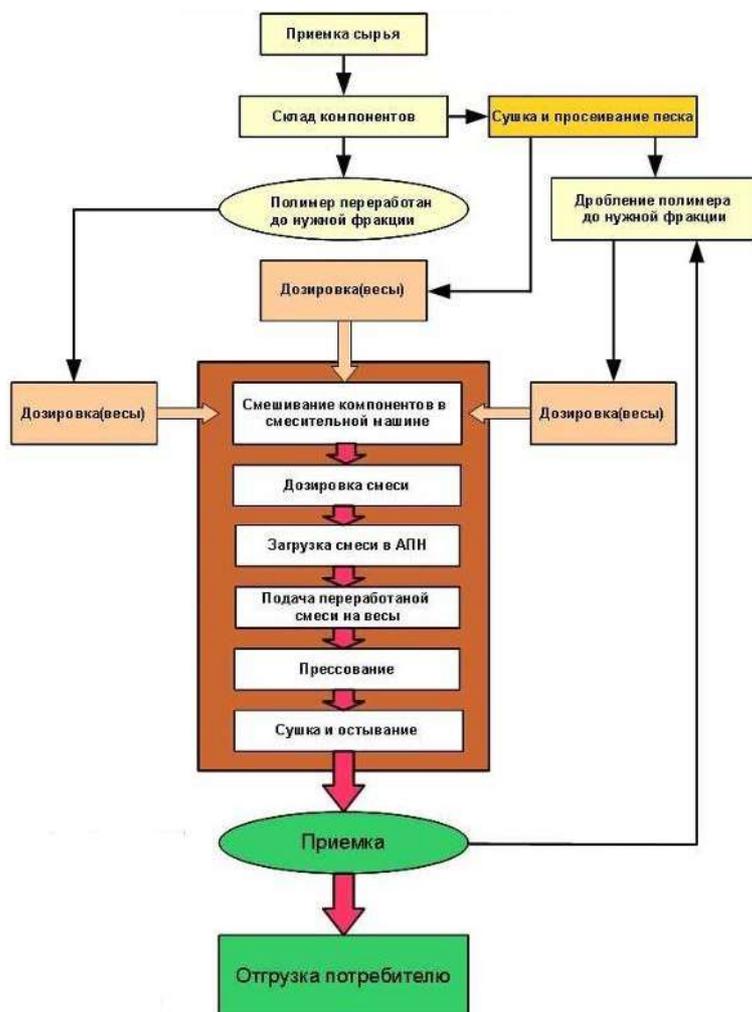


Рисунок 2 – Блок-схема изготовления полимер-песчаной георешетки

Предлагаемая технология изготовления полимер-песчаной георешетки является наиболее экологичным и выгодным решением, так как в качестве полимерной составляющей смеси георешеток предлагается использовать вторичные полимеры. Такая газонная решетка при солнечном воздействии не выделяет ни запаха, ни вредных веществ; выдерживает многотонную нагрузку на поверхность; отвечает всем требованиям современного рынка;

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. МИАКОМ группа компаний. URL: <http://miakom.ru/upload/iblock/563/56359463caf504907afc57340e8503f9.pdf> (дата обращения 24.01.17).
2. Технология изготовления канализационных люков методом прессования. Чижова Л.А., Ли Д.С. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых» (ВлГУ), Владимир, Россия.
3. Отраслевой ресурс. ТБО. Переработка вторичного сырья. Технология производства. URL: <http://www.solidwaste.ru/processing/catalog/tech/13.html> (дата обращения 10.01.17).
4. Европейские строительные технологии. URL: <http://www.xn--43-6kcdflijx8bfby6b.xn--p1ai/> (дата обращения 10.01.17).
5. Дятьковское РТП-1. Технология производства полимерпесчаной продукции. URL: <http://dyatkovortp.ru/statyi/154-tehnologija-proizvodstva-polimerpeschanoi-trotuarnoi-plitki> (дата обращения 15.01.17).
6. РПК Rostpolikraft. Оборудование для композитов. Полимерпесчаное оборудование. Комплект Эконом. URL: <https://18ps.ru/catalog/oborudovanie-dlya-kompozitov/polimerpeschanoie-oborudovanie/varianty-komplektatsii-linii/komplekt-ekonom.html> (дата обращения 28.01.17).

Надеждина С. А.

*ФГБОУ ВПО Ивановский государственный политехнический университет,  
г. Иваново, Российская Федерация*

## **УПРАВЛЕНИЕ ОТХОДАМИ ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

Проблема управления твердыми отходами является одной из приоритетных в индустриальном обществе. Доля текстиля в твердых бытовых

*Секция 2: Утилизация и комплексная переработка промышленных и бытовых отходов*  
отходах составляет 4,6 – 5,4 %. Сырьевая база швейной промышленности непрерывно претерпевает существенные изменения, основанные на преимущественном росте потребления химических волокон и нитей, восполняющих дефицит природного сырья; химизация технологических процессов швейного (продукты, процессы) вынуждают задуматься о выборе оптимальной схемы обращения с отходами и рациональной технологии их переработки. Для сокращения объемов отходов, уменьшения их негативного влияния на окружающую среду, реализации ресурсосберегающей политики, текстильные отходы необходимо вовлекать в материальное производство в качестве вторичного сырья.

В последние десятилетия спрос на продукцию легкой промышленности вырос под влиянием моды и повышенным требованиям потребителей. Важнейшим фактором устойчивого развития общества является просветительская работа с населением по экологическому образованию. Посредством увеличения ответственности производства за сбор ненужной, вышедшей из годности продукции для последующей переработки, можно повлиять на поведение потребителей.

Nadezhdina S. A.

*Ivanovo State Polytechnic University, Ivanovo, Russian Federation*

## **MANAGING TEXTILE WASTE**

The problem of managing solid waste is one of the most essential in the industrial society. The share of textile in the solid waste amounts to 4,6-5,4 %. The raw material base of the textile industry suffers permanent changes, based on the dominating growth of consuming of chemical fibers and threads, which compensates

the shortage of natural raw material. Chemicalization of technological textile processes lay us under a necessity of choosing an optimal scheme of managing waste and efficient technology of recycling it. To reduce the amount of waste, to diminish its negative influence on the environment, to execute the resource saving policy, textile waste should be involved in manufacturing as secondary raw material.

During recent decades, the demand for textile industry products has increased under the influence of fashion and keen interest of consumers. One of the most important determinant of the stable development of society is the enlightening work with the population dealing with the ecological education. By means of the increase of responsibility of manufacturers for collection of no longer necessary, out of date materials for the purpose of their subsequent recycling, we can influence the consumers' behavior.

Во всем мире проблема управления ТБО (в западных странах часто используется также термин «муниципальные отходы») является одной из приоритетных, занимая в системе городского хозяйства второе место по затратам и инвестициям после сектора водоснабжения и канализации. В городах быстро накапливаются объемы ТБО. В результате миграции с территории полигонов (свалок) химических веществ, содержащихся в фильтрате ТБО в поверхностные и грунтовые воды, происходит загрязнение почвы и питьевых источников.

Отходы производства в виде волокон, пряжи, нитей, лоскутов и обрезков текстильных материалов и отходы потребления в виде бытовых изношенных текстильных изделий в твердых бытовых отходах составляет 4,6 – 5,4 %. Для переработки ТПО применяют сжигание, либо целенаправленную переработку.

В настоящее время почти весь ассортимент материалов содержит химические волокна, красители, значительное развитие получило применение в швейной промышленности термопластичных клеев, широкое распространение получили химические способы отделки одежды с целью придания ей

несминаемости и формоустойчивости, а также химические методы отделки: такие, как аппликации, печатание, плиссе, гофре, батик и т.п. Таким образом, готовый продукт представляют собой гетерогенную смесь сложного морфологического состава. Возникает необходимость в изучении закономерности образования и движения, моделирования изменения качественного и количественного состава отходов, с целью прогнозирования развития негативных воздействий и оценки последствий их действия.

Для решения проблемы утилизации твердых отходов необходим комплексный подход. Объединяющим процессом в схеме комплексной переработки ТБО является сортировка (в том числе на основе селективного сбора). При этом повышается не только доля повторного использования ряда компонентов ТБО, но и во многом решаются вопросы удаления опасных компонентов, оптимальной подготовки ТБО к дальнейшей переработке. Это значительно снизит негативное воздействие на окружающую среду, связанное с производством волокнистого сырья и уничтожением отходов.

В условиях острого дефицита натурального сырья для текстильной промышленности утилизация и повторное использование волокнистых отходов имеет большое экономическое значение. Использование отходов позволяет значительно сократить расходы на сырье, загрузить простаивающие (или законсервированные) производственные мощности, создать дополнительные рабочие места. Особенно заметно удешевление сырья при использовании отходов в производстве материалоемких текстильных изделий, не чувствительных к качеству исходного сырья - нетканых изделий для нужд дорожного, гражданского и жилищного строительства, средств безопасности, фильтровальных материалов, специальной и защитной одежды, средств ликвидации экологических аварий и катастроф.

Текстильные отходы потребления имеют смешанный состав, не разделены по типам волокон, часто загрязнены и представляют собой весовой

лоскут тканей. Любая технология переработки текстильных отходов должна включать стадии подготовки вторичного текстильного сырья, состав операций которой зависит от источника поступления сырья и его дальнейшего использования. Так, подготовка вторичного сырья, поступающего от населения, включает следующие технологические операции: дезинфекцию, обеспыливание, сортировку, стирку или химчистку, резку и разволокнение. При подготовке вторичного текстильного сырья, поступающего из сферы производства, такие технологические операции, как дезинфекция, обеспыливание, стирка или химчистка, отпадают.

Количество текстильных отходов потребления в составе ТБО превышает текстильные отходы производства. В результате изучения твердых бытовых отходов к исследователям пришло понимание того, что нужно смешивать ТПО с ТБО, чтобы облегчить переработку последних. Многие виды ТПО утилизируются на том же предприятии, где они возникают. Предлагается сделать неотъемлемой частью производства легкой промышленности сбор ненужной, вышедший из годности продукции для последующей переработки.

Поведение и численность населения напрямую влияет на динамику образования твердых отходов. В XX веке продукция легкой промышленности помимо удовлетворения утилитарной потребности человека, выполняет эстетические функции и функции социального характера. Продолжительность жизни современной одежды незначительна по сравнению со многими другими промышленными товарами, как ни для одного другого товара она определяется в большой степени моральным износом и модой. Введение обязательной сертификации, взимание платы за каждую единицу произведенного товара для последующей переработки, повлечет увеличение стоимости продукции. Как известно, это является эффективным рычагом в управлении поведением населения. Помимо этого, экологическое образование должно быть направлено на кардинальное изменение сознания людей в отношении природы Земли,

*Секция 2: Утилизация и комплексная переработка промышленных и бытовых отходов*  
сложившихся стереотипов мышления и поведения.

Таким образом, управление отходами легкой промышленности должно включать:

- Введение обязательной сертификации продукции;
- Увеличение утилизационного сбора;
- Введение отчетности предприятий по сбору изношенных вещей;
- Экологическое образование среди всех слоев населения.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Акопова, Г.С. Проблемы переработки промышленных и бытовых отходов и пути их решения Текст. / Г.С. Акопова и др. М.: ИРЦ Газпром. - 1999. - 114, с.
2. Гусев, В.Е. Технология вторичного текстильного сырья Текст. / Гусев В.Е. М.: Легпромбытиздат, 1970. - 147 с.
3. Утилизация и переработка отходов: сайт. Москва, 2015. URL:<http://vtorothodi.ru/utilizaciya/vtorichnaya-utilizaciya-otxodov> (дата обращения 28.04.2017)
4. Благовещенская, Т.С. Европейская практика организации сбора отходов от населения// журнал «Экология на предприятии» № 6 (36), июнь 2014 г. URL: [http://ecologia.by/number/2014/6/UR1\\_6\\_2014\\_9](http://ecologia.by/number/2014/6/UR1_6_2014_9) (дата обращения 28.04.2017)

Насырова Э.Ф., Мухаматдинова А.Р.

*ФГБОУ ВО Уфимский государственный авиационный технический университет, г.Уфа, Российская Федерация*

### **ИССЛЕДОВАНИЕ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ РЕКУЛЬТИВАЦИИ НЕФТЕЗАГРЯЗНЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ**

В настоящее время актуальной проблемой является восстановление экосистем почв и грунтов, подверженных загрязнению углеводородами нефти. Углеводородное загрязнение вызывает значительные, преимущественно неблагоприятные и трудно обратимые изменения в почвенных экосистемах. Эта проблема является актуальной в Башкортостане – республике нефтедобычи и

*Секция 2: Утилизация и комплексная переработка промышленных и бытовых отходов нефтепереработки [1].*

Технология рекультивации включает технический и биологический этапы, обеспечивающие возможность полного восстановления плодородия нарушенных земель. К биологическому этапу приступают после технической рекультивации, он включает в себя комплекс агротехнических и фитомелиоративных мероприятий. Важным условием эффективного снижения уровня углеводородного загрязнения является наличие углеводородоокисляющих микроорганизмов.

Темпы микробной деградации нефтяных углеводородов зависят от множества факторов, и для увеличения эффективности этого процесса требуется оптимизация условий для роста и развития микроорганизмов. Основными природными факторами, влияющими на активность углеводородоокисляющих микроорганизмов, являются температура, условия влажности и аэрации почвы, обеспеченность элементами минерального питания, интенсивность солнечного света [2].

Оптимальными для развития углеводородоокисляющих микроорганизмов в почвах считают следующие условия: температурный интервал в 20-30<sup>0</sup>С. Нефтеоокисляющие микроорганизмы не могут развиваться в полностью обезвоженной среде. Наилучшими условиями влажности являются 60% от полной влагоемкости. Поскольку процессы разрушения нефти преимущественно окислительные, и, как правило, все микроорганизмы-нефтедеструкторы являются аэробными, доступность кислорода является обязательным фактором, ускоряющим скорость биodeградации.

Для оценки значимости этих факторов проводилось исследование с образцами почвы (чернозем выщелоченный), в которые вносили нефть в концентрации 100 г/кг почвы. Образцы почвы подвергались воздействию различных факторов, влияющих на скорость и качество рекультивации. Для оценки роли температурного фактора модельные пробы почвы выдерживались

*Секция 2: Утилизация и комплексная переработка промышленных и бытовых отходов*  
при температуре +20°C (проба 1); +4°C (проба 2). Изучено влияние агрохимических факторов: аэрации и влажности путем рыхления (проба 3) и полива (проба 4). В пробу 5 был внесен биопрепарат «Деворойл» в концентрации 0,05г на 100г почвы. Определение концентрации остаточных углеводов проводили методом ИК-спектрометрии на приборе КН-2.

Известно, что наиболее успешно биодеструкция происходит при температуре выше 5-10°C. Как можно заметить из рисунка, в образце почвы выдержанном при 4°C в течении 40 суток процесс разложения нефти протекает значительно медленнее, чем при 20°C. Это означает, что температурный режим имеет важное значение при проведении биологического этапа рекультивации.

Для активизации роста и физиологической активности микроорганизмов-деструкторов в почвах следует проводить принудительное аэрирование путем рыхления. Рыхление так же способствует снижению концентрации углеводов в результате испарения легких фракций, которые составляют 50-70% нефти [2].

Для интенсивного роста и развития растений и микрофлоры необходима оптимальная влажность, которая для разных типов почв составляет 15-35% от массы почвы. Вода необходима для всех процессов обмена веществ микроорганизмов. При ежедневном орошении концентрация нефтепродуктов в почве снизилась на 18% по сравнению с контрольной пробой.

Активацию аборигенных почвенных микроорганизмов, способных к деструкции углеводов, можно производить внесением в почву различных технологических биопрепаратов на основе адаптированных к высокому содержанию нефти культур микроорганизмов, в частности препарата «Деворойл». Деградирующее действие этого препарата было изучено в жестких условиях (без рыхления, полива почвы и внесения биогенных элементов), затрудняющих жизнедеятельность микроорганизмов. Установлено, что деградация нефтепродуктов в почве с присутствием препарата «Деворойл»

при неблагоприятных условиях для микроорганизмов протекала значительно быстрее, чем без него. Концентрация нефтепродуктов снизилась приблизительно на 20% по отношению к контрольной.

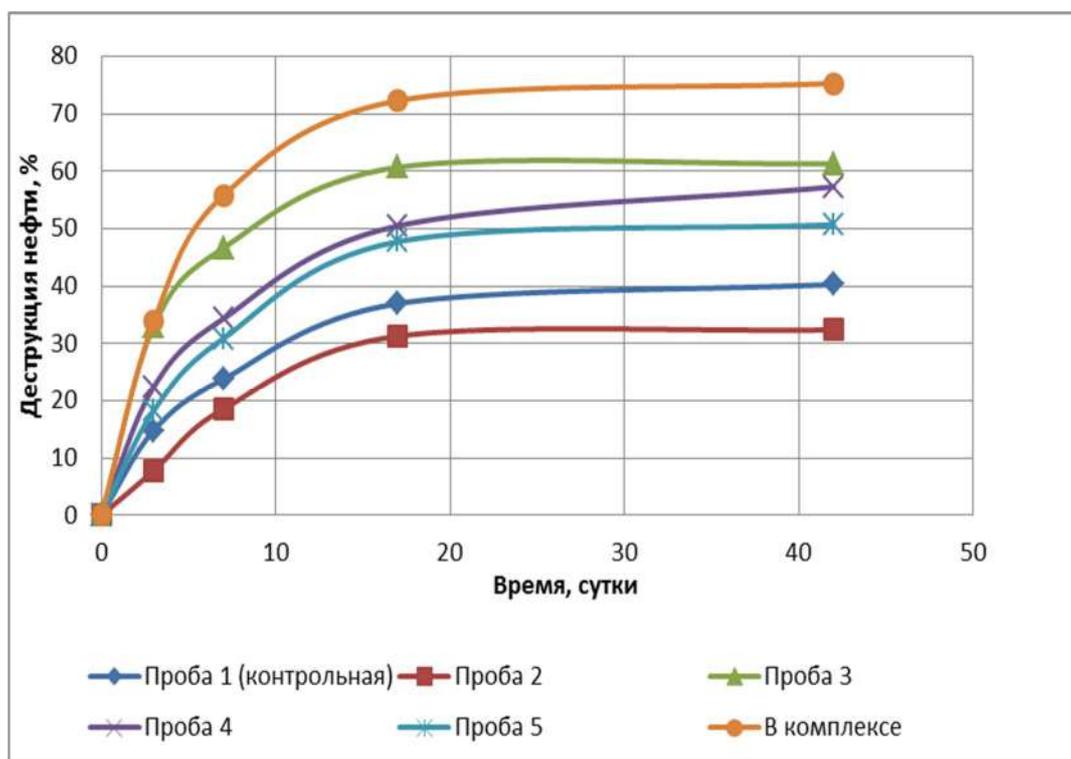


Рисунок 1 – Сравнительная оценка эффективности исследуемых факторов.

Таким образом, исследование окончательного вклада основных факторов, влияющих на разложение нефти в почве (рыхление, полив, температурный режим, внесение биопрепарата), позволяет выделить в виде наиболее значимого аэрирование. А комплексное воздействие[3] всех положительных факторов позволяет снизить содержание нефтепродуктов в почве за тот же промежуток времени на 35-40% по отношению к контролю.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Дегтярева И.А., Хилятуллина А.Я. // Оценка влияния природных ассоциаций углеводородокисляющих микроорганизмов на состояние нефтезагрязненной почвы // Ученые записки Казанского ун-та. – Казань, 2011. – Том 153, кн. 3. – С. 137-143.
2. Биккинина А.Г. Разработка технологии рекультивации нефтезагрязнённых объектов с использованием комплекса микробиологических препаратов. Уфа, 2007, 125 с.

3. М.Ю. Марченко, А.В. Барков, М.И. Шуктуева, В.А. Винокуров, Л.М. Краснопольская // Базидиомицеты как перспективный компонент биопрепаратов для ремедиации нефтезагрязненных почв// Башкирский химический журнал, Том 18, №4. 2011. С. 159-163.

Красногорская Н.Н., Нафикова Э.В., Ильмурзин И.Б.

*ФГБОУ ВО Уфимский государственный авиационный технический университет, г.Уфа, Российская Федерация*

## **АНАЛИЗ ПРОБЛЕМ РЕКУЛЬТИВАЦИИ НАРУШЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ**

В настоящее время процессы связанные с добычей полезных ископаемых, геологоразведочными работами, изыскательских, строительных и других работ в основном приводят к нарушению почвенного покрова, гидрологического режима местности, образованию техногенного рельефа и другим некачественным изменениям земельных ресурсов.

Нарушенные земли – это земли, которые утратили ценность в хозяйствовании или, более того, отрицательно влияют на окружающую среду из-за нарушенного почвенного покрова либо когда образуется техногенный рельеф после определённой производственной деятельности.

Для восстановления нарушенных земель необходима рекультивация земель – целого комплекса действий, который направлен на восстановление народно-хозяйственной ценности опустошённых почв, на восстановление их продуктивности, на улучшение условий всей окружающей среды. Существует техническая и биологическая рекультивация нарушенных земель.

Направления рекультивации нарушенных земель — восстановление их для того или иного целевого способа использования. Например, сельскохозяйственное направление предусматривает на нарушенных почвах создание новых сельскохозяйственных угодий.

Работы по снятию плодородного слоя, его транспортировке и нанесению нового (землевание) позволяют значительно улучшить даже малопродуктивные угодья и потенциально плодородные породы. Объектом рекультивации называется земельный участок с нарушенным плодородным слоем, который подлежит восстановлению. Верхняя часть почвенного покрова, гумусированная и снабжённая всеми благоприятными для растений физическими, химическими и агрохимическими свойствами, называется плодородным слоем.

В публикационной системе Scopus основная доля опубликованных материалов в области рекультивации нарушенных земель принадлежит авторам: Reddy K., Naidu R., Vangronsveld J., Lestan D., Ottosen L.M., Ok Y.S. (рисунок 1) [1].

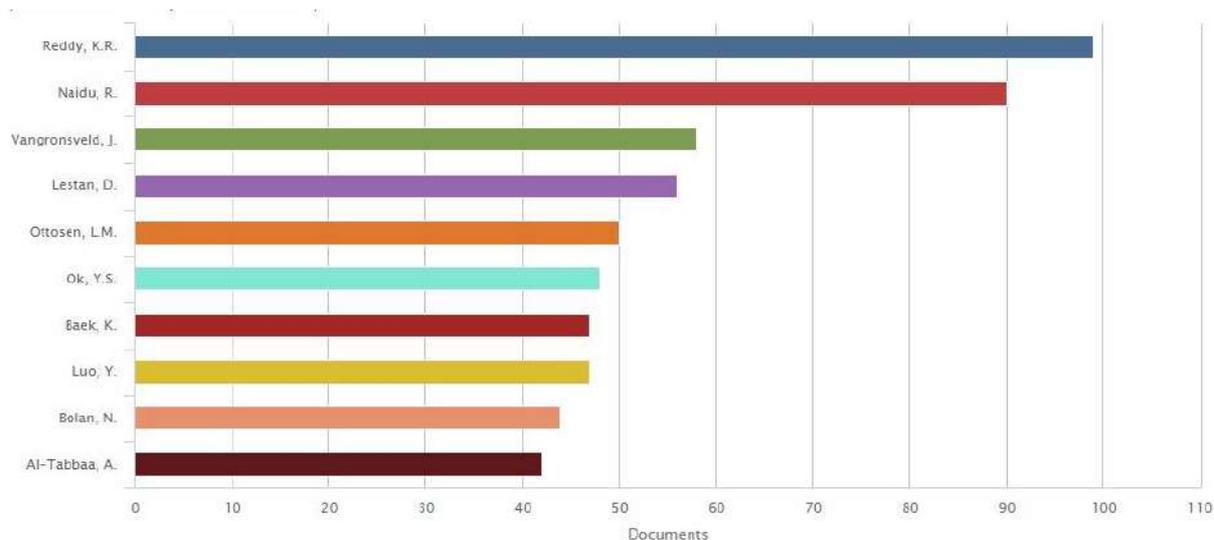


Рисунок 1 – Анализ публикационной активности авторов в базе данных Scopus в области рекультивации нарушенных земель

Публикационная активность по годам и источникам говорит нам о том, что авторы предпочитают публиковаться в журналах в области материаловедения и экологии.

Наибольшее количество статей по теме: «Рекультивация нарушенных земель» принадлежит Китайской Академии наук (рисунок 2), далее в рейтинге

Секция 2: Утилизация и комплексная переработка промышленных и бытовых отходов  
 идет университет Дзечанг, потом Агенство защиты окружающей среды  
 Соединенных штатов Америки и т.д.

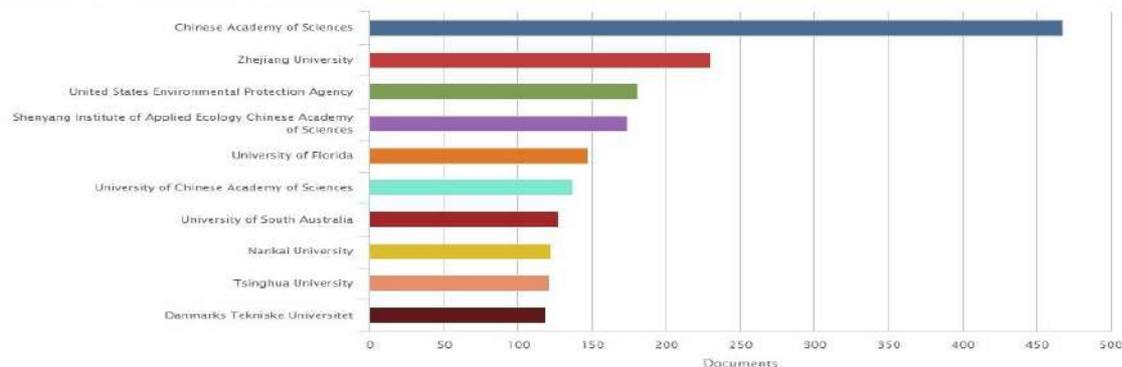


Рисунок 2 – Анализ публикационной активности организаций, где проводятся исследования в области рекультивации почв

Интерес к данной теме, в основном, возникает в тех странах, где эта проблема стоит наиболее остро. Наибольшее количество научных статей в области рекультивации нарушенных земель по данным базы Scopus в США, Китае, Великобритании.

По отраслям знаний в большинстве случаев преобладают науки об охране окружающей среды, сельскохозяйственные и биологические науки.

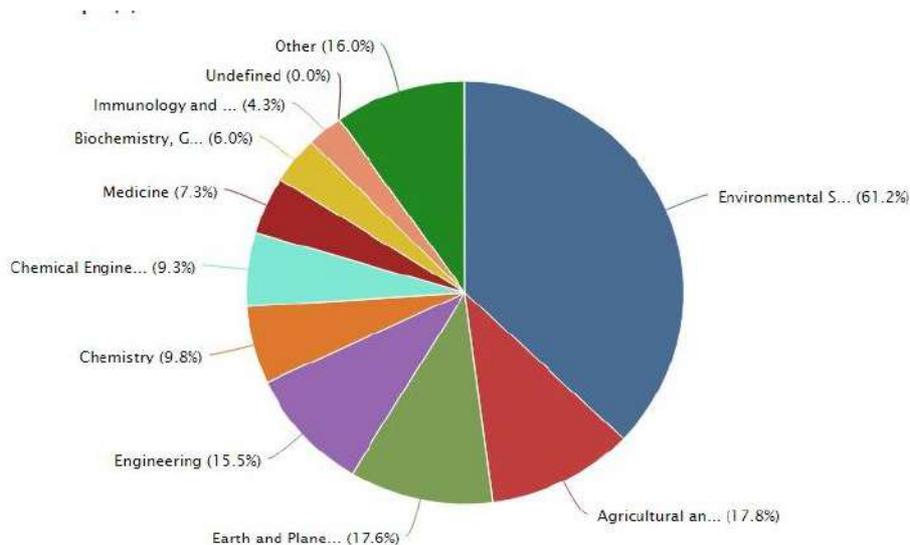


Рисунок 4 – Публикационная активность по тематическим областям в области рекультивации нарушенных земель

Ученые стремятся использовать как можно менее затратные технологии очистки почв от загрязнений, одним из перспективнейших направлений в рекультивации является метод рекультивации поверхностно-активными веществами [2].

Помимо технологий очистки на месте существуют не менее важные направления предотвращения миграции загрязнений. Путем построения низкопроницаемого барьера с синхронной транспортировкой кальция и карбонатов [3].

В сельском хозяйстве уже не первый год стоит проблема очистки сельскохозяйственных земель от пестицидов. Их возникновение стало существенной экологической проблемой, которая была увеличена благодаря широкому распространению использования пестицидов во всем мире и отсутствию технологий для реабилитации почв.

Таким образом, проблема рекультивации нарушенных земель требует проведение мероприятий с использованием технологий, предназначенных для обеспечения наиболее большей экологичности по рекультивации нарушенных земель. Так же необходима разработка новых методов расчета предельно допустимых концентраций загрязняющих элементов содержащихся в почве, совершенствование технологий по выявлению загрязнений.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Реферативная база данных Scopus [Электронный ресурс]/Режим доступа: [www.scopus.com](http://www.scopus.com), ограниченный. Загл. с экрана. – Яз. Англ.
2. Liang, X. Drivers and applications of integrated clean-up technologies for surfactant-enhanced remediation of environments contaminated with polycyclic aromatic hydrocarbons?/ C. Guo, C. Liao, S.Liu //Environmental Pollution. – 2017.- Vol. 59(1).- P.10-20.
3. Chen, S. In situ construction of low permeable barrier in soil to prevent pollutant migration by applying weak electric field/ X. Liu, L. Wang, C. Wan //Journal of Environmental Management. – 2017.- Vol. 59(1).- P.10-20.

Тесаловский А.А.

*ФГБОУ ВО Вологодский государственный университет, г.Вологда, Российская Федерация*

## **О НЕОБХОДИМОСТИ ИНТЕГРАЦИИ СХЕМЫ РАЗМЕЩЕНИЯ МЕСТ ХРАНЕНИЯ ОТХОДОВ СО СВЕДЕНИЯМИ ЕДИНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО РЕЕСТРА НЕДВИЖИМОСТИ**

Схемы размещения объектов обращения с твёрдыми бытовыми отходами должны быть в достаточной мере интегрированы с документами территориального планирования – схемами территориального планирования, разрабатываемыми на картографических материалах масштабов от 1:50000 до 1:200000. В свою очередь схемы территориального планирования являются продолжением плановых документов по стратегическому планированию, как в среднесрочной, так и долгосрочной перспективе. Таким образом, вопросы установления предполагаемого размещения и «развития» мест хранения и переработки объектов обращения с твёрдыми бытовыми отходами на основании данных мониторинга [4], землеустройства, Единого государственного реестра недвижимости и документов территориального планирования являются важной задачей.

Так как площади полигонов и свалок постоянно увеличиваются [2], отвод земель для их строительства и хранения отходов должен быть обоснован с различных точек зрения на перспективу. То есть при необходимости в отношении располагающихся вокруг земельных участков должно быть предусмотрено их возможное использование полностью или частично для включения в состав полигона обращения с отходами. «Инструментом» для решения этой задачи может служить резервирование земель. Резервирование в соответствии с положениями Земельного кодекса Российской Федерации может

*Секция 2: Утилизация и комплексная переработка промышленных и бытовых отходов*  
производиться на срок от 2 до 20 лет в зависимости от строящегося или реконструируемого объекта.

При оценке капиталовложений в проект строительства либо реконструкции уже существующего полигона помимо целесообразности переработки отходов [1, 5] должен учитываться правовой статус прилегающих к месту размещения полигона обращений с отходами земель, в том числе и их форма собственности: частная, муниципальная и другие. Так, например, при условии окружения полигона землями, находящимися в муниципальной собственности, нет необходимости отчуждать и выкупать эти земельные участки для муниципальных нужд – расширения территории полигона.

Кроме того, необходимы данные о категориях земель, окружающих участок, и о видах разрешённого использования смежных земельных участков. Это связано с тем, что включение земель в состав полигона может быть сопряжено с изменением категории. В соответствии с действующим земельным законодательством требования к переводу земельных участков и земель из разных категорий разные: от перевода практически без ограничений для земель промышленности и иного специального назначения, до перевода лишь в случае утраты своего ценного назначения при положительном заключении экологической экспертизы – для земель особо охраняемых территорий и объектов [6].

Таким образом, для принятия решения о местах размещения и направлениях расширения территорий полигонов обращения с отходами необходимо использование информации об уникальных характеристиках смежных земель и земельных участков – кадастровые данные. С 1 января 2017 года вместо Государственного кадастра недвижимости данные об уникальных характеристиках можно получить из Единого государственного реестра недвижимости, который ведётся Федеральной службой государственной

Секция 2: Утилизация и комплексная переработка промышленных и бытовых отходов регистрации, кадастра и картографии (Росреестром). Состав Единого государственного реестра недвижимости приведён на схеме (рисунок 1).

К кадастровым картам относится и публичная кадастровая карта – сервис интернет-портала Росреестра, содержащий данные о кадастровом делении территории РФ и общей информации об объектах недвижимости, наложенных на картографическую основу.



Рисунок 1 – состав Единого государственного реестра недвижимости

Данные о характеристиках (категория земель, вид разрешённого использования, вид собственности и другие) смежных участков могут быть почерпнуты как с публичной кадастровой карты, так и из полученных на основании соответствующих запросов об участках документов. К таким документам относятся:

- выписки из Единого государственного реестра недвижимости об основных характеристиках и зарегистрированных правах на объект недвижимости;

- выписки о переходе прав на объект недвижимости;

- кадастровые планы территории, содержащие общие сведения об объектах недвижимости на территории (кадастровый квартал), о специальных зонах и границах квартала, а так же плоских прямоугольных координатах указанных объектов.

На рисунке 2 приведён фрагмент публичной кадастровой карты с изображением территории полигона твёрдых бытовых отходов в г. Череповец Вологодской области. По карте могут быть установлены следующие характеристики указанного участка:

- местоположение и географические координаты: широта и долгота;
- уникальный кадастровый номер участка;
- категория земель: земли промышленности и иного специального назначения;
- форма собственности: муниципальная или государственная;
- площадь и кадастровая стоимость: 128 273 м<sup>2</sup> и 371 991,70 рублей, соответственно.

Тип	Земельный участок
Кад. номер	35:21:0102003:116
Кад. квартал	35:21:0102003
Статус	Учтенный
Адрес	Вологодская обл, г Череповец
Категория земель	Земли промышленности, энергетики, транспорта, связи, радиовещания, телевидения, информатики, земли для обеспечения космической деятельности, земли обороны, безопасности и земли иного специального назначения
Форма собственности	Собственность публично-правовых образований
Кадастровая стоимость	371 991,70 руб.
Уточненная площадь	128 273 кв. м
Разрешенное использование	Под иными объектами специального назначения
по документу:	полигон твердых бытовых отходов



Рисунок 2 – фрагмент публичной кадастровой карты с изображением участка для размещения полигона твёрдых бытовых отходов

По этой же карте могут быть получены сведения о смежных с полигоном твёрдых бытовых отходов земельных участках:

- с севера и северо-запада к полигону примыкают земли промышленности и иного специального назначения, находящиеся в частной собственности;

- с северо-востока земли, находящиеся в государственной собственности, предназначенные для размещения объектов коммунального хозяйства;
- с востока земли неразграниченные;
- с юга участок для эксплуатации свалки промышленных отходов и очистных сооружений, частная собственность;
- с запада – земельный участок, сведения о котором имеют статус «временный», предназначенный для объекта размещения отходов.

По данным Единого государственного реестра недвижимости, полученным при помощи сервиса «Публичная кадастровая карта» можно сделать предположение, что, судя по виду разрешённого использования смежных участков, территория полигона расширяется в восточном направлении. На это указывает и статус «временные» - в настоящий момент ведутся работы по оформлению прав на образованный участок. Необходимо отметить, что по получаемым с публичной кадастровой карты географическим координатам объекта могут быть определены картографические материалы и материалы дистанционного зондирования земли на необходимую территорию и местность.

Далее посредством осуществления запросов к Единому государственному реестру объектов недвижимости и получения выписок из него сведения об участках могут быть уточнены. Сведения следует уточнить и потому, что на публичную кадастровую карту данные выгружаются и обновляются с определённой задержкой, например, по указанному на рисунке 2 участку и смежным с ним землям данные отображены по состоянию на лето 2016 года.

Для успешной обработки разнородной и многоплановой информации об объектах обращения с отходами и принятия решений по их реконструкции и функционированию рекомендуется использовать современные географические информационные системы (ГИС), например, MapInfo [3].

Таким образом, для принятия решений о развитии территории в области строительства, реконструкции и текущей эксплуатации полигонов обращения с твёрдыми бытовыми отходами необходимо учитывать разнообразные уникальные характеристики смежных земель и объектов для минимизации финансовых затрат. К характеристикам можно отнести сведения о категории земель и возможности перевода таких земель в другие категории, а так же форму собственности. Такие данные в настоящее время могут быть получены из Единого государственного реестра недвижимости при использовании сервиса портала Росреестра «Публичная кадастровая карта» и уточнены посредством получения выписок с кадастровыми данными об объектах.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Асаул, А. Н. Особенности инвестиционного планирования инновационных инвестиционно-строительных проектов (часть 2) / А. Н. Асаул, А. А. Горбунов, Д. А. Заварин // Экономика строительства. – 2016. - № 1. – С. 32-43;
2. Белый, А. В. Результаты комплексного исследования загрязнения окружающей среды от свалок ТБО Сельских поселений Вологодской области / А. В. Белый, Ю. П. Попов // Вузовская наука – региону. Материалы Десятой Всероссийской научно-технической конференции в 2 томах. Ответственный редактор: Плеханов А. А. – 2012. – С. 192-195;
3. Попов, Ю. П. Управление системой обращения с земельными участками при строительстве полигонов для захоронения твёрдых бытовых отходов в Вологодской области на основе географической информационной системы / Ю. П. Попов, А. В. Белый // Экология промышленного производства. – 2012. – № 3. – С. 80-84;
4. Рувинова, Л. Г. Биологический мониторинг загрязнения почвенной и водной среды в условиях урбанизации / Л. Г. Рувинова, А. Н. Сверчкова, С. М. Хамитова, Ю. М. Авдеев // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. – 2016. № 6. – С. 14-20;
5. Трушников, В. Е. Исследование экономических показателей целесообразности переработки техногенных отходов фосфатно-магниевого сырья в проектах землеустройства / В. Е. Трушников // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал) – 2013. - № 7. – С. 264-269;
6. Уханов, В. П. Экологический мониторинг состояния особо охраняемых природных территорий / В. П. Уханов, С. М. Хамитова, Ю. М. Авдеев // Вестник Красноярского аграрного университета. – 2016. - № 10. – С. 66-71.

Хизбуллин А.М., Кагиров А.Ф.

*ФГБОУ ВО Уфимский государственный авиационный технический университет, г. Уфа, Российская Федерация*

## **ОЧИСТКА ВЫХЛОПНЫХ ГАЗОВ**

Мощным источником загрязнения окружающей среды является автомобильный транспорт. В выхлопных газах содержится в среднем 4 - 5% СО, а так же непредельные углеводороды, диоксид азота, диоксид серы, сажа. Также выделяются токсичные вещества – бромиды и хлориды свинца. Доля выбросов от автомобилей в общей доле загрязнения воздуха составляет примерно 10%. Очистка выхлопных газов призвана решить эти проблемы, посредством чего выброс частиц может быть уменьшен примерно на 75%.

На сегодняшний день в промышленных масштабах используются следующие способы очистки выхлопных газов: химический, представленный нейтрализаторами, механический, осуществляемый тканевыми и керамическими фильтрами, и электростатический, реализуемый электростатическими фильтрами [1].

Принцип работы нейтрализаторов различается в зависимости от типа двигателя автомобиля. Для бензиновых двигателей используют термические и каталитические нейтрализаторы. В каталитических нейтрализаторах, которые наиболее распространены, действие основано на понижении энергии, выделяющейся при химических процессах окисления токсичных веществ, путем применения катализаторов (палладия, платины, родия).

В термических нейтрализаторах происходит полное восстановление угарного газа в углекислый и догорании углеводородов. Для сжигания угарного газа отработавшие газы подогревают в термоизоляционной камере и подают в неё дополнительную порцию воздуха. Снижение выбросов в результате применения нейтрализаторов может достигать 80-90% [2]. На рисунке 1

Секция 2: Утилизация и комплексная переработка промышленных и бытовых отходов  
показана схема установки катализатора в глушитель машины.

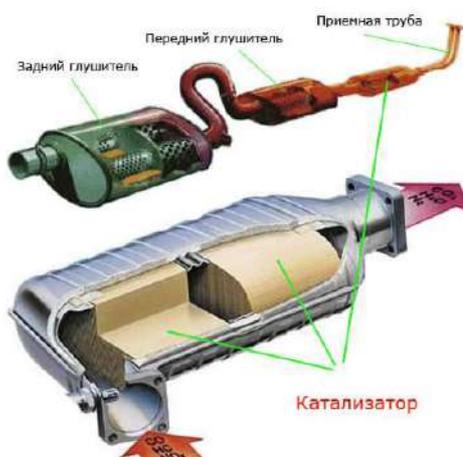


Рисунок 1 – Схема установки каталитического нейтрализатора в глушитель автомобиля

Фильтры различаются как по материалу, с которым они работают, так и по принципу действия. Так, для очищения самых горячих выбросов используются керамические сажевые фильтры, для задержки мелких дисперсионных частиц газов предназначены тканевые фильтры, использующие так называемую мокрую очистку.

Первый удар раскаленных газов принимает на себя сажевый фильтр (рис. 2), который обязан задержать твердые частички углерода – сажу. Работает он следующим образом: отработавшие газы из цилиндров двигателя поступают в не заглушенные каналы фильтровального модуля, проходя сквозь микроскопические поры в стенках и в итоге покидая фильтр. Практика свидетельствует, что степень фильтрации у большинства существующих на сегодняшний день сажевых фильтров составляет примерно 50-70 %. Естественно, что попросту времени сажа забьет поры каналов фильтра и его сопротивление резко возрастет, для предотвращения конструкторы включили в систему очистки электронные компоненты диагностики, которая состоит из электронного блока управления и двух датчиков. Принцип действия также основан на выжигании сажи высокотемпературной газовой струей, получаемой в миниатюрном “реактивном

двигателе”.



Рисунок 2 – Сажевый фильтр

В тканевых фильтрах (рис. 3) ткань выполняет роль несущей поверхности, т. е. служит основой для формирования и удержания фильтрующего пылевого слоя. Здесь важным условием является пористость материала ткани, поскольку диаметр пор влияет на пропускную способности фильтра и, как следствие, на его эффективность. Вторым необходимым условием является создание повышенной влажности, позволяющей утяжелять частицы пыли и способствовать их осаждению на поверхности ткани.

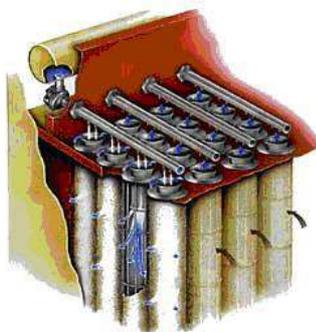


Рисунок 3 – Тканевый фильтр

Все вышеперечисленные изобретения имеют свои достоинства и недостатки. К основным недостаткам нейтрализаторов относятся высокая стоимость, обусловленная применением драгоценных металлов и обязательное использование высокооктановых сортов бензина. А поры каналов сажевого фильтра со временем забьются и агрегат придет в негодность. Также сложна система электронного управления регенерации, что существенно повышает

стоимость сервисного обслуживания. В тканевых фильтрах целесообразно использовать небольшие скорости фильтрации, обычно 0,5-1,2 см/с. При большей скорости происходит чрезмерное уплотнение пылевого слоя, сопровождающееся резким увеличением его сопротивления. При повышенных перепадах давления и скорости частицы проникают вглубь слоя и ткани, наблюдается нарушение первоначально сформированного пылевого слоя, сопровождающееся вторичным уносом пыли, особенно через отверстия между нитями. К тому же, все описанные устройства отличаются большими массо-габаритными показателями, что усложняет конструкцию самого автомобиля и значительно затрудняет очистку выхлопных газов работающего транспортного средства.

Все указанные недостатки может устранить электростатическая очистка, основанная на эффекте поляризации частиц пыли в электрическом поле. Поляризованные частицы как магниты притягиваются к заряженным электродам и осаждаются на них. В зависимости от удельного веса частиц происходит их отделение от общего потока газа. Такой способ очистки реализуется в электростатическом фильтре или электростатическом сепараторе, состоящем из емкости, в которую подается газ, системы электродов, на которое подается напряжения различного значения, и коронирующего электрода, создающего необходимую разность потенциалов для поляризации частиц. Принцип работы такого фильтра показан на рис. 4.

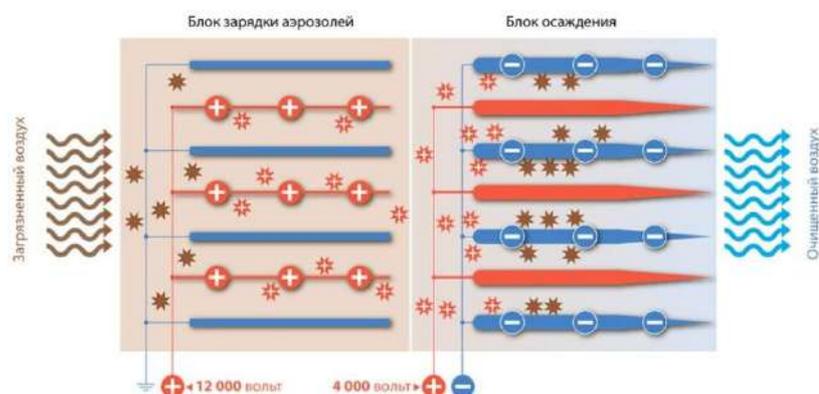


Рисунок 4 – Принцип электростатической очистки выхлопных газов

Среди последних разработок электростатических фильтров можно выделить модель электростатического сепаратора на базе емкостного двигателя [3], отличающуюся простотой конструкции и малыми габаритами. Поскольку электрическое поле не зависит от размеров емкостной машины [4], то такой сепаратор можно выполнить и в микро размерах, что позволит разместить его на выходе их выхлопной трубы автомобиля.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. [http://k-a-t.ru/dvs\\_pitanie/18-pribory\\_neutralizator/](http://k-a-t.ru/dvs_pitanie/18-pribory_neutralizator/) (дата обращения: 03.04 2017 г.)
2. <http://motorное.com/diztoplivo/sistemy-ochistki-vyhlopnyh-gazov.html> (дата обращения: 03.04 2017 г.)
3. Патент РФ № 2583844 Электростатический сепаратор / Исмагилов Ф.Р., Хайруллин И.Х., Алетдинов Р.Ф., Волкова Т.А. /№ 2015100601/07, заявл. 12.01.2015, опубл. 10.05.2016, БИ №13.
4. Алетдинов Р.Ф., Волкова Т.А. Емкостный электромеханический преобразователь в качестве очистителя воздуха для промышленных цехов / Электротехнические комплексы и системы: материалы международной научно-практической конференции / Уфимск. гос. авиац. техн. ун-т. – Уфа: РИК УГАТУ, 2016. – 294 с. С. 28-31

Соколова О.В., Ахметшина Д.В.

*ФГБОУ ВО Уфимский государственный авиационный технический университет г.Уфа, Российская Федерация*

## **БИЗНЕС-ПЛАН ПРЕДПРИЯТИЯ ПО ПЕРЕРАБОТКЕ НЕФТЕШЛАМОВ**

Замедление инвестиционного процесса в нефтегазовой отрасли в настоящее время сопровождается все меньшими затратами предприятий на снижение техногенной нагрузки, с которой не "справляются" процессы естественного самовосстановления природных экосистем. Сложившаяся

ситуация в области образования, использования, обезвреживания, хранения и захоронения отходов ведет к опасному загрязнению окружающей среды, нерациональному использованию природных ресурсов, значительному экономическому ущербу и представляет реальную угрозу здоровью современных и будущих поколений страны [1].

В частности, существует проблема утилизации нефтешламов, образующихся при строительстве нефтяных и газовых скважин, при промысловой эксплуатации месторождений, очистке сточных вод, содержащих нефтепродукты, а также при чистке резервуаров и другого оборудования. Нефтяные шламы по составу чрезвычайно разнообразны и представляют собой сложные системы, состоящие из нефтепродуктов, воды и минеральной части (песок, глина, ил и т.д.), соотношение которых колеблется в очень широких пределах. Состав шламов может существенно различаться, т.к. зависит от типа и глубины перерабатываемого сырья, схем переработки, оборудования, типа коагулянта и др. В основном, шламы представляют собой тяжелые нефтяные остатки, содержащие в среднем (по массе) 10 – 56% нефтепродуктов, 30 – 85% воды, 1,3 – 46% твердых примесей.

В прошлом, технология уничтожения отходов с помощью сжигания и захоронения, справлялась с возложенной на нее задачей, но промышленные мощности человечества продолжают расти, а опасность отходов, с экологической точки зрения, увеличивается. Сейчас, вопрос разработки современных способов утилизации отходов, очень актуален. На сегодняшний день, хранилища отходов и нефтешламов, построенные ранее, превратились в постоянно действующие источники загрязнений.

Нефтешламами называют устойчивые многокомпонентные вещества, которые состоят из нефтепродуктов, воды и примесей различных минералов. Причиной возникновения нефтешламов является, взаимодействие

*Секция 2: Утилизация и комплексная переработка промышленных и бытовых отходов*  
нефтепродуктов или нефти с кислородом. Некоторые виды отходов, в том числе нефтешламы, можно утилизировать с получением вторичного сырья.

Строительство в России региональных мини-нефтеперерабатывающих заводов обосновано многими положительными предпосылками и, в первую очередь, экономической необходимостью. Для удаленных регионов безусловно приоритетной проблемой является своевременной и стабильное снабжение автотракторной техники топливом для дизельных двигателей. Наличие на месторождениях мини-заводов по производству дизельного топлива из нефтешламов позволит предприятию сократить штрафы и платежи за загрязнение окружающей среды, и получать прибыль при реализации произведенного продукта сторонним организациям. Таким образом, при планировании бизнеса по утилизации нефтешламов, можно достигнуть двух целей [2].

Анализ рынка в нашей стране показал, что массовое производство установок для переработки нефтешламов практически отсутствует. В настоящее время преобладающими видами технологий отбора и утилизации нефтешламов являются: методы термического выпаривания или выжигания, центрифугирования с использованием флокулянтов, экстракции, гравитационного уплотнения, вакуумфильтрации, фильтрпрессования, замораживания и др. Однако, применение перечисленных технологических методов для разделения на составляющие вещества, рекультивации и утилизации нефтешламов является чрезвычайно высокоэнергос затратным и требует применения очень сложных и дорогостоящих технических систем. Как правило, такие установки не обеспечивают высокую производительность, качество переработки и низкие энергос затраты [3].

Нефтешламы в регионах России утилизируются в крайне незначительных масштабах. Нефтешламы складываются в шламовые амбары или попросту зарываются в землю. В значительной степени, такое складирование

происходило на нефтеперерабатывающих производствах, на нефтебазах. Специфика заключается в том, что у нефтеперерабатывающих заводов и нефтебаз ограниченные объемы складирования отходов (в отличие, например, от нефтепромыслов Западной Сибири) и априори выше контроль соблюдения экологической безопасности. Услуги по утилизации нефтешламов подрядными компаниями в условно – городской зоне нефтеперерабатывающих предприятий в разы выше (иногда на порядок), нежели платят компаниям – утилизаторам на нефтепромыслах. (В качестве примера - услуги по утилизации нефтешлама в Западной Сибири стоят 700 – 5000 руб./куб. м., в районе НПЗ – 9 000 и более руб./куб. м.).

Поэтому создание предприятия по переработке нефтешламов в дизельное топливо является актуальным. Предполагаемое предприятие будет ориентировано на производство дизельного топлива, с помощью использования пиролизной установки [4].

Установка оснащена центробежным сепаратором, который предназначен для исключения влаги из пирогаза. Подобная система позволяет извлекать всю жидкую составляющую нефтепродукта из пирогаза, практически без потерь. В завершении, синтетический нефтепродукт направляется на мини-НПЗ, где разделяется на фракции (дизельное топливо, бензин).

Для производства 1 м<sup>3</sup> дизельного топлива необходимо использовать 1,8 м<sup>3</sup> нефтешлама. Нефтяной шлам закупается на месторождениях, нефтяных базах и нефтеперерабатывающих завода. В год на данных предприятиях образуется до 50 000 м<sup>3</sup> нефтешламов, которые пригодны для переработки. При подборе наиболее выгодной технологии по утилизации нефтешламов можно получить до 500000 л дизельного топлива. Нефтехимическим предприятиям выгодно устанавливать оборудование по переработки нефтешлама, с целью получения дополнительной прибыли [5]. Таким образом, затраты на материалы равны 0 рублей.

Для организации производства по переработке нефтешламов потребуется капитальное вложение с учетом затрат на монтаж и оборудование в размере около 26-27 миллионов рублей. Смета затрат на производство предполагает группировку затрат по экономическому содержанию. В смету затрат включаются все расходы цеха, связанные с производством продукции (таблица 1).

Таблица 1

Смета затрат на производство

Элементы затрат	Переменные расходы, руб.	Постоянные расходы, руб.	Сумма, руб.
Материалы	0,0	89 685,0	89 685,0
Амортизация	-	1 672 200,0	1 672 200,0
Топливо и энергия	-	150 458,9	150 458,9
Оплата труда	458 470,8	6 229 320,0	6 687 790,8
ЕСН	-	2 008 337,0	2 008 337,0
Аренда	-	776 250,0	776 250,0
Прочие расходы	-	-	0
Итого	458 470,8	10 926 250,9	11 384 721,7

Себестоимость включает в себя:

- затраты на материалы;
- прямые затраты на рабочую силу;

переменные издержки: материальные затраты, амортизация основных средств, заработная плата основного и вспомогательного персонала, накладные расходы, непосредственно связанные с производством и реализацией.

Плановые калькуляции составляются отдельно на каждое изделие, на их основе планируются затраты на весь выпуск продукции в планируемом периоде, прибыль, рентабельность и другие показатели.

Себестоимость 1 л дизельного топлива:  $11757172,7 : 500\ 000 = 23,5$  рубля.

Рыночная цена 1 литра дизельного топлива  $\approx 37$  рубля.

Из 50000 м<sup>3</sup> нефтешлама планируется получить 6 742 827,3 рубля прибыли.

$$\text{Рентабельность} = \frac{\text{Прибыль}}{\text{Себестоимость}} \cdot 100\%$$

$$P = \frac{6742827,3}{11757172,7} \cdot 100\% = 57,35\%$$

Критическая программа выпуска:

$$N0 = \frac{\text{Пост.расходы}}{c - a}, \text{ где } a - \text{ переменные расходы}$$

$$N0 = \frac{9626501,9}{37 - 4,26} = 294028,77 \text{ литров.}$$

$$a = 2130670,8 : 500000 = 4,26 \text{ рубля.}$$

Таким образом, затраты будут окупаться при продаже 294028,77 литров дизельного топлива. Расчет показателей экономической эффективности инвестиционного проекта представлен в таблице 2.

Таблица 2

Результаты расчета, тыс. рублей

№	Наименование показателя	Обозначение, формулы расчета	Шаг расчета t							
			0	1	2	3	4	5	6	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	Капитальные вложения	$K_t$	26187,5							
2	Выручка от реализации	$B_t$	18500,0	18500,0	18500,0	18500,0	18500,0	18500,0	18500,0	18500,0
3	Текущие издержки без АО	$U_t$	10085,0	10085,0	10085,0	10085,0	10085,0	10085,0	10085,0	10085,0
4	Амортизация капиталовложений	$A_t$	1672,2	1672,2	1672,2	1672,2	1672,2	1672,2	1672,2	1672,2
5	Прибыль от реализации	$\Pi_t = B_t - (U_t + A_t)$	6742,8	6742,8	6742,8	6742,8	6742,8	6742,8	6742,8	6742,8
6	Налог на прибыль ( $C_n=20\%$ )	$НП_t = C_n \cdot \Pi_t$	1348,56	1348,56	1348,56	1348,56	1348,56	1348,56	1348,56	1348,56
7	Чистая прибыль	$ЧП_t = \Pi_t - НП_t$	5394,24	5394,24	5394,24	5394,24	5394,24	5394,24	5394,24	5394,24
8	Денежный поток от операционной деятельности	$D_t = ЧП_t + A_t + \Xi_t$	7066,44	7066,44	7066,44	7066,44	7066,44	7066,44	7066,44	7066,44
9	Коэффициент приведения	$\alpha_t = \frac{1}{(1 + E)^t}$	1,0	0,90909	0,82645	0,75131	0,68301	0,62092	0,56447	
10	Приведенный денежный поток инвестиционной деятельности (ИД)	$K_t^0 = K_t \cdot \alpha_t$	26187,5	23806,79	21642,66	19674,93	17886,32	16260,34	14782,06	
11	Приведенный денежный поток от операционной деятельности (ОД)	$D_t^0 = D_t \cdot \alpha_t$	7066,44	6424,03	5840,06	5309,09	4826,45	4387,69	3988,79	
12	Приведенный	$C_t^0 = -K_t^0 + D_t^0$	-26187,5	6424,03	5840,06	5309,09	4826,45	4387,69	3988,79	

Секция 2: Утилизация и комплексная переработка промышленных и бытовых отходов

	денежный поток от ИД и ОД								
13	Накопленный приведенный денежный поток	$C_t^{нач} = C_{t-1}^{нач} + C_t^0$		-19763,47	-13923,41	-8614,32	-3787,87	599,82	4588,61
14	Чистый дисконтированный доход проекта	$ЧДД = D^0 - K^0$		6424,03	5840,06	5309,87	4826,45	4387,69	3988,79
15	Индекс доходности проекта	$ИД = \frac{D^0}{K^0} = \frac{\sum D_t^0}{\sum K_t^0}$	3,7058972						

Расчет осуществляется согласно «Временной методике определения предотвращенного экологического ущерба, 1999г».

Экологический ущерб от ухудшения и разрушения почв и земель под воздействием антропогенных (техногенных) нагрузок выражается главным образом в:

- деградации почв и земель;
- загрязнении земель химическими веществами;
- захлавлении земель несанкционированными свалками, другими видами несанкционированного и нерегламентированного размещения отходов.

Оценка величины предотвращенного в результате природоохранной деятельности ущерба от деградации почв и земель производится по следующей формуле:

$$Y_{np1}^n = H_c \cdot S \cdot K_э \cdot K_n$$

$$Y_{np1}^n = 162 \cdot 57,5 \cdot 1,9 \cdot 1 = 17698,5 \text{ тыс.руб / год}$$

где  $Y_{np1}^n$  - величина предотвращенного в результате природоохранной деятельности ущерба от деградации почв и земель на рассматриваемой территории за отчетный период времени, тыс.руб./год;

$H_c$  - норматив стоимости земель, 162 тыс.руб./га;

$S$  - площадь почв и земель, сохраненная от деградации за отчетный период времени в результате проведенных природоохранных мероприятий, 57,5 га;

$K_э$  - коэффициент экологической ситуации и экологической значимости

территории, 1,9 б/р;

$K_n$  - коэффициент для особо охраняемых территорий, 1,0.

Оценка величины предотвращенного в результате природоохранной деятельности ущерба от загрязнения земель химическими веществами проводится по следующей формуле:

$$Y_{np2}^n = \sum_{i=1}^N (H_c \cdot S_i \cdot K_3 \cdot K_n) \cdot K_{xn}$$

$$Y_{np2}^n = \sum_{i=1}^N (162 \cdot 57,5 \cdot 1,9 \cdot 1) \cdot 1 = 17698,5 \text{ тыс. рублей.}$$

где  $Y_{np2}^n$  - оценка величины предотвращенного ущерба от загрязнения земель  $i$ -м загрязняющим веществом ( $i = 1, 2, 3, N$ ) за отчетный период времени, тыс. руб./год;

$S_i$  - площадь земель, которую удалось предотвратить от загрязнения химическим веществом  $i$ -го вида в отчетном году, 57,5 га;

$K_{xn}$  - повышающий коэффициент за предотвращение (ликвидацию) загрязнения земель несколькими ( $n$ ) химическими веществами:

$$K_{xn} = \begin{cases} 1 + 0,2(n - 1) & \text{при } n \leq 10 \\ 3 & \text{при } n > 10 \end{cases}$$

Общая величина предотвращенного ущерба ( $Y_{np}$ ) от ухудшения и разрушения почв и земель в рассматриваемом районе за отчетный период времени определяется суммированием всех видов предотвращенных ущербов:

$$Y_{np}^n = Y_{np1}^n + Y_{np2}^n + Y_{np3}^n + Y_{npi}^n$$

$$Y_{np}^n = 17698,5 + 19698,5 + 0 + 0 = 35397 \text{ тыс. рублей.}$$

Где  $Y_{np3}^n$  - оценка величины предотвращенного ущерба от захламления земель  $i$ -й категорией отходов ( $i = 1, 2, 3, \dots, n$ ) за отчетный период времени. (тыс.руб./год);

$Y_{npi}^n$  - любой другой  $j$ -тый вид предотвращенного ущерба от ухудшения и разрушения почв в рассматриваемом регионе за отчетный период времени, тыс.руб./год.

Таким образом, себестоимость 1 литра готовой продукции составит 23,5 рубля. Средняя цена реализации 1 литра дизельного топлива составляет 37 рублей. Планируемое предприятие достигнет окупаемости через 4 года.

Эксплуатация предприятия позволяет избежать деградации почвенных и земельных ресурсов, предотвратить загрязнение земель нефтепродуктами и нефтешламами. Внедрение предложенных технологий на данном производстве позволяет значительно уменьшить негативное влияние нефтяных предприятий на среду обитания и увеличить прибыль предприятия вследствие снижения платы за загрязнение и возможности реализации продуктов переработки нефтешлама [6].

Функционирование предприятия по переработки нефтяного шлама в дизельное топливо позволяет частично предотвратить влияние на среду обитания. Согласно представленным расчетам сумма предотвращенного экологического ущерба составляет 35 397 000 рублей/год.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Смыков В.В., Смыков Ю.В., Ториков А.И. О проблеме утилизации нефтесодержащих отходов // Нефтяное хозяйство. - 2005. - № 3. - с.30-33.
2. Магид А.Б. Технологии переработки нефтешламов с получением товарных продуктов // Мир нефтепродуктов. - 2003. - № 4. - с.24-26.
3. Хайдаров Ф.Р., Хисаев Р.Н., Шайдаков В.В., Каштанова Л.Е. Нефтешламы. Методы переработки и утилизации. - Уфа: Монография, 2003. - 74 с.
4. Одинцов, В.А. Анализ финансово-хозяйственной деятельности предприятия: учеб. пособие для нач. проф. образования // - М.: Академия, 2013. - 252 с.
5. В.И.Бариленко Комплексный анализ хозяйственной деятельности предприятия / учеб. пособие под общ. ред.. - М. : ФОРУМ, 2012. - 463 с.
6. Глушкова В.Г., Макар С.В. Экономика природопользования. //Учебное пособие.-М.: Гардарики, 2003.- 447 с.

Лысухо Н.А.<sup>1</sup>, Ерошина Д.М.<sup>2</sup>

*1Белорусский государственный университет, Международный  
государственный экологический институт имени А.Д.Сахарова, г. Минск,  
Республика Беларусь*

*2РУП «Белорусский научно-исследовательский центр «Экология», г. Минск,  
Республика Беларусь*

## **МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ОПТИМИЗАЦИИ КОЛИЧЕСТВА ОБЪЕКТОВ ЗАХОРОНЕНИЯ ТВЕРДЫХ КОММУНАЛЬНЫХ ОТХОДОВ В РЕГИОНАХ БЕЛАРУСИ**

В Беларуси ежегодно образуется более 4,5 млн. т твердых коммунальных отходов (ТКО) и, несмотря на постоянный рост использования ТКО (за время реализации Государственной программы сбора (заготовки) и переработки вторичного сырья в Республике Беларусь на 2009 – 2015 гг., объем сбора основных видов вторичных материальных ресурсов увеличился в 2,5 раза и составил на конец 2015 г. 593,1 тыс.т [1]), проблема экологически безопасного их размещения в окружающей среде будет оставаться актуальной длительное время.

В соответствии с природоохранным законодательством Беларуси захоронение ТКО осуществляется на полигонах ТКО и мини-полигонах. На начало 2016 г. в республике зарегистрировано 166 полигонов ТКО и 2118 мини-полигонов [1]. На полигонах ТКО захоранивается немногим более 90 % всех отходов.

В каждом районе имеется полигон ТКО, в отдельных районах 2 – 3 полигона. Обобщение результатов обследования полигонов ТКО (1992 –2016 гг.), в том числе степени охвата населения, показало, что для района, независимо от размера его территории и количества проживающего населения,

такого количества полигонов для обеспечения регулярного удаления отходов недостаточно. Нами ранее были предложены методические подходы к разработке экологически и экономически обоснованных схем размещения полигонов ТКО [2]. На основании предложенной методики были разработаны и согласованы с территориальными органами Минприроды и местными органами власти такие схемы для всех областей республики в разрезе районов.

Мини-полигоны начали создаваться в сельской местности с 2003 г. в соответствии с соответствующим постановлением Совета Министров Республики Беларусь и приказом Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды. В 2007 г. их количество достигло 4,5 тыс. Согласно [3] мини-полигоны – объекты захоронения ТКО годовой мощностью до 5 тыс. м<sup>3</sup> (или до 1 тыс. тонн) в год. Проведенный анализ количественного и качественного состава мини-полигонов (2007 г.) показал, что количество созданных мини-полигонов в 5 – 6 раз превышает расчетное количество объектов, предусмотренных нормативами. Средняя мощность мини-полигонов составила от 100 до 500 т отходов в год, при этом на некоторые объекты вывозилось лишь 10 –30 т/год – в районах с небольшой численностью населения. Основная причина сложившейся на конец 2007 г. ситуации с объектами захоронения отходов – поспешность создания мини-полигонов без предварительной проработки проблемы и без учета возможностей их организации. Это привело к «захлавлению» значительных территорий республики. Наши неоднократные обращения внимания соответствующих органов на необходимость уменьшения количества мини-полигонов в конце концов дало определенный результат. Как указывалось выше, на начало 2016 г. эксплуатировалось 2118 мини-полигонов, т.е в 2 раза меньше, чем в 2007 г.

Анализ показал, что местными органами управления и территориальными органами Минприроды и Минжилкоммунохоза в районах планируются и в дальнейшем мероприятия по закрытию и рекультивации мини-полигонов,

однако необходимые обоснования отсутствуют. Нами на основании [3] с учетом ранее разработанных экологически и экономически обоснованных схем размещения полигонов ТКО обосновано оптимальное количество мини-полигонов в каждом районе области, а также указаны те мини-полигоны, которые целесообразно закрыть и рекультивировать. Обоснование проводилось по данным о мини-полигонах за 2014 г., так как это наиболее полные и актуальные данные, имевшиеся в распоряжении авторов.

Теоретически необходимое количество мини-полигонов для каждого района в отдельности определяется исходя из численности обслуживаемого населения на основании расчетных данных накопления отходов при оптимальных режимах обслуживания и эксплуатации полигонов ТКО и мини-полигонов.

При оптимизации количества объектов захоронения отходов должны учитываться определенные критерии, исключающие или, наоборот, благоприятствующие организации мини-полигонов на той или иной территории. Критерии, исключающие возможность строительства объектов, определены природоохранным законодательством. Их нельзя строить в водоохраных зонах водоемов и водотоков, в зонах водозаборов, в национальных парках и заповедниках, в зонах отдыха, на территориях с особой защитной функцией, а также на расстоянии менее 500 м от населенных пунктов (для мини-полигонов это расстояние не оговорено).

Остальные критерии (ситуационные, геолого-гидрогеологические, ландшафтные, экономические) можно рассматривать с позиций благоприятности и предпочтительности: необходимо учитывать расстояния до населенных пунктов, определенные географические барьеры (реки, каналы, водохранилища), наличие транспортных коммуникаций на путях вывоза отходов и между населенными пунктами, геолого-гидрогеологические условия площадки.

Значительное внимание нами уделено изучению геолого-гидрогеологических условий площадок, на которых расположены объекты, поскольку при отсутствии природоохранных сооружений геологическая среда должна обеспечивать основные изолирующие функции полигонов. От типа грунта, его проницаемости, глубины залегания подземных вод зависит степень защищенности последних. Располагать объекты на площадках с незащищенными или слабо защищенными подземными водами нерационально, так как в этом случае требуется строительство противofильтрационных экранов. В связи с этим мини-полигоны, расположенные в неблагоприятных инженерно-геологических условиях, рекомендуется заменить на площадки временного складирования отходов (ПВС) с организованным вывозом отходов на ближайшие мини-полигоны или полигоны ТКО. Учитывая ограниченность экономических возможностей районных администраций по строительству природоохранных сооружений, а также нецелесообразность эксплуатации огромного количества мини-полигонов, рекомендуется ликвидировать мини-полигоны, которые расположены близко друг от друга, компенсируя эту убыль увеличением количества отходов, принимаемых на одном, наиболее удобно расположенном, мини-полигоне. Расстояние от селитебных мест должно быть экологически и экономически обосновано и исключать влияние объекта на воздушный бассейн населенного пункта, источники потребления воды и другие объекты.

Анализ мест расположения мини-полигонов позволил определить основные причины, по которым значительную часть мини-полигонов рекомендуется ликвидировать: несоответствие инженерно-геологическим условиям и расположение на запретных территориях (ситуационный критерий); обслуживание менее 1 тысячи человек. Обобщенные результаты выполненного анализа и предложения по оптимальному количеству мини-полигонов в разрезе областей республики приведены ниже (таблица):

Предлагаемое количество-мини-полигонов для захоронения ТКО по  
областям Беларуси

Область	Количество мини-полигонов	
	фактическое, 2014 г.	Предлагаемое
Брестская	336	87
Витебская	478	154
Гомельская	677	189
Гродненская	369	96
Минская	173	76
Могилевская	318	68
Всего по Беларуси	2351	670

В большинстве районов работу по сокращению количества объектов захоронения ТКО следует проводить еще и потому, что в любом случае после закрытия полигона или мини-полигона и рекультивации земельного отвода независимо от размера объекта и степени воздействия его на окружающую среду такой земельный участок остается «ущербным» — еще несколько десятилетий возможности его реабилитации и использования будут ограниченными.

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:**

1. Состояние природной среды Беларуси: экол. бюл. 2015 г. [Электронный ресурс // Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь. – Режим доступа: <http://www.minpriroda.gov.by/ru/ecoza2015>. – Дата доступа: 21.03.2017.
2. Лысухо, Н.А. Методические подходы к разработке экологически и экономически обоснованных схем размещения полигонов ТКО / Н.А.Лысухо, Д.М. Ерошина: тезисы докладов 5-го Межд. конгр. «Управление отходами и природоохранные технологии», 29 мая - 1 июня 2007г., Москва. – М.: ЗАО «Фирма СИБИКО Интернэшнл», 2007. – С. 48
3. Об утверждении Методических нормативных указаний по выбору и размещению площадок временного складирования и мини-полигонов твердых бытовых отходов сельских населенных пунктов и поселков городского типа: приказ Минприроды и Минжилкоммунхоза, 19 янв. 2000г., № 14/8

### **СЕКЦИЯ 3: ПРОГНОЗИРОВАНИЕ И ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ**



Копиця В.Н., Чернюк В.А.

*МГЭИ им. А.Д. Сахарова, Белорусского государственного университета,  
г. Минск, Республика Беларусь*

#### **ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО РИСКА ОПАСНЫХ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ НА ПРИМЕРЕ МИНСКОЙ ОБЛАСТИ**

В современных условиях сельское хозяйство остается наиболее подверженным сектором государственной экономики в отношении воздействия климатических факторов, поскольку агроэкосистемы среди созданных человеком сообществ, имеют наибольшее взаимодействие с экологическими факторами. В связи с этим встает экономическая заинтересованность в моделировании процессов воздействия экологических факторов (прежде всего климатических) на сельскохозяйственные системы. Оценка рисков развития неблагоприятных экологических ситуаций является одним из наиболее активно развиваемых направлений в современной природоохранной и хозяйственных видах деятельности. Данный процесс становится особенно актуальным в связи с изменением климата, а также распространением более продуктивных сортов и внедрением интенсивных технологий возделывания сельскохозяйственных культур. Это объясняется тем, что воздействие экстремальных метеорологических факторов в таких условиях, является причиной серьезных экономических потерь от гибели либо снижения урожая, или повреждения самих насаждений (в случае многолетних посадок). Наибольшее внимания из

факторов естественного происхождения на сегодняшний день заслуживают Опасные Метеорологические Явления (ОМЯ) и Неблагоприятные Метеорологические Явления (НМЯ), к которым относятся бури, ливни, сильный снегопад, сильный гололед, сильный мороз, сильная жара, туман, засуха, заморозки и др.

Оценка риска и связанного с ним ущерба, наносимого сельскому хозяйству неблагоприятными метеорологическими факторами приобретает серьезное значение для установления компенсационных выплат и обоснования актуальности проведения превентивных защитных мероприятий.

Одним из наиболее важных воздействий, является влияние засух и заморозков. Колебание температур в течение года является процессом обычным для наших климатических условий. К таким колебаниям адаптированы как годовой цикл сельского хозяйства нашей страны, так и сельскохозяйственные культуры, возделываемые в условиях нашего климата. Нарушение естественных температурных циклов, связанных с изменением климата либо многолетним колебанием солнечной активности (солнечные циклы) вызывает увеличение экологического и экономического рисков. Возникает вопрос – при каком сочетании экологических факторов наблюдается максимальный ущерб для насаждений? Также важным является определение наиболее адекватной методики оценки экономического ущерба от неблагоприятного воздействия метеофакторов.

В случае оценки экономических потерь от воздействия неблагоприятных и опасных метеорологических явлений в сельском хозяйстве, необходимо учитывать особенности оцениваемого объекта и его критические периоды максимальной чувствительности в воздействию. Так, наиболее подверженными воздействию температурных колебаний являются сельскохозяйственные культуры. Среди них необходимо выделить объекты наиболее подверженные воздействию засухи и (отдельно) заморозков.

Нами были проанализированы данные многолетних метеорологических наблюдений по девяти пунктам наблюдений Минской области. При этом был

сделан акцент на формирование засух и воздействие низких температур на озимые зерновые и плодовые культуры.

**Засухи.** Результаты анализа агроклиматических данных показали, что засуха на территории Минской области может возникать в любое время с апреля по август. Строгой цикличности в возникновении засух не отмечается. Они могут случаться ежегодно (1985, 1986; 1992, 1993, 1994, 1995, 1996; 1999, 2000), через 2 года (1990, 1992; 2002, 2004, 2006), через 3 года (1996, 1999, 2002), через 4 года (1981, 1985; 1986, 1990). Особенно часто (1 раз в 2 года или даже каждый год) засухи отмечались в период с 1992 по 2010 г.

На основании результатов нашего, а также выполнявшегося в последние годы анализа условий формирования экстремальных климатических явлений по Минской области [1-3], а также особенностей их пространственно-временных изменений, можно сделать следующие выводы.

Число засух в период потепления климата увеличилось.

1. Крупным засухам (1992, 1994, 1999, 2002, 2010 гг.) предшествует влажный октябрь (в пяти случаях из шести). В целом крупным засухам предшествует влажный холодный период года (октябрь-март). В пяти случаях из шести количество выпадающих осадков в октябре-марте было выше перед крупной засухой.

2. Более отчетливым признаком формирования будущей засухи являются аномалии увлажнения территории Беларуси в апреле: они в подавляющем числе случаев оказались отрицательными перед крупными засухами.

За исследованный 50-летний период (1960 – 2016 гг.) отмечено очень редкие случаи засухи в апреле и сентябре. Наибольшая повторяемость засух отмечается в мае-августе [3-4].

В Минской области преобладают засухи в мае и июне. Временные особенности в повторяемости засух следующие. В 1980-е гг. отмечалось минимальное число засух. Это означает, что 80-е гг. прошлого столетия были в целом благоприятные для сельскохозяйственного производства. Исключительными по степени засушливости оказались 90-е гг. XX в. В

последующее десятилетие (2001–2010 гг.) количество засух уменьшилось до двух и менее. В конце десятилетия отмечена мощная засуха 2010 г. В 90-е гг. засухам подвергались с равной повторяемостью: каждый год или через один-два года. В период современного потепления повторяемость засух возросла. Это согласуется с основным положением теории климата о более значительном росте температуры в высоких широтах при потеплении климата. Исследователями указывается, что большие положительные аномалии температуры в высоких широтах в последние два-три десятилетия привели к ослаблению градиента температуры «экватор-высокие широты», более частому формированию процессов блокирования при интенсивном развитии восточной формы циркуляции и, как следствие, высокой повторяемости засух на Европейской территории СНГ, в том числе и на территории Беларуси. В последние года наметилась тенденция к некоторому понижению среднегодовой температуры высоких широт [3]. Если данная тенденция сохранится, то повторяемость засух должна вскоре уменьшиться.

**Заморозки.** Результаты пространственно-временного анализа распределения заморозков с 1980 по 2016 гг. показали, что они наблюдаются практически ежегодно с конца апреля-мая по октябрь. Исключение составили только 1975–1979 гг., для которых заморозки не зафиксированы. С 1980-х гг. увеличилась частота заморозков в июне и октябре. В основном отмечается до 5 дней/год с заморозками (Минская область). За временной отрезок с 1980 по 2016 гг. заморозки на территории Беларуси чаще всего наблюдаются в мае и сентябре, значительно снижается их вероятность в июне. Десятилетия (1987–1996 и 1997–2006 гг.), по сравнению с предшествующим (1977–1986 гг.), отличаются более высокой повторяемостью заморозков с мая по сентябрь.

В последние годы в меньшей степени увеличилась повторяемость ранних осенних заморозков в Минской области. Последние два десятилетия отличаются повышенной повторяемостью заморозков в мае-сентябре.

**Вымерзания.** В категорию восприимчивых культур необходимо отнести озимые и многолетние культуры. Для них характерно вымерзание, либо

подмораживание вегетативных органов, ведущее к развитию болезней или гибели.

При оценке воздействия ОМЯ необходимо учитывать не только температуры, но и период их воздействия и сочетание с другими факторами, повышающих чувствительность объекта и вызывающих его повреждение.

Вымерзание посевов происходит в годы с недостаточным снежным покровом при понижении почв на глубине 3 см (узла кущения) ниже критической температуры, при которой гибнет 50% растений [5].

Соответственно, для озимой ржи при промерзании почвы ниже  $-15^{\circ}\text{C}$  в течение более 10 дней при отсутствии снежного покрова наблюдается гибель от 30% посевов [5].

Вымерзание плодовых культур наблюдается при следующих проявлениях Неблагоприятных метеорологических явлениях:

а) низкие температуры в декабре - феврале месяце ( $-30^{\circ}\text{C}$   $\square$   $5^{\circ}\text{C}$ ) в зависимости от влажности). Особенно подвержены косточковые культуры. Если такое подмораживание однократное, то при последующих благоприятных периодах взрослые деревья могут восстановиться. Питомник обычно погибает до 80-90%:

Также наблюдается подмерзание плодовых почек, что является причиной потери будущего урожая.

#### *Риск возникновения неблагоприятных ситуаций*

В предыдущем разделе, посвященном оценке экономического ущерба от воздействия низких температур, были описаны условия, при которых это воздействие оказывало максимально негативный эффект. При составлении прогнозов возникает вопрос: существует ли периодичность в проявлении НМЯ и какое их сочетание будет оказывать наиболее вредоносный эффект?

Проведен анализ метеоданных по девяти пунктам наблюдения Минской области за последние тридцать лет. Анализ показал наличие абсолютного минимума температур в феврале от  $-25$  до  $-30$  градусов в 1980, 1986, 1994, 1996, 2007, 2012 годах, что вызывало подмерзание плодовых, особенно косточковых.

При кажущейся беспорядочности дат можно выявить большое чередование через 10-11 лет (1986-1996-2007 гг), и двух- четырехлетние интервалы внутри этих циклов. На сегодняшний день производится изучение совпадения случаев абсолютного минимума с циклами солнечной активности.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

2. Бровка, Ю. А. Региональная агроэкологическая оценка неблагоприятных погодноклиматических условий на территории Беларуси: дис. ... канд. геогр. наук: / Ю. А. Бровка. Минск, 2007.
3. Логинов, В. Ф. Повторяемость и возможные причины формирования холодных и теплых зим на территории Беларуси за период инструментальных наблюдений / В. Ф. Логинов // Природные ресурсы. 2010. № 2. С. 121-124.
4. Логинов, В. Ф. Экстремальные климатические явления: пространственно-временные закономерности их изменений и предпосылки прогнозирования / В. Ф. Логинов, Ю. А. Бровка. Минск., 2012.
5. Сазонов, Б. И. Суровые зимы и засухи / Б. И. Сазонов. Л., 1991.
6. В.А. Моисейчик, В.А. Шавкунова Агрометеорологические условия перезимовки и формирования урожая ржи. Л.:Гидрометеиздат, 1986, 165 с. ]

Абнасырова Ю.Г., Вдовина И. В., Кострюкова Н.В.

*ФГБОУ ВО Уфимский государственный авиационный технический университет, г.Уфа, Российская Федерация*

### **АНАЛИЗ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ МАГИСТРАЛЬНОГО НЕФТЕПРОВОДА**

Потенциальная опасность для населения, персонала, промышленных и гражданских сооружений, флоры и фауны, находящихся в зоне трубопровода, определяется разрушениями конструктивных элементов трубопровода и утечками транспортируемого продукта. В результате этого происходят следующие процессы:

- выбросы продукта, его мгновенное или постепенное испарение;
- дисперсия газа с нейтральной или положительной плавучестью;

- дисперсия тяжелого газа;
- пожары;
- взрывы;
- детонации;
- разлет осколков;
- воздушные и сейсмические волны.

Основные причины возникновения крупных аварий и катастроф в России на магистральных и промышленных нефтепроводах представлены на рисунке 1.

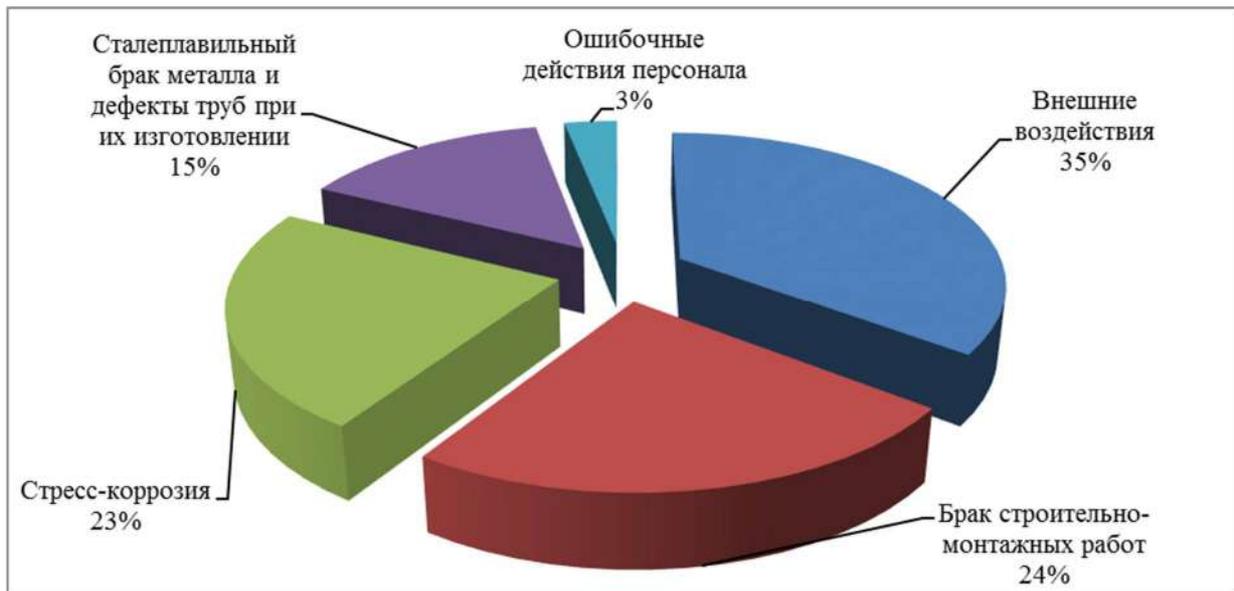


Рисунок 1 – Основные причины аварий на российских магистральных трубопроводах за 2006-2013 гг.

Статистика аварий российских трубопроводов показывает, что стресс-коррозия металла стенок труб в основном происходит именно на трубопроводах большого диаметра 700-1420 мм. Причем свыше 80% разрушений трубопроводов с признаками стресс-коррозии наблюдается на трубопроводах диаметром 1020-1420 мм.

Основной причиной коррозионно-механического растрескивания металла стенок труб является совместное действие трех факторов:

- 1) низкое сталеплавильное качество металла и заводские дефекты труб –

большие остаточные напряжения, микротрещины и микрорасслоения металла после формовки трубной заготовки, гофры, риски, раскатные пригары, несплавления сварного шва и так далее;

2) наличие коррозионно-активной среды и ее доступ к поверхности металла;

3) многоцикловая усталость и разрушение металла от пульсаций внутритрубных рабочих давлений и гидроударов.

Согласно Федеральному закону от 21 июля 1997 г. №116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов», нефтепровод относится к категории опасных производственных объектов, так как на рассматриваемом объекте транспортируется горючее вещество – нефть.

Распределение опасных веществ по оборудованию приведено в таблице 1.

Таблица 1

Распределение опасных веществ

Наименование объекта, трубопровода	Наименование опасного вещества	Объем опасного вещества, м <sup>3</sup>	Масса опасного вещества, т
Напорный нефтепровод	Нефть	697,51	576,56
Площадка камеры приема средств очистки и диагностики	Нефть	0,71	0,59
Всего горючих жидкостей, т			577,15

Согласно [2] объект относится ко II классу опасности.

Наиболее часто аварийные ситуации на технологическом оборудовании, связанном с обращением ЛВЖ и ГЖ, происходят с проливами горючей жидкости в виде нефти и нефтепродуктов. Отличительной особенностью подобного рода аварийных ситуаций является то, что они могут привести к опасным последствиям: крупным пожарам, зачастую сопровождающимся взрывами, а также к загрязнению окружающей среды и человеческим жертвам. Общим свойством ЛВЖ и ГЖ является их способность при утечке разливаться на больших площадях.

Из классификации аварий по характеру развития следует, что причиной 60% аварий являются проливы горючих жидкостей без возгорания; 24% – пожары пролива; 16% – пожары автоцистерны. В общей сложности свыше 80% всех аварий составляют проливы, больше четверти которых переходит в пожар.

Крупные аварии, как правило, характеризуются комбинацией случайных событий, возникающих с различной частотой на разных стадиях возникновения и развития аварии (отказы оборудования, ошибки человека, внешние воздействия, разрушения, выбросы, проливы вещества, рассеяние веществ, воспламенение, взрыв).

Для выявления причинно-следственных связей между этими событиями используется логико-графический метод анализа – «дерево отказов и событий» и количественный анализ риска, особенно рекомендуемые при оценке опасности крупных аварий на опасных производственных объектах, имеющих однотипные технические устройства (трубопроводы).

Аварии могут развиваться по следующим группам сценариев, представленным в таблице 2.

Таблица 2

Группы сценариев возможных аварий на объекте

Группа сценариев	Сценарий аварии	Поражающие факторы
С 1	Порыв нефтепровода/разгерметизация камеры приема СОД → пролив нефти → появление источника зажигания (отложенное/мгновенное воспламенение) → возгорание пролива → возможность поражения людей, повреждения оборудования, загрязнение окружающей среды → ликвидация пролива	Термическая радиация пожара
С 2	Порыв нефтепровода/ разгерметизация камеры приема СОД → пролив нефти → испарение ЛВЖ → образование облака ТВС → появление источника зажигания → взрыв облака ТВС → возможность поражения людей, разрушение оборудования, загрязнение окружающей среды → ликвидация пролива	Избыточное давление взрыва
С 3	Порыв трубопровода/ разгерметизация камеры приема СОД → пролив нефти → загрязнение окружающей среды → ликвидация пролива	Загрязнение окружающей среды

Развитие аварийной ситуации на напорном нефтепроводе по третьему

сценарию представляет опасность, главным образом, для природной среды. При этом непосредственная угроза жизни человеку невелика, поскольку углеводороды обладают малой токсичностью и не могут привести к летальным последствиям даже при формировании зон с высокой концентрацией. При развитии аварийной ситуации по первому и/или второму сценариям угроза жизни персоналу и окружающей среде возрастает в силу теплового и ударного воздействия, а также токсичности продуктов сгорания нефти и газа, поступающих в атмосферу.

Для анализа развития аварийной ситуации, построения последовательности событий, исходящих из аварии на нефтегазопроводах, расчета частоты каждого сценария развития аварийной ситуации использован метод «Анализа деревьев событий».

«Дерево событий» при аварийных ситуациях на рассматриваемом объекте представлено на рисунке 2.

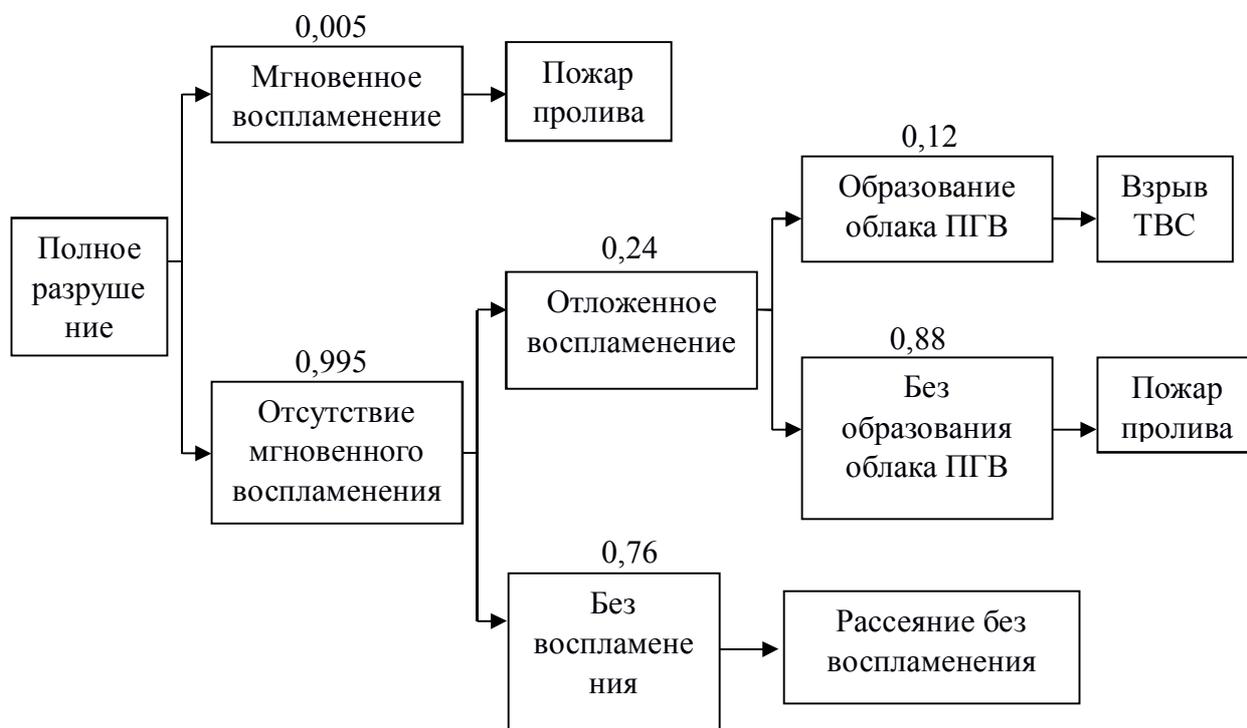


Рисунок 2 – «Дерево событий» при аварийных ситуациях на объекте

При оценке последствий аварий приняты следующие предположения и ограничения:

- расчеты последствий при порывах трубопроводов, приводящих к максимальным проливам продукции скважин;
- в случае аварии происходит мгновенное (полное или частичное) разрушение трубопровода;
- при расчете пожара пролива предполагается, что вся жидкая фаза выброса может быть вовлечена в пожар.

При авариях на нефтепроводах можно выделить истечения:

- через коррозионные свищи;
- через трещины в трубопроводе;
- через отверстие, диаметр которого соизмерим с диаметром трубопровода (гильотинный порыв).

При проведении анализа риска должны рассматриваться различные гипотетические аварии, в том числе и самые наихудшие. Для магистральных нефтепроводов к числу «наихудших» относятся аварии с порывом трубопровода на полное сечение. Такой порыв трубопровода называют гильотинным.

Площадь пролива жидкости при прорыве напорного нефтепровода на неограниченную поверхность без учета мероприятий по сбору разлившейся нефти составил 4143 м<sup>2</sup>.

Расчет интенсивности теплового излучения при пожаре проливе легковоспламеняющейся жидкости произведен согласно ГОСТ Р 12.3.047-2012 «Пожарная безопасность технологических процессов».

Результаты расчета вероятных зон действия поражающих факторов при реализации пожара пролива на объекте приведены на рисунке 3.

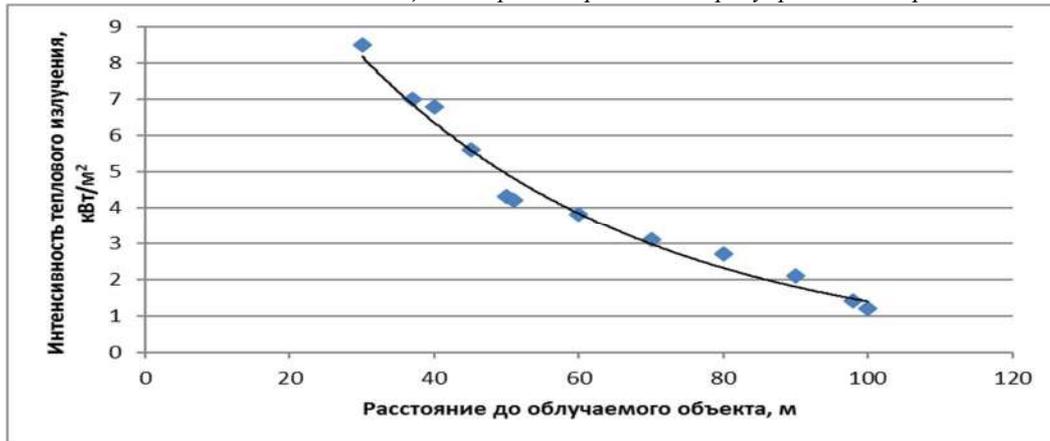


Рисунок 3 – График зависимости интенсивности теплового излучения от расстояния до облучаемого объекта

Из графика зависимости интенсивности теплового излучения от расстояния до облучаемого объекта можно видеть, что на расстоянии 37 м интенсивность теплового излучения составляет 7,0 кВт/м<sup>2</sup>, что приводит к непереносимой боли через 20-30 с, ожогу 1-й степени через 15-20 с и ожогу 2-й степени через 30-40 с, воспламенению хлопка-волокна через 5 мин; на расстоянии 51 м интенсивность теплового излучения составляет 4,2 кВт/м<sup>2</sup>, что является безопасным для человека в брезентовой одежде; на расстоянии 98 м интенсивность теплового излучения составляет 1,4 кВт/м<sup>2</sup>, что не оказывает негативных последствий в течение длительного времени.

На объекте возможно периодическое присутствие обслуживающего персонала. Обслуживание трубопроводов производится периодически согласно графикам осмотра и технического обслуживания бригадами по 3...5 чел.

Примем, что обслуживающий персонал присутствует на объекте в среднем один час в месяц. Бригада имеет 200 рабочих дней в году и восьми часовой рабочий день.

Величина индивидуального риска при реализации аварии приведена в таблице 3.

## Индивидуальный риск при реализации сценария «пожар пролива»

Наименование объекта	Площадь пожара пролива, м <sup>2</sup>	Вероятности возникновения опасных факторов, 1/год	Условная вероятность поражения человека, $Q_{dj}$	Индивидуальный риск при реализации аварии,
Напорный нефтепровод	4143	$3,01 \cdot 10^{-5}$	0,003	$9,09 \cdot 10^{-8}$

В соответствии с матрицей «частота-тяжесть последствий», приведенной в таблице №8-2 Руководства по безопасности «Методические основы по проведению анализа опасностей и оценки риска аварии на опасных производственных объектах», по тяжести последствий события на рассматриваемом объекте относятся к некритическому событию.

В ходе анализа выбран, первый сценарий развития аварии – «пожар пролива». При авариях на нефтепроводах можно выделить три вида истечения нефти: через коррозионные свищи, через трещины в трубопроводе и через отверстие, диаметр которого соизмерим с диаметром трубопровода. С точки зрения наихудших условий развития аварии, приводящих к максимальным проливам продукции, выбран гильотинный прорыв.

В результате расчета зон поражения от теплового воздействия пожара пролива, выявлено, что индивидуальный риск составил . Полученный риск отвечает нормативным требованиям.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. М.А. Стадникова, Е.В. Глебова, А.В. Мурадов, Л.Э. Шейнкман, статья «Анализ аварийных ситуаций и их последствий на магистральных нефтепроводах», Экология и промышленность России, август, 2009 год
2. Федеральный закон от 21.07.1997 №116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов»

3. ГОСТ Р 12.3.047-2012 ССБТ Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля.
4. Руководства по безопасности «Методические основы по проведению анализа опасностей и оценки риска аварии на опасных производственных объектах»

Зинатуллина Э.Ч, Фаррахова Г.Р., Ганцева Е.М.

*ФГБОУ ВПО Уфимский государственный авиационный технический университет, г. Уфа, Российская Федерация*

## **ОЦЕНКА БЕЗОПАСНОСТИ ПОДЗЕМНЫХ ПЕРЕХОДОВ**

Ежедневно на дорогах нашей страны, и мира в целом, происходят дорожно-транспортные происшествия с самыми тяжкими последствиями, с каждым годом количество ДТП увеличивается, несмотря, на ужесточение правил дорожного движения. Согласно статистике, каждый год на дорогах страны погибает до 10 тыс. человек и происходит 70 тыс. наездов на пешеходов.

Для обеспечения безопасности пешеходов, самых незащищённых участников дорожного движения, нужно обеспечить места их передвижения подземными или наземными переходами.

Строительство подземных переходов началось из-за сильной нагрузки автомобильного транспорта. Согласно статистике прошлого столетия, подземные переходы безопасны для пешеходов и, в отличие от наземных переходов, не нарушают архитектуру городов, широкое распространение они получили именно в постсоветское время. В Западных странах подземные переходы встречаются очень редко, исключениями являются входы в метрополитен и выходы из него.

По статистике, в Западной Европе смертность пешеходов в ДТП в 4-5 раз меньше, чем в России.

В Париже, население которого составляет около 11 млн. чел., уровень автомобилизации такой же, как и в Москве, но подземные переходы у них, практически, отсутствуют, на всех многополосных дорогах присутствует наземный переход (рисунок 1) [1].

В столице Италии ситуация сопоставима с Парижем, подземные переходы служат входом в метро (рисунок 2) [1].



Рисунок 1 – Елисейские поля



Рисунок 2 – Улицы Рима

В азиатских странах ситуация такая же как и в Западных. На рисунке 3 представлена дорожная ситуация крупнейшего города восточной Азии –Токио: плотная застройка, широкие улицы, большое количество людей, но надземные переходы встречаются, практически, каждые 150 метров.

По статистике, самый высокий уровень автомобилизации в США – порядка 800 автомобилей на 1000 граждан, при этом у них не практикуются внеуличные пешеходные переходы, если в центре города присутствует широкая магистраль, то она уходит либо вниз, либо становится эстакадой, а жители остаются на своем дорожном уровне.



Рисунок 3 – Перекресток в Акаихабаре (Токио)

Как показывает практика в местах, где находятся подземные или наземные переходы, ДТП случаются чаще, чем на участках, где их нет. При этом, среди нас есть и люди с ограниченными возможностями, в России их насчитывается 15 миллионов человек, что составляет 10% от всего населения.

Так чем же так опасны подземные переходы?

Как видно на рис. 4, поручни закреплены только на стенах, и, соответственно, людям, спускающимся по центру, не на что опереться. Большинство не будет подходить к стене с целью держаться за поручни при спуске/подъеме.



Рисунок 4 – Подземный переход на остановке Юношеская библиотека г. Уфы

Важным моментом является и то, как заканчиваются поручни: пожилому человеку, которому очень трудно передвигаться, необходимо взяться за поручень до того, как он начнет подъем или спуск, в связи с чем, поручни должны начинаться и заканчиваться параллельно горизонтальной поверхности перехода.

Ступени подземного перехода монолитно-бетонные. Чтобы обеспечить безопасный спуск, монолитно-бетонные ступени следует заменить на металлические накладные планки, так как их поверхность имеет рифление, мелкие «зазубрины» не скользкие при любой погоде.

Для их безопасного передвижения слепых и слабовидящих людей, очень важна контрастность в опасных местах. Доказано, что желтый цвет на фоне черного, дает для слабовидящих очень сильный контраст, в связи с этим желтым цветом выделяют те участки, которые нельзя перешагивать.

Помимо того, что подземные переходы строятся не для удобства граждан, у них также есть и другие недостатки:

- Как показал эксперимент, проведенный в 2013 году в Москве, 50% пешеходов предпочитают перебежать дорогу, нежели спускаться в

«подземку». То есть, подземные переходы провоцируют пешехода на нарушение ПДД.

- В зимний период, не вовремя очищенные от снега ступеньки, становятся обледенелыми, что увеличивает вероятность падения.
- Строительство подземных переходов обходится очень дорого.

Ущерб от гибели людей в автотранспортном происшествии

рассчитывается в соответствии с документом, утвержденным Минтрансом РФ «Методика оценки и расчета нормативов социально-экономического ущерба от дорожно-транспортных происшествий. Р 3112199-2502-00».

Оценка ущерба в результате гибели человека, не имевшего семью

$$H2 = \delta_{\text{нп}} + P_y$$

где:  $\delta_{\text{нп}}$  - доходы, который принес бы человек, если бы работал с момента гибели до пенсии:

$$\delta_{\text{нп}} = \sum_{n=1}^{n=18.5} D \times (1 + t_p)^n / (1 + r)^n$$

где:  $i$  - величина индекса ВВП за рассматриваемый период (рассчитывается в долях в текущих ценах);

$r$  - коэффициент дисконтирования (в долях);

$t_p$  - прогноз темпа роста ВВП (рассчитывается в долях сопоставимых ценах);

$P_y$  - расходы на оказание ритуальных услуг.

Оценка ущерба в результате гибели человека, имевшего семью

В этом случае к  $H2$  прибавляется пособие семье по случаю потери кормильца.

$$H1 = H2 + \Pi_{\text{ижд}}$$

где,  $\Pi_{\text{ижд}}$  - сумма ожидаемых к выплате пособий по случаю потери кормильца за 12 лет.

Сумма пособий, ожидаемая к выплате, определяется как:

$$P_{\text{ижд}} = \left( \sum_{n=1}^{n=12} \frac{P_{\text{ижд}} \times i^n}{(1+r)^n} + P_{\text{ижд}} \right) \times 12 \times 1,381,$$

где,  $P_{\text{ижд}}$  - пособие по случаю потери кормильца (среднемесячное) в год, на который ведется расчет;

1,381 - среднее количество человек в семье, получающих пособие по случаю потери кормильца.

Оценка ущерба в результате гибели детей

Анализ проведенных ранее исследований показал, что средний возраст гибели ребенка составляет 11 лет. Расчет ущерба для общества в результате гибели ребенка проводится следующим образом:

Определяются затраты на обучение одного ребенка:

$$Z_{\text{обуч}} = Z_{\text{об}} / N_{\text{уч}},$$

где,  $Z_{\text{об}}$  - затраты на образование в году, на который ведется расчет;

$N_{\text{уч}}$  - общее количество учащихся в расчетном году.

Определяется доля учащихся в средних специальных учебных заведениях:

$$\delta N_{\text{т}} = N_{\text{техн}} / N_{\text{уч}}$$

где,  $N_{\text{техн}}$  - число учащихся в средних специальных учебных заведениях в расчетный год.

Определяются затраты общества на обучение, если бы ребенок не погиб:

- затраты на обучение в школе (от 11 до 16 лет):

$$Z_{\text{шк}} = \sum_{n=1}^{n=5} \frac{Z_{\text{обуч}} \times (1 + t_p) \times i^n}{(1+r)^n}$$

Доходы, которые недополучены обществом от ребенка в результате его гибели, составляют:

$$D_{\text{н.реб}} = \left( \sum_{n=6}^{n=9} \frac{D \times (1 + t_p) \times i^n}{(1+r)^n} \right) \times 0.757 + \sum_{n=10}^{n=42,5} \frac{D \times (1 + t_p) \times i^n}{(1+r)^n} - Z_{\text{шк}} - Z_{\text{ТиВ}} - Z_{\text{пл.шк}} - Z_{\text{пл.ТиВ}}$$

где 0,757 - коэффициент, учитывающий долю учащихся, начинающих работать в 16 лет.

Расчет суммарного ущерба за 2015 год представлен в таблице 1.

Таблица 1

Расчет суммарного ущерба за 2015 год в результате гибели и ранения людей в ДТП

Наименование показателя	Стоимость оценки ущерба, тыс. руб.
	2015 год: $r = 11,5 \%$ , $i=185 \%$
Гибель человека, имевшего семью, Н1	1421,9
Гибель человека, не имевшего семьи, Н2	1340,2
Гибель ребенка, Н6	1674,9

Стоимость оборудования перекрестка светофором стоит в среднем 4980 тыс.руб., согласно утвержденным сметам, а стоимость постройки подземного пешеходного перехода 89762 тыс.руб. (в стоимость постройки входят все подготовительные работы, заработная плата работникам, благоустройство и озеленение территории и иные расходы). Учитывая, что около 50 % людей предпочитают перебежать дорогу, нежели спускаться в подземный переход, создавая при этом угрозу своей жизни, к стоимости постройки подземного пешеходного перехода необходимо прибавить сумму ущерба от гибели людей.

Разницу между установкой светофора и строительством подземного перехода целесообразнее потратить на решение следующих актуальных проблем:

- освещение наземных пешеходных переходов, благодаря чему он будет лучше виден ночью;
- строительство островков безопасности;
- оснащение светофорами с кнопками в малолюдных местах с нерегулируемыми перекрестками.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Методика оценки и расчета нормативов социально-экономического ущерба от дорожно-транспортных происшествий. Р 3112199-2502-00" (утв. Минтранс РФ)

Андреев Т.И., Мишкова Д.В.

*ФГАОУ Севастопольский государственный университет,  
г. Севастополь, Российская Федерация*

## **ОПОЛЗНИ И ИХ ПРОЯВЛЕНИЯ В Г.СЕВАСТОПОЛЬ**

Оползни — это скользящее смещение масс горных пород вниз по склону под влиянием силы тяжести. Согласно международной статистике, до 80 % современных оползней связано с деятельностью человека. Около 20 % территории РФ находится в селеопасных зонах. В России насчитывается 77 районов, на территории которых находится 291 опасный оползневой массив и 38 районов со 112 селеопасными направлениями, вместе создающие угрозу 329 населенным пунктам с населением около 42,5 тыс. человек [3]. Оползни наносят существенный ущерб экономике, угрожают движению транспорта, жилым домам и другим постройкам. При оползнях интенсивно идет процесс выбывания земель из сельскохозяйственного оборота.

Опасность чрезвычайных ситуаций (ЧС), связанных с оползнями, заключается в динамическом воздействии движущихся масс горных пород, приводящем к разрушению зданий и сооружений, объектов инфраструктуры, находящихся на теле и в зоне действия оползня, а также к перекрытию автодорог и русел рек [2].

Оползни и обвалы на территории Севастопольского региона являются реальной угрозой возникновения ЧС, связанной с разрушениями зданий и сооружений, прекращением автомобильного и железнодорожного сообщения, человеческими потерями среди населения и материальным ущербом. ЧС, вызванные с оползнями и обвалами, могут быть как местного (районного,

объектового), так и регионального (городского) уровней, а в случае аварий на транспортных магистралях и государственного уровня. Активизация оползневых процессов разрушительно влияет на объекты энергетики города Севастополя. Угрозе подвержены опоры высоковольтных сетей электропередачи, что может привести к обрыву проводов и кабельных линий, а также повреждению трансформаторных подстанций.

На территории жилой застройки города Севастополя определено 129 оползнеопасных участка, из них в Ленинском районе – 3, Гагаринском районе – 9, Нахимовском районе – 33, Балаклавском районе – 84.

Из 103,5 км побережья Севастопольского региона 79 км подвержено воздействию абразийно-оползневых процессов, наиболее опасные участки более 12 км:

- береговая полоса от мыса Коса Северная до с. Андреевка;
- мыс Хрустальный;
- от мыса Херсонес до м. Фиолент;
- территория Южного Берега Крыма.

На автомобильных дорогах общего использования наиболее опасные участки находятся на дороге Симферополь-Ялта-Севастополь. Разрушения автодорожного полотна происходят ежегодно с различной степенью, отмечается тенденция к возрастанию объемов разрушения [1].

9 марта 2017 г. оползнем разрушен участок трассы (54-55 км) Севастополь-Бахчисарай-Симферополь, введено ограничение движения на участке, в связи с проведением срочных ремонтных работ из-за провала грунта. Участок автодороги Н-06 54 км – 55 км в районе с. Поворотное длиной более 100 метров, подвержен воздействию оползневых процессов. Суммарная длина аварийного участка составляет 99,57 м, при ширине проезжей части 16 метров площадь, пораженная оползнем, составляет 1593,12 м.кв.

Распоряжением Губернатора города Севастополя от 23.03.2017 № 42-РГ

«О введении режима чрезвычайной ситуации для органов управления и сил Севастопольской городской территориальной подсистемы единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций на территории города Севастополя» обстановка на участке автомобильной дороги Севастополь-Бахчисарай-Севастополь 54+000 км – 55+000 км трассы Н-06 признана чрезвычайной ситуацией муниципального характера, природного характера, регионального уровня реагирования. На указанном участке автодороги, для привлекаемых к ликвидации органов управления и сил, введен режим функционирования «ЧРЕЗВЫЧАЙНАЯ СИТУАЦИЯ».

К выполнению мероприятий по ликвидации последствий ЧС были привлечены силы и средства:

а) от Севастопольской городской территориальной подсистемы РСЧС:

– департамент транспорта и развития дорожно-транспортной инфраструктуры города Севастополя;

– ГУП «Севастопольский автодор».

б) от Управления МВД России по г. Севастополю (по согласованию);

в) от Главного управления МЧС России по г. Севастополю (по согласованию).

Департамент транспорта и развития дорожно-транспортной инфраструктуры города Севастополя организовал проведение работ по восстановлению разрушенного участка автомобильной дороги Севастополь-Бахчисарай-Симферополь 54+000 км - 55+000 км трассы Н-06, совместно с ГУП «Севастопольский автодор» принял меры по установке соответствующих дорожных знаков и информационных панно, предупреждающих о закрытии движения на участке 54+000 км - 55+000 км автодороги «Симферополь-Бахчисарай-Севастополь», а также по рекомендованным маршрутам объезда.

Главное управление МЧС России по г. Севастополю организовало

проведение мониторинга ликвидации последствий ЧС.

В целом ситуация с активизацией оползневых процессов на территории города Севастополя неудовлетворительна, что может привести к возникновению ЧС различного уровня. Одним из примеров является разрушение произошедшее 09.03.2017 г. на участке автодороги Н-06 54 км – 55 км в районе с. Поворотное, которое нарушило автомобильное сообщение между Севастополем и Бахчисараем, и Симферополем, которому был присвоен статус ЧС.

На железной дороге, участок Симферополь-Севастополь оползневые явления также не затухают.

В мае 2007 года оползень в Инкермане подобрался к железной дороге, связывающей Севастополь и Симферополь. Специалисты обследовали состояние полотна перед каждым прохождением поезда и ограничили скорость движения составов до 25 км в час. Складки асфальта говорили о продолжении движения грунтовых масс.

По информации управления по вопросам чрезвычайных ситуаций городской администрации, оползень активизировался в начале мая. За месяц границы оползня увеличились почти в два раза, и на конец мая составили 22 тысячи кв. м. В верхней части оползня разрыв достиг более 170 сантиметров. Подвижка грунта составляла около 10 сантиметров в сутки. По заключению гидрогеологов, оползень на склоне спровоцировала утечка из водовода. В опасной зоне оказались теплотрассы, газопровод, линии электропередачи, водопровод к ТЭЦ, кабели телефонной связи и на железнодорожная магистраль. Оползень был остановлен укреплениями грунтовых масс.

Для предотвращения оползней на территории г. Севастополя возможно применение следующих методов борьбы с оползневыми и обвальными явлениями:

– организация стока поверхностных вод в зоне оползней и прилегающих к

ней территорий;

- дренирование подземных вод путем сооружения различных дренажных систем;
- уменьшение внешних нагрузок;
- уполаживание откосов и пригрузка их с помощью контрбанкетов;
- ограждение откосов и защита их от подмыва и размыва проточными водами рек или волнами морей, водохранилищ;
- зеленые насаждения по верху откоса и оползневом откосе;
- искусственное закрепление масс оползневого тела;
- искусственные сооружения для удержания грунтовых масс.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Комплексное исследование влияния рисков природных и техногенных чрезвычайных ситуаций на безопасность жизнедеятельности населения Республики Крым и г. Севастополя / А.В. Верескун, Т.Ш. Файзулин, И.Ю. Олтян, С.Е. Байда, С.В. Зиновьев., Е.М. Барышев, М.А.Балер, Е.Ю. Булгакова. М.: ВНИИ ГОЧС (ФЦ) МЧС России, 2015. 208 с.
2. Карлович И.А. Геология: Учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений. М.: Академический проект, 2004. 704 с.
3. Официальный сайт МЧС России: [Электронный ресурс] – Режим доступа: URL: <http://www.mchs.gov.ru> (дата обращения: 13.04.07).

Валиуллина Д.Х., Ахмеров В.В.

*ФГБОУ ВО Уфимский государственный авиационный технический университет, г.Уфа, Российская Федерация*

## **АНАЛИЗ ОПАСНОСТИ АММИАЧНЫХ ХОЛОДИЛЬНЫХ УСТАНОВОК**

В связи с ростом численности населения и количества холодильного технологического оборудования увеличивается потребление хладагентов. Пищевая и перерабатывающая промышленность, наряду с объектами

нефтехимического производства, являются основными потребителями «искусственного холода», создаваемого хладагентами.

На протяжении 50-80 гг. в качестве основного хладагента применялись хлорфторуглеводороды (фреоны), которые, как известно, являются губительными для озонового слоя Земли. Осознание проблемы разрушения озонового слоя привело к разработке глобального международного законодательства по борьбе с загрязнением окружающей среды, которое воплощено в Монреальском протоколе. Согласно этому протоколу ряд широко используемых хладагентов, относящихся к классу хлорфторуглеродов, должны быть исключены в их практическом применении. Для замещения в холодильной технике указанных веществ основное внимание уделено разработке и применению альтернативных хладагентов, одним из представителей которых является аммиак.

В настоящее время аммиак широко применяется в качестве хладагента в аммиачных холодильных установках. Активное использование аммиака в качестве хладагента во многом обуславливается его термодинамическими характеристиками, позволяющими получать высокий коэффициент полезного действия в холодильных установках: энергетическая эффективность холодильного цикла на аммиаке выше, чем у фреонов на 20-50%. Также аммиак химически нейтрален по отношению к большинству конструкционных материалов, не чувствителен к влаге. Цена аммиака на порядок ниже, чем у фреонов, а учитывая их высокую текучесть, такой показатель, как стоимость годовой заправки хладагента на сопоставимых по мощности предприятиях меньше для аммиачных установок уже на два порядка [1].

Вместе с тем, учитывая преимущества аммиака перед другими хладагентами, необходимо отметить, что он является пожаро-взрывоопасным и в случае возникновения аварийной ситуации на аммиачной холодильной установке (АХУ) может привести к значительному материальному ущербу и

гибели людей [1]. Как известно, аммиак при нормальных атмосферных условиях, является газом, который легче воздуха и при разгерметизации АХУ возможно образование первичного и вторичного облака.

Так как аммиак является пожаро-взрывоопасным веществом, то при выбросе аммиака из технологического оборудования с образованием паровоздушного облака в воздухе в концентрациях 15-28 %(об.) и наличии источника зажигания, возможен пожар или взрыв [2].

Основными поражающими факторами в случае аварии с участием аммиака являются воздействие ударной волны и теплового излучения при возгорании аммиачно-воздушной смеси. Также возможна интоксикация организма человека через органы дыхания. Высокая концентрация аммиака при выбросах в атмосферу приводит к более длительному его нахождению в воздухе, и как следствие к увеличению количества пострадавших.

Известны аварии на АХУ с участием аммиака. К примеру, 13 февраля 2006 г. в г. Тамбов произошла авария на производственном участке ОАО «Пигмент». Причиной аварии стал коррозионный износ стенок цилиндра, предназначенной для хранения аммиака. При пуске аммиачного компрессора разрушился цилиндр второй ступени с вырыванием клапанной коробки на стороне нагнетания. В результате произошел взрыв, который повлек за собой обвал стен здания. Один человек погиб.

6 сентября 2005 г. в г. Калининград в компрессорном цехе предприятия ОАО «Калининградский мясокомбинат» произошел выброс аммиака из системы трубопроводов. Причиной аварии стало несоблюдение правил безопасности при ремонте насоса. В результате аварии пострадали два человека.

В холодильном отделении ЗАО «Черниговский мясокомбинат» (г. Чернигов) 3 сентября 2007 г. произошла разгерметизация трубопровода с последующим выбросом аммиака. Причиной аварии стал обвал стены здания, в котором размещались трубопроводы. В результате отравления двое человек

пострадало.

Также, известно еще достаточно большое количество аварий в России с участием аммиака, которые привели к человеческим жертвам.

Учитывая пожаро-взрывоопасные свойства аммиака, количество и масштабы аварий с участием аммиака, в работе проводился анализ АХУ.

Для выявления причин аварий на АХУ, анализировалась статистика происшествий на территории России в период 2000 ... 2015 гг. [3]. Причины возникновения аварий на АХУ представлены на рисунке 1.

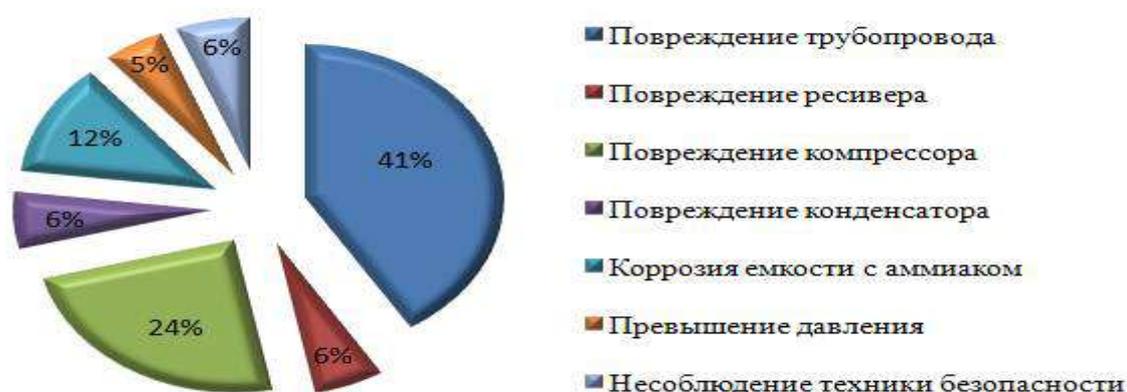
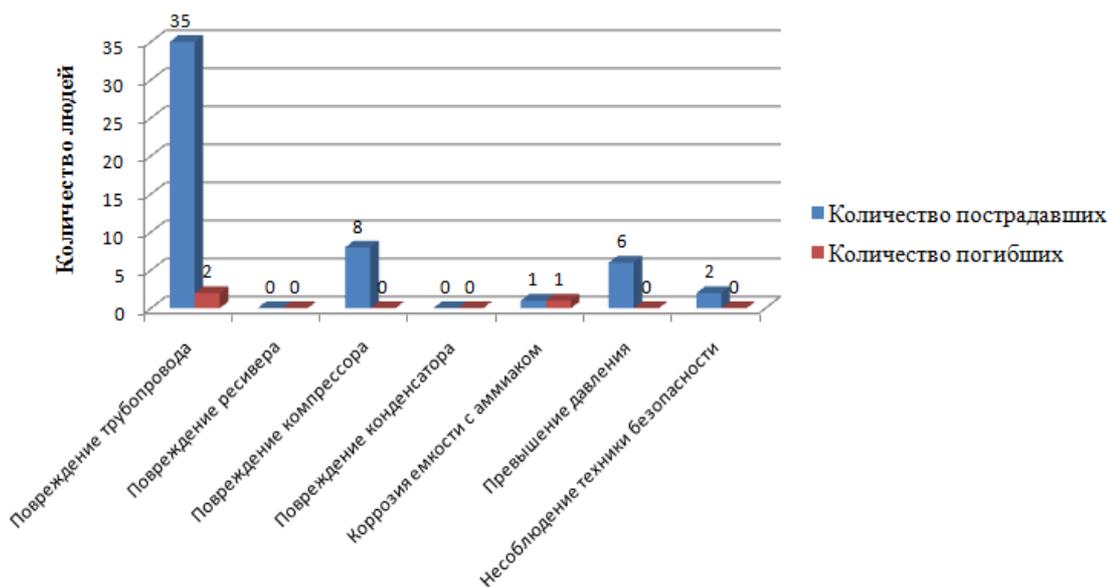


Рисунок 1 – Причины возникновения аварий на АХУ в период 2000 ... 2015 гг.

Как видно из рисунка 1, наибольшее количество аварий на предприятиях с АХУ возникает по причине повреждения трубопровода (41% случаев). Аварии с повреждением трубопроводов с последующим выбросом/утечкой аммиака произошли на таких предприятиях как: ОАО «Коопзаготпром» (г. Ивацевичи, 2000 г.), ОАО «Поиск» (г. Благовещенск, 2001 г.), Московский Микояновский мясокомбинат (г. Москва, 2007 г.), ОАО «Балтийское молоко» (г. Санкт-Петербург, 2005г.). Кроме того, частыми причинами аварий на АХУ также являются повреждение компрессора (24% случаев) и коррозия емкости с аммиаком (12% случаев). Аварии из-за повреждения компрессора произошли на предприятиях: ОАО «Арзамасский молочный комбинат» (г. Арзамас, 2001 г.),

ОАО «Кинешемский городской молокозавод» (г. Кинешма, 2004 г.), «Хакасский рыбокомбинат» (г. Абакан, 2005 г.), а из-за коррозии – на предприятии ОАО «Пигмент» (г. Тамбов, 2006 г.).

Проведенный анализ позволил выявить, что наибольшее число пострадавших наблюдается при авариях с повреждением трубопровода, компрессора и при превышении давления в аммиачной установке (рисунок 2).



Причины аварий на АХУ

Рисунок 2 – Количество пострадавших и погибших при авариях на АХУ в период 2000 ... 2015 гг.

Из рисунка 2 видно, что в период 2000...2015 гг. количество погибших при авариях на АХУ составило 3 человек, а количество пострадавших – 51 человек. В 69 % случаев люди пострадали по причине повреждения трубопровода, в 16 % случаев – из-за повреждения компрессора, в 11 % случаев – из-за превышения давления в технологическом оборудовании АХУ.

Таким образом, проведенный в работе анализ показал, что основными причинами аварий на АХУ являются: повреждение трубопровода и компрессора, коррозия емкости с аммиаком. Наибольшее количество пострадавших при аварии на АХУ наблюдается в случае повреждения

трубопровода, компрессора и при превышении давления на аммиачных установках.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Валиуллина, Д.Х. Искусственный холод [текст]/ И.В. Кусова // X Всероссийская молодежная научная конференция «Мавлютовские чтения» – 2016. –№3. –832-834
2. Маршал В. Основные опасности химических производств/ В. Маршалл: Пер. с англ. – М.:Мир, 1989. - 465 с.
3. Прогноз обстановки при чрезвычайной ситуации с выбросом аммиака на ОАО КПБН «Шихан» [электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.studfiles.ru/preview/5761029/>, свободный[дата обращения: 19.03.2017г.].

Забабурин В.М., Полякова Ю.А., Егорова М.А.

*ФГБОУ ВО Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И.Платова, г. Новочеркасск, Российская Федерация*

## **МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ РАЗВИТИЯ ЧС ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ХАРАКТЕРА**

Проблема минимизации экологического риска в современном мире достаточно актуальна и требует оперативного решения. Одним из перспективных подходов решения этой проблемы является моделирование динамики ЧС с целью снижения вероятности ее проявления. Установлено, что ЧС с физической точки зрения является динамическим процессом, состоящим из ряда взаимосвязанных между собой событий [1]. Однако, представление о различных стадиях развития ЧС носит описательный характер, что существенно снижает качество информации о процессах, происходящих на различных стадиях и в целом о сущности самой ЧС. В этой связи, предлагается использовать графоаналитическую модель динамики развития ЧС в

двухмерной системе координат, где в качестве аргумента используется время ( $t$ ), а в качестве функции – критерий устойчивости системы (КУ) [2].

Для графической интерпретации ЧС как динамического процесса воспользуемся системой координат, представленной на рис. 1. В нижней части координатной сетки (область I) находится зона устойчивого развития системы (пассивная фаза ЧС), в верхней части (область II) – зона катастрофического развития (активная фаза ЧС) [3].

На начальной стадии система находится в точке А, что соответствует ее устойчивому функционированию. С течением времени система эволюционирует, и уровень ее устойчивости снижается. Это значит, что система переходит из состояния А в состояние В.

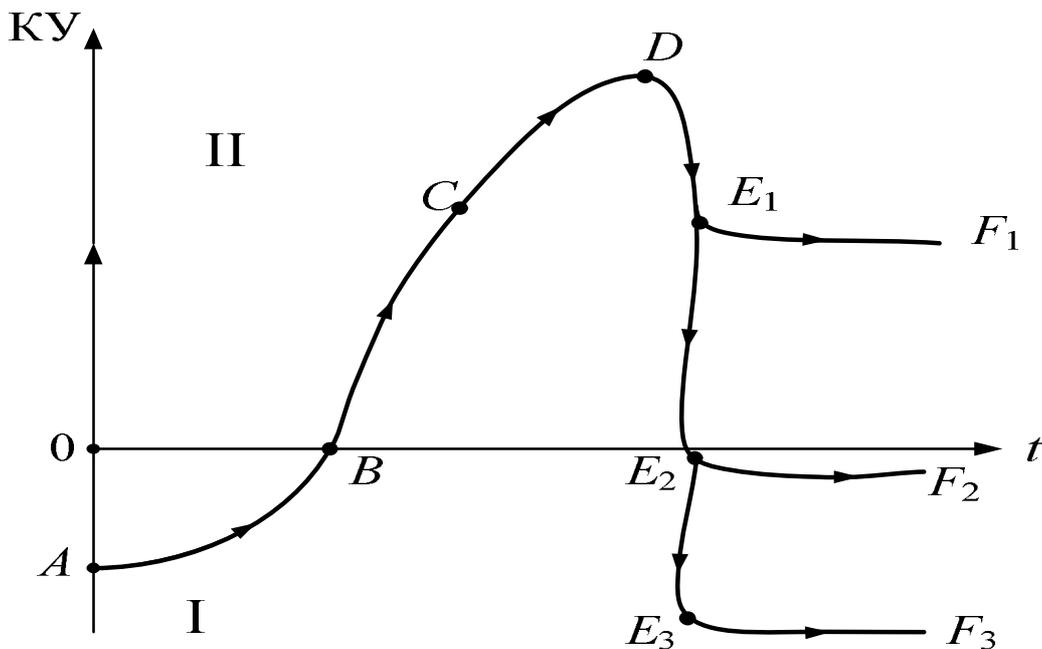


Рисунок 1 - Динамика развития ЧС

При этом, характер траектории может быть различным, траектория АВ отображает лишь общую тенденцию развития. Такая направленность эволюции системы соответствует концепции допустимого риска и отражает факт неизбежного нарастания энтропийной составляющей в динамической системе. Переход из состояния А в состояние В – это накопление эффектов, создающих

предпосылки потери устойчивости системы или стадия зарождения ЧС.

Определяющим моментом на траектории развития исследуемой системы является состояние В, которое может рассматриваться как точка бифуркации [4], в которой осуществляется выбор между состоянием устойчивого функционирования и катастрофического развития системы. Эволюция в этой точке может пойти как в том, так и в другом направлении. Если в силу определенных обстоятельств нарастают негативные процессы, то система переходит в режим катастрофического развития. Это отражено кривой ВС. В соответствии с терминологией, принятой в области БЖД, процессы, идущие в направлении ВС, называют периодом развития катастрофы или стадией инициирования ЧС.

Дальнейшее развитие ЧС происходит начиная, как правило, от точки состояний С. При этом выделяется основная доля энергии, порождающей негативное развитие. Период эволюции по траектории CD принято называть экстремальным периодом или стадией кульминации.

С выбросом основной части энергии система активно развивается по траектории DE<sub>1</sub>, что отражает снижение уровня неустойчивости и в принятой терминологии такой переход называют периодом затухания. На ветви затухания могут формироваться точки бифуркации E<sub>1</sub>, в которых система способна перейти в новые квазиустойчивые или устойчивые состояния. Графически эти состояния соответственно отражают траектории E<sub>1</sub>F<sub>1</sub>, E<sub>2</sub>F<sub>2</sub> и E<sub>3</sub>F<sub>3</sub>.

Развитие процессов в направлении E<sub>1</sub>F<sub>1</sub> переводит систему в более устойчивое состояние, но в целом она все еще нестабильна. Период катастрофического развития (активная фаза) не завершен и в зависимости от ситуации возможен либо повтор сценария катастрофического развития, либо система медленно в новом качестве перейдет в зону устойчивости. Кроме того, возможен сценарий, когда реализуется траектория DE<sub>2</sub> и за ней E<sub>2</sub>F<sub>2</sub>. Система

переходит в зону устойчивости и состояние ее по существу метастабильное. И, наконец, вероятны процессы развития по траектории DEЗ и EЗFЗ. Система возвращается в состояние устойчивости, которое теперь более стабильно, чем было в начале процесса (точка EЗ лежит ниже точки А).

В целом вся траектория ABCDEiFi графически отображает динамику развития системы в ЧС. При этом анализируемая система проходит через 3 следующие фазы развития:

Первая – это зона устойчивости с нарастанием негативных процессов (AB).

Вторая фаза – это переходный процесс от фазы пассивного развития к активной фазе развития ЧС. Характеристической точкой второй фазы является точка бифуркации В. Эта фаза включает как множество элементов устойчивого состояния системы, так и множество элементов катастрофического развития.

При активном нарастании множества элементов катастрофического развития и резком уменьшении множества элементов устойчивого развития наступает третья фаза развития системы. Третья фаза – это зона катастрофического развития системы с последующим переходом в область устойчивых состояний (BCDEiFi).

Предложенная графоаналитическая интерпретация ЧС экологического характера как динамического процесса формирует направленность действия системы мониторинга и управления экологической безопасностью (на ветви состояний AB) и создает предпосылки (информационную базу) для построения прогнозных моделей, которые оценивают экологические риски и сценарии их возникновения. Такие модели соотносятся с требованиями промышленной и экологической безопасности, технико-экономическими возможностями системы и формируют стратегию управления её безопасностью.

Графический анализ траектории ABC показывает, каким образом следует рассчитывать риск возникновения ЧС как вероятностную характеристику. Из

графика на рис. 1 следует, что риск потери устойчивости системы (перехода в активную фазу ЧС) может быть определен из выражения

$$R = W_{AB}W_{BC}W_{CD},$$

где  $W_{AB}$  – вероятность перехода системы из состояния А в состояние В;

$W_{BC}$  – вероятность перехода системы из состояния В в состояние С;

$W_{CD}$  – вероятность перехода системы из состояния С в состояние D.

Риск в предложенной интерпретации есть произведение вероятности перехода системы из устойчивого состояния в состояние безразличного равновесия и вероятности перехода из состояния безразличного равновесия в область катастрофического развития.

Таким образом, предложенная графоаналитическая модель развития системы в ЧС имеет исключительное эвристическое и методологическое значение при решении вопросов обеспечения экологической безопасности.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Безопасность жизнедеятельности: Учеб. для вузов / С.В. Белов, А.В. Ильницкая, А.Ф. Козьяков [и др.]/ под общ. ред. С.В. Белова, 5-е изд., испр. и доп. – М.: Высш. шк., 2005. – 606 с.
2. Медведев Ю.И. Курс лекций. Часть 2: Учеб. пособие. – Томск: Томский университет, 2006. – 87 с.
3. Арнольд В.П. Теория катастроф. – 3-е изд., доп. – М.: Наука, 1990. – 128 с.
4. Лоскутов А.Ю., Михайлов А.С. Введение в синергетику: Учебн. руководство. – М.: Наука. Гл. ред. физ-мат. лит. – 1990. – 272 с.

Иванова Д.О., Андреев Т.И.

*ФГАОУ ВО Севастопольский государственный университет  
г. Севастополь, Российская Федерация*

### **АНАЛИЗ КАЧЕСТВА ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ ОПОВЕЩЕНИЯ НАСЕЛЕНИЯ Г. СЕВАСТОПОЛЬ**

Возрастание частоты возникновения чрезвычайных ситуаций (ЧС)

природного и техногенного характера выявляют все больше и больше проблем, связанных с обеспечением безопасности населения. Своевременное оповещение и информирование государственных органов власти и населения является одним из главных условий эффективного противодействия сложившейся ЧС.

Согласно федеральному закону «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» от 21 декабря 1994 года №68-ФЗ, оповещение населения о чрезвычайных ситуациях - это доведение до населения сигналов оповещения и экстренной информации об опасностях, возникающих при угрозе возникновения или возникновении чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, а также при ведении военных действий или вследствие этих действий, о правилах поведения населения и необходимости проведения мероприятий по защите [1].

Инструментом, обеспечивающим информирование о надвигающейся опасности, создавшейся обстановке в зоне ЧС, а также о порядке действий в условиях ЧС, является хорошо организованная система оповещения населения (СОН) в городе и ее эффективное применение при угрозе и непосредственном возникновении ЧС.

СОН являются структурно-сложной системой, так как включает в себя большое количество элементов. Анализ качества функционирования СОН необходимо проводить по нескольким критериям: состояние технических средств, охват территории средствами оповещения, наличие локальных систем оповещения (ЛСО).

На данный момент система оповещения города Севастополя является недостаточно эффективной. В случае возникновения ЧС несвоевременное и неполное информирование может привести к значительным потерям населения и материальных ценностей.

Региональная система оповещения населения города Севастополя

охватывает территорию города, включая внутригородские муниципальные образования. Оповещение о ЧС осуществляется силами органов повседневного управления территориальной подсистемы РСЧС города с использованием различных систем и технических средств. Согласно закону города Севастополя «О защите населения и территорий города Севастополя от ЧС природного и техногенного характера» от 14 августа 2014 года №62-ЗС система оповещения города представлена следующими элементами [2]:

сеть электросиренного оповещения; линии уличной звукофикации (громкоговорители);

радиотрансляционная сеть (проводное радиовещание); сеть УКВ-ЧМ;

сети телевидения (каналы звукового сопровождения); сети кабельного телевидения города;

сети подвижной радиотелефонной связи; телефонная сеть связи;

локальные и объектовые системы оповещения;

территориальные элементы Общероссийской комплексной системы информирования и оповещения населения в местах массового пребывания людей (ОКСИОН).

Оповещение обеспечивается городской системой централизованного оповещения, состоящей из трёх составляющих – «Самшит», СУРОН, «Сирена» с использованием проводного радиовещания.

СУРОН – система оповещения и информирования населения по каналам проводного радиовещания (радиоточки – около 13000), плюс сеть уличных громкоговорителей в центральной части города – 83 громкоговорителя. «Сирена» – система оповещения населения с помощью электросирен. В соответствии с Реестром технических средств оповещения в административных границах Севастополя установлено 84 электросирены. Также для оповещения в городе применяется мобильный комплекс оповещения населения (МКО), который позволяет информировать население в труднодоступных местах, либо

Секция 3: Прогнозирование и предупреждение чрезвычайных ситуаций при отсутствии электроэнергии в городе.

Анализ технического состояния действующей системы оповещения населения об угрозе возникновения или о возникновении ЧС показывает, что все технические средства морально и технически устарели. Охват населения города Севастополя всеми средствами оповещения, действующей региональной системы, представлен в таблице 1 и составляет 33 %.

Проблемным вопросом в муниципальной системе оповещения населения является отсутствие местных систем оповещения населения в сельских населённых пунктах. В административных границах г. Севастополя находится 39 сельских населенных пунктов, где есть риски возникновения природных стихийных бедствий.

Таблица 1

Охват населения г. Севастополя различными средствами оповещения, в %  
(на 2015 г.) [3]

Население	Электро-сирены	Проводное вещание	Радио-вещание	Теле Вещание	Сотовая связь
Городское	23,0	11,0	100,0	83,0	90,0
Сельское	0	2,0	60,0	60,0	43,0
Итого:	23,0	13,0	80,0	71,5	66,5

Действующий на территории города сегмент СОН, введенный в эксплуатацию в 1978 г., не может более гарантированно выполнять требования по оповещению населения. Сети проводного радиовещания потеряли свою функциональную необходимость, т.к. существуют более современные технологии связи.

Отсутствуют локальные системы оповещения (ЛСО) о ЧС, создаваемые на потенциально опасных объектах. ЛСО должны сопрягаться с муниципальными системами оповещения. В различных отраслях экономики города находятся в эксплуатации 9 химически опасных и 26 взрывопожароопасных объектов.

Охват населения локальными системами оповещения [3]

ПОО (РОО, ХОО)	Всего ПОО	Создано ЛСО	Количество населения, охваченного ЛСО, тыс. чел.
Химически опасные	9	0	-
Гидроузлы	1	0	-
Ядерно и радиационно опасные	1	0	-
Другие ПОО	26	0	-
Итого:	37	0	-

На данный момент правительством Севастополя планируется реконструкция системы оповещения с использованием комплекса современных компьютеризированных средств оповещения и расширение зоны оповещения в пределах административных границ города.

Таким образом, состояние системы оповещения населения при ЧС в г. Севастополе характеризуется наличием устаревшего оборудования, невозможностью его сопряжения с более современными средствами оповещения и связи, отсутствие объектовых систем оповещения на потенциально опасных объектах, а также малый охват населения города и муниципальных единиц системами электросирен и громкоговорителей. Сложившаяся ситуация требует разработки и внедрения мероприятий по реконструкции и модернизации системы оповещения города, внедрения новых средств связи (элементы ОКСИОН), расширения площади покрытия средств уличной звукофикации и сирен.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера: федеральный закон от 21 декабря 1994 года №68-ФЗ// Собрание законодательства РФ. - 1994. – № 35. - Ст. 3648.
2. О защите населения и территорий города Севастополя от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера: закон города Севастополя от 14 августа 2014 года №62-ЗС // Севастопольские известия. – 2014. – 16 августа. - №78-79.
3. Государственный доклад «О состоянии защиты населения и территорий Российской Федерации от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в 2015 году» / – М.: МЧС России. ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ). – 2016. – 352 с.

Кочергин А.И.<sup>1</sup>, Софронов В.В.<sup>1</sup>, Козловский В.В.<sup>1</sup>, Антошин А.Э.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ФГКВОУ ВПО Военная академия радиационной, химической и биологической защиты имени Маршала Советского Союза С.К. Тимошенко, г. Кострома, Российская Федерация

<sup>2</sup>ФГОУ ВПО Академия гражданской защиты МЧС, г. Химки, Российская Федерация

## **ОЦЕНКА РАЗВИТИЯ СИТУАЦИИ И ВЫРАБОТКИ РЕШЕНИЙ ПРИ АВАРИИ НА ХИМИЧЕСКИ ОПАСНОМ ОБЪЕКТЕ**

Химически опасный объект по УХО – это объект, на котором хранят, перерабатывают, используют или транспортируют опасные химические вещества, при аварии на котором или при разрушении которого может произойти гибель или химическое поражение людей, сельскохозяйственных животных и заражение растений, а также заражение окружающей природной среды. Эти объекты, как правило, являются сложными функционирующими системами техносферы.

Обеспечение устойчивости техносферы, в частности, химических предприятий особо опасных производств – сложная и дорогостоящая проблема, требующая высококвалифицированной и длительной работы. Эффективность управления безопасностью предприятия – соотношение между результатами и затратами, произведёнными для обеспечения безопасности. В системе контроля и управления формируется множество вариантов возможного развития ситуаций опасности. Деятельность звеньев управления в значительной мере зависит от оперативного обеспечения информацией сложившейся обстановки. Создание информационных систем, обеспечивающих как контроль состояния объекта, так и своевременное получение данных о развитии ситуации, включая оценки состояния отдельных узлов и агрегатов объекта, производственный экологический контроль и мониторинг является необходимым условием

эффективного управления.

В основу оценки развития ситуации и выработки решений принимается теория риска. Риск – показатель успеха или потерь в любой ситуации, вероятностная мера возникновения явлений, сопровождающих деятельность управления в динамике обстановки. Математически выражается произведением вероятности ситуации на величину потерь при реализации данной ситуации.

Эксплуатация химически опасных объектов, имеющих в своей структуре производства по технологической обработке, хранению, транспортировке аварийно химически опасных веществ, связана с определённым риском. Несмотря на постоянное совершенствование химической технологии, внедрение высокопроизводительного оборудования и систем автоматизации управления производственными процессами, существует потенциальная опасность аварий в результате различных причин:

- просчетов на этапах проектирования;
- несоблюдения технических требований на этапах строительства и эксплуатации;
- несвоевременного технического обслуживания оборудования;
- ошибок персонала.

Аварии с химически опасными веществами потенциально возможны на всех стадиях его технологического процесса, но с различной вероятностью и возможностью ущерба.

Наиболее опасными, с точки зрения возможных последствий, являются запроектные аварии, вызванные внешними причинами, например, падение на объект летательного аппарата или космического тела. Необходимо отметить, что масштабы запроектных аварий в случае их возникновения гораздо больше, чем масштабы аварий проектных.

Рассмотрим динамическую модель контроля, например, появления загрязнений, нарушение требований безопасности на объекте. Задача состоит в оптимизации последовательных действий по проверки состояния объекта и

своевременной нормализации ситуации в условиях объективных технико-экономических ограничений.

На уровне функционирования объекта основой безопасности является строгое соблюдение установленных стандартов и норм. Эффективность управления в период эксплуатации объекта определяется возможностью своевременных мер защиты. Известно, что в зоне контроля на предприятии производится регулярный последовательный мониторинг обстановки и оценка параметров, характеризующих подозрение на нарушение. На каждом из последовательных этапов принимается решение относительно наличия или отсутствия нарушений. Поэтому информационное обеспечение имеет ключевое значение для возможностей принятия эффективных решений в различных условиях обстановки.

Исходя из вышеизложенного, можно представить три принципиальных варианта значимости информации в зависимости от стратегии управления и экономических возможностей.

1) Обеспечение высшего уровня эффективности путём сколь угодно больших материальных затрат на обеспечение безаварийной работы оборудования и всего предприятия. Информация об опасных событиях оказывается малозначимой, т.к. априори обеспечивается безопасность функционирования всей системы.

2) Принятие концепции допустимости возможного ущерба при аварии, который считается приемлемым. Такое положение наблюдается в случае отсутствия сведений о надёжности используемых конструкций и систем. Оперативные прогноз и решения, а, следовательно, информация об угрозе аварии, оказывается ненужной. От её наличия или отсутствия ничего не меняется.

3) Решение проблемы надёжности связывают со стремлением минимизировать риск аварии при экономических ограничениях. В этом случае информационное обеспечение является особо необходимым элементом

управления. Этот вариант в наибольшей степени отвечает интересам предприятия.

Фактически именно этот вариант реализуется на большинстве крупных объектов химической промышленности. Использование эффективных информационных систем обеспечивает оптимальный, безаварийный режим их работы.

Общая схема анализа обстановки и выработки решений представлена на рисунке 1.

Информационная система предусматривает мониторинг состояния оборудования и техногенных факторов изменений обстановки, что даёт возможность оценить и прогнозировать риск в состоянии системы.

В блоке принятия решений выполняются функции анализа ситуации с учётом реальных изменений обстановки и выбранных критериев решений.

Блок «мероприятий...» содержит перечень конкретных действий, направленных на нормализацию обстановки, локализацию и ликвидацию последствий аварии.

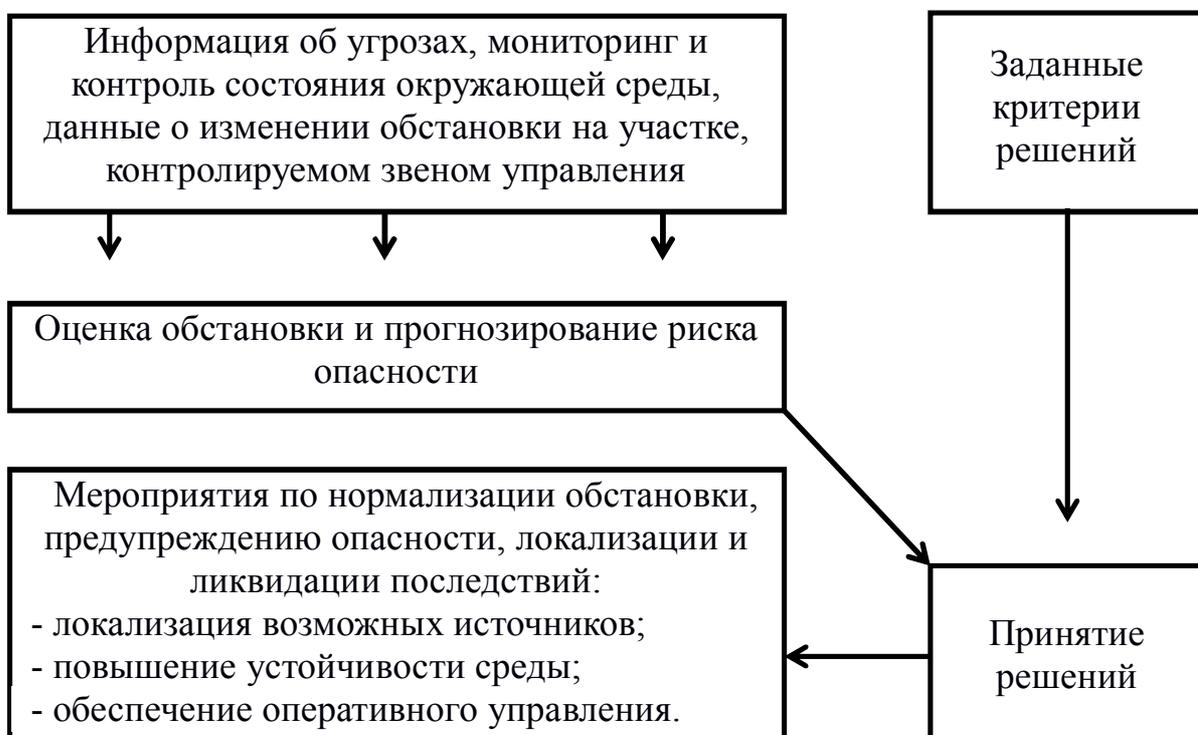


Рисунок 1 – Структура системы контроля и управления

Комплекс мероприятий и действий по обеспечению безопасности химически опасных объектов осуществляется на всех стадиях технологического процесса.

Мониторинг ситуации предусматривает процедуру последовательного анализа оперативной обстановки, включая:

- контроль состояния функционирования отдельных узлов и агрегатов;
- непрерывное или периодическое наблюдение контрольных точек в целях оценки, уточнения и оперативного прогноза опасности выхода контролируемого агрегата из строя, повлекшего за собой аварию;
- наблюдения местного и общего характера в целях выявления и прогнозирования возможных источников опасности и условий их возможного формирования.

В реальных условиях наиболее эффективна последовательная процедура принятия решений. На каждом этапе процесса уточнения ситуации возможны следующие решения:

- ситуация безопасна и не требует вмешательства;
- ситуация опасна и требует управленческих решений;
- ситуация недостаточна ясна и требует дальнейшего наблюдения.

Данные оперативного мониторинга являются основными для принятия решений об опасности как источнике тревоги для организации мер по дальнейшему анализу ситуации.

Эффективность систем прогнозирования, оценки и регулирования обстановки может характеризоваться показателями разного уровня.

*1 – уровень априорных данных.* Эффективность информационного обеспечения определяется качеством исследовательской проработки ситуаций. Экономические показатели – стоимость этих проработок.

*2 – уровень мониторинга.* Эффективность средств мониторинга характеризуется стандартными данными аппаратных разработок.

Экономические показатели – стоимость и затраты на эксплуатацию системы мониторинга.

*3 – информационный уровень.* Эффективность информационных решений характеризуется оперативностью и достоверностью оценок. Достоверность определяется соотношением условной вероятности правильного определения событий и условной вероятности ложной тревоги.

*4 – уровень решений.* Высшим уровнем оценки эффективности информационной системы является характеристика выигрыша, получаемого за счёт использования данных информационной системы на уровне управления объектом.

Оценка риска производится на всех этапах функционирования объекта.

Как известно, создать производство с нулевым риском практически невозможно. Поэтому мы говорим о приемлемом риске как о компромиссной величине, соответствующей необходимому нам уровню безопасности. Приемлемый риск определяется достаточным уровнем безопасности и целесообразностью экономических затрат на его достижение. Например, в нашей стране принято, что вероятность возникновения пожара или взрыва должна быть не более  $10^{-6}$  в год.

Информационная эффективность контроля определяется снижением вероятностей ошибок, сокращением длительности процесса принятия решений и снижением стоимости контроля. Показатели: вероятность правильной оценки ситуации, частота ложного срабатывания датчиков контроля и оперативность получения информации в звене управления – определяют возможности управления и являются исходной базой для исследования его эффективности.

Внедрение информационных систем при контроле и управлении химически опасными объектами, является оптимальным путём сохранения и развития передовых технологий в различных, не всегда стабильных, условиях развития нашей страны.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Софронов В.В. Современные оценки ситуации в решении задач контроля и управления. – Кострома: ВА РХБЗ и ИВ, 2011. – 242 с.
2. Рогожников В.А., Бушманов А.Ю., Широков А.Ю. Вопросы организации медицинского сопровождения уничтожения химического оружия. – М.: Фирма «Слово», 2007. – 232 с.
3. Кочергин А.И., Бакин А.Н., Козловский В.В. и др. Оценка последствий разрушений (аварий) химически опасных объектов. – Кострома: ВА РХБЗ и ИВ, 2013. – 100 с.

Акшенцев В.В., Терпигорева И. В.

*ФГБОУ ВО Уфимский государственный авиационный технический университет, г.Уфа, Российская Федерация*

## **АНАЛИЗ ПОЖАРЫВЗРЫВООПАСНОСТИ РЕЗЕРВУАРНОГО ПАРКА**

В настоящее время Россия занимает лидирующую позицию по добыче мировых запасов нефти (10,7 млн. барр./сутки), но в период нестабильных цен на углеводородсодержащее сырье нефтедобывающие компании не имеют сверхвысокой прибыли. Снижение прибыли приводит к уменьшению капиталовложений в развитие предприятий комплекса, что, как правило, сказывается на экономии средств, снижении модернизации и замене дорогостоящих компонентов более дешевыми узлами, что, в свою очередь может являться условием для возникновения чрезвычайных ситуаций.

В настоящее время в нашей стране наблюдается устойчивая тенденция к росту числа чрезвычайных ситуаций в нефтяной промышленности, многие из которых приводят к тяжелым последствиям. Это связано с преимущественным использованием технологий наземного хранения пожаровзрывоопасных веществ, постоянно возрастающими объемами их транспортировки, с ростом износа основных производственных фондов, увеличением количества стихийных бедствий и террористических акций.

Ущерб, наносимый ЧС, существенно ухудшает экономическое положение страны. На предприятиях России, в том числе иностранных, производятся, применяются и транспортируются большие объемы разнообразных горючих жидкостей. Прежде всего, это углеводородные топлива, ежегодный объем производства которых составляет сотни миллионов тонн. Их хранение осуществляется в резервуарных парках, которые часто находятся вблизи селитебных территорий и представляют собой источники потенциальной опасности для населения. С каждым годом количество техногенных аварий на резервуарах возрастает в связи с тем, что большой процент резервуаров уже выработал свой проектный ресурс. Износ эксплуатируемых вертикальных стальных резервуаров (РВС) составляет 60–80%. Кроме того установлено, что общее число аварий в 3-5 раз больше регистрируемых. Помимо угрозы жизни персонала и населения, такие события приводят к существенным материальным потерям и убыткам.

По статистическим данным об авариях на объектах хранения нефти в Российской Федерации и за рубежом, 90 % пожаров и взрывов возникает в ситуациях, которые характеризуются неконтролируемым выбросом горючих сред в атмосферу, загазованностью территории, образованием пожаро- и взрывоопасной смеси и наличием источника зажигания.

Среди факторов, определяющих технические причины аварийности, доминируют несовершенство технологии, проектной документации и конструктивные недостатки технических устройств (в 73% случаях аварий)[1].

На рисунке 1 представлено распределение аварийных ситуаций по видам на предприятиях нефтегазовой промышленности.

Как видно из рисунка 1, основную опасность для промышленных территорий объектов хранения нефти представляют пожары.

Нередко пожары переходят во взрывы. Доля участия взрывов опасных веществ в общей статистике, представлена на рисунке 2.

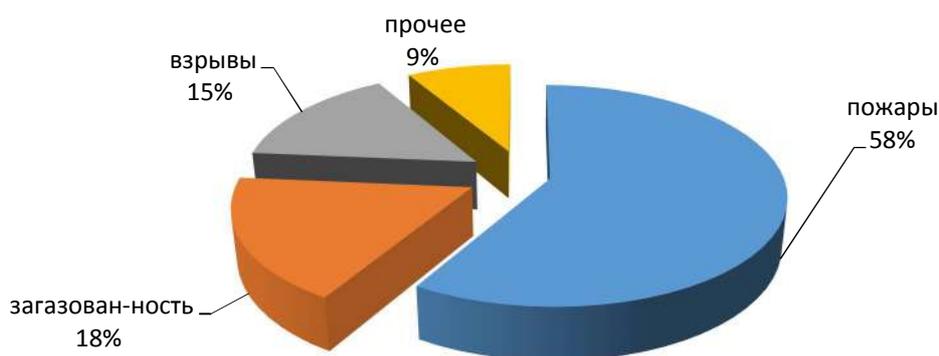


Рисунок 1 – Распределение аварийных ситуаций по видам на объектах хранения нефти

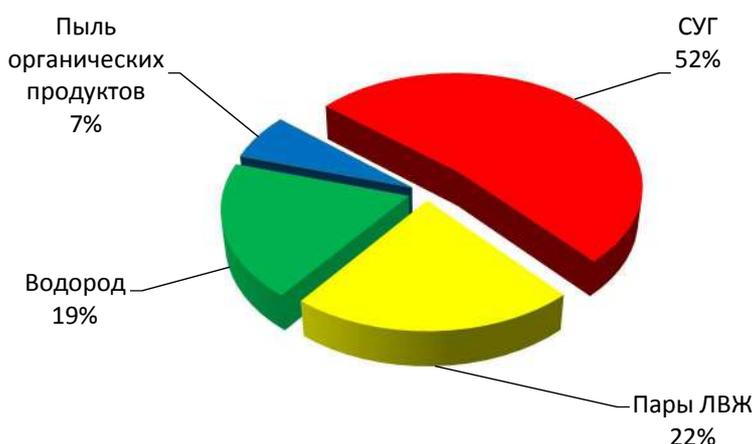


Рисунок 2 – Доля взрывов с участием различных опасных веществ в общей статистике

Из рисунка 2 видно, что взрывы паров легковоспламеняющихся жидкостей (ЛВЖ) являются достаточно распространенными из числа других взрывов, доля взрывов паров ЛВЖ составляет 22 %.

На территории Республики Башкортостан сконцентрировано большое количество резервуарных парков по хранению нефти и нефтепродуктов, как правило, объекты хранения, расположены рядом с крупными городами (г.Уфа, г.Салават и т.д.). Опасность расположения резервуарных парков в черте города,

а также близ крупных городов и поселков связана, в случае аварии, с возможными:

- большими человеческими жертвами;
- крупными материальными потерями;
- загрязнением воздуха, что приводит к росту числа заболеваний дыхательных путей и аллергических заболеваний;
- загрязнением воды, грунтовых вод и почвы, вызывающим рост желудочно-кишечных, онкологических заболеваний и болезней иммунной системы;
- последствиями катастрофического состояния городской системы, которыми являются крайне высокие значения детской заболеваемости (до 30%), особенно болезнями нервной системы и врожденными пороками [2].

Главной особенностью объектов хранения углеводородного сырья является наличие потоков пожаровзрывоопасных веществ, создающих опасности возникновения крупных аварий. Несмотря на совершенствование систем пожаровзрывобезопасности число аварий постоянно возрастает. Установлено, что крупные аварии и сопровождающие их пожары и взрывы на производствах, связанных с хранением и переработкой углеводородного сырья, в большинстве случаев происходят из-за утечек горючей жидкости. Обобщенные причины возникновения аварий представлены на рисунке 3 [2].



Рисунок 3 – Обобщенные причины аварий на объектах нефтегазового профиля

Нефтегазовая промышленность отличается высокой аварийностью эксплуатируемых объектов, несовершенством систем управления технологическими процессами и противоаварийной защиты, износом оборудования. Пожары и взрывы на предприятиях данных отраслей особенно опасны, так как огонь с зеркала пролива может переброситься на соседние объекты, компрессорные установки и нефтепроводы. Такие технологические параметры, как температура, давление, содержание опасных веществ приближаются к критическим, что представляет собой значительную опасность для людей (персонала предприятия), окружающей среды и самой промышленности [3].

Учитывая все свойства обращающихся веществ и особенности технологического режима, рассматривая причины возникновения аварийных ситуаций, установлено, что крупные аварии, как правило, характеризуются комбинацией случайных событий, возникающих с различной частотой на разных стадиях возникновения и развития аварии. Для выявления причинно – следственных связей между этими событиями составлено дерево событий развития аварийных ситуаций, которое представлено на рисунке 4. Цифры рядом с номером события показывают условную вероятность возникновения этого события.

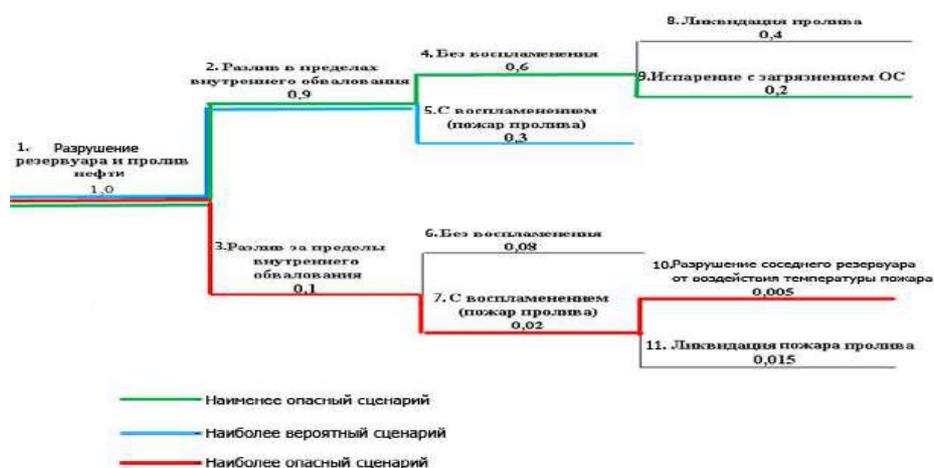


Рисунок 4 - Дерево событий разгерметизации резервуара и пролива нефтепродукта в резервуарном парке

Развитие аварийной ситуации в резервуарном парке может происходить по одному из трех сценариев:

1. Разлив нефти в результате разрушения резервуара, без воспламенения нефти;

2. Разлив нефти в результате разрушения резервуара с последующим пожаром пролива в резервуаре или в обваловании.

3. Разлив нефти в результате разрушения резервуара с последующим пожаром пролива за пределами обвалования, с возможным разрушением соседнего резервуара в результате термического воздействия.

Развитие аварийной ситуации по первому сценарию представляет наименьшую опасность для природной среды и персонала, если не происходит выхода нефти за пределы обвалования. При прорыве обвалования, в результате гидродинамического воздействия вытекающей нефти, возможно загрязнение основных компонентов окружающей среды в значительных масштабах.

При развитии аварийной ситуации по второму сценарию возрастает угроза жизни персонала из-за токсичности продуктов горения, а также термического воздействия пожара. Опасность загрязнения природной среды связана, в основном, с загрязнением атмосферы продуктами горения нефти. При выходе нефти за пределы обвалования опасность загрязнения окружающей среды и угроза населению увеличивается.

В случае аварийной ситуации, связанной развивающейся по третьему сценарию, воздействие на окружающую среду и население примет форму ударного воздействия, возникшего в результате увеличения объема горящего вещества.

Произведен расчет параметров пожара при развитии аварийной ситуации в резервуарном парке по второму сценарию. В качестве расчетного варианта использовались данные: произошло квазимгновенное разрушение вертикального стального резервуара, объемом 20000 м<sup>3</sup> (РВС 20000), резервуар

заполнен нефтью на 75%.

Результаты расчетов представлены в таблице 1.

Таблица 1

## Результаты расчетов параметров аварии

Параметры аварии	Значения	Единицы измерения
Плотность нефти (при $t=25,2^{\circ}\text{C}$ )	849,1	кг/м <sup>3</sup>
Объем аварийного разлива	15000	м <sup>3</sup>
Объем обвалования	21675	м <sup>3</sup>
Площадь пролива	7225	м <sup>2</sup>
Толщина слоя пролива	2,08	м <sup>2</sup>
Приведенная масса паров нефти, поступившей в окружающее пространство	2713	кг/ч
Зона НКПР по горизонтали	284,38	м
Зона НКПР по вертикали	9,47	м
Интенсивность теплового излучения (на расстоянии 22 м)	14,2	кВт/м <sup>2</sup>
Интенсивность теплового излучения (на расстоянии 38 м)	7	кВт/м <sup>2</sup>
Интенсивность теплового излучения (на расстоянии 42 м)	4,2	кВт/м <sup>2</sup>

Таким образом, по результатам расчетов установлено, что при разрушении РВС 20000, заполненного нефтью на 75%, произойдет разлив 15000 м<sup>3</sup> нефти, зона нижнего предела распространения пламени будет представлять из себя цилиндр, радиусом 284,38 м, и высотой 9,47 м. При пожаре пролива в обваловании, персонал попадет под действие теплового излучения 7,0 кВт/м<sup>2</sup> на расстоянии 38 м (непереносимая боль), на расстоянии 43 м безопасно для человека в брезентовой одежде, при пожаре пролива в обваловании разрушенного резервуара тепловое воздействие на соседние резервуары в радиусе 22 м составляет 14,2 кВт/м<sup>2</sup>.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дутчак М.И., Сучков В.П. Проблемы нормативных методов оценки пожаровзрывобезопасности объектов трубопроводного транспорта и хранения нефтепродуктов // Пожаровзрывобезопасность. – 2005. – №5. – С. 55-60.
2. Бард В.А., Кузин А.В. Предупреждение аварий в нефтеперерабатывающих и нефтехимических производствах. М.: Химия, 1989 - 356 с.
3. Аксенов С.Г., Елизарьев А.Н., Манякова Г.М., Габдулхаков Р.Р., Кияшко Л.Ю., Акшенцев В.В. РАЗВИТИЕ МЕТОДИЧЕСКИХ ОСНОВ ОЦЕНКИ РИСКА ЧС В РЕЗЕРВУАРНЫХ ПАРКАХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДОВ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА // Успехи современного естествознания. – 2016. – № 2. – С. 131-136/

Платонова А.С. , Нафикова Э.В.

*ФГБОУ ВО Уфимский государственный авиационный технический университет, г. Уфа, Российская Федерация*

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОВЫХ ВОЛН ТЕМПЕРАТУРЫ НА ИЗОБАРИЧЕСКОЙ ПОВЕРХНОСТИ АТ-850 гПа**

Для предсказания опасных геоэкологических ситуаций (паводков, пожаров и других чрезвычайных ситуаций (ЧС)), практическую ценность представляет прогнозирование резких изменений температуры воздуха. Для решения этой проблемы важное значение приобретает знание календарных особенностей волн холода и тепла.

Целью исследования является улучшение качества прогнозов, климатических справок на основе исследования изменения температуры на изобарическом уровне АТ-850 гПа за многолетний период (1957-2008гг.). Исследования проводились по данным температуры территории Республики Башкортостан.

Актуальность работы состоит в том, что во всем мире наблюдается повышенный интерес со стороны общественности к изменениям температурных параметров для прогноза геоэкологических ситуаций, а также возможности детализировать возможные прогнозы, что особенно трудно из-за

местных особенностей зоны Предуралья, где расположена Республика Башкортостан. По данным Баш УГМС по РБ резкие изменения температуры, как правило, связаны с интенсивными и продолжительными волнами тепла и холода.

Для выявления волн холода и тепла путем вычисления многолетней средней суточной температуры воздуха, определения ее нормы для каждого дня, а также вычисления отклонения средней суточной температуры от нормы данного дня, получен ряд положительных и отрицательных аномалий.

В качестве критерия для определения волн холода и тепла было принято отклонение средней суточной температуры от нормы каждого дня на величину (среднеквадратичное отклонение), существовавшее не менее двух дней подряд. Если две волны холода или тепла разделялись одним днем, в котором отклонение от нормы меньше, то такие случаи считались за одну волну.

Для примера на рис. 1 представлен график, определяющий доверительный интервал расположения волн тепла и холода для температур на изобарической поверхности АТ-850 гПа за 1957-2008гг в г. Уфа.

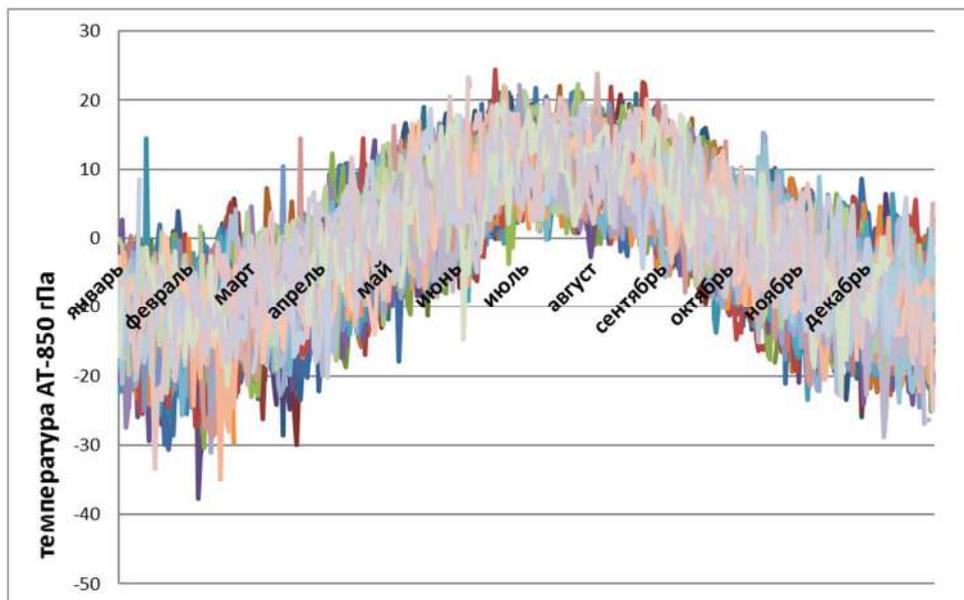


Рисунок 1 - Доверительный интервал температуры на изобарической поверхности АТ-850 гПа в г. Уфа за период 1957-2008гг.

Интервал расположения температуры на изобарической поверхности АТ-850 гПа в г. Уфа за период 1957-2008гг. позволил получить характерные значения (максимальные, средние и минимальные), которые позволяют определять направление и преобладание тепловых волн (рисунок 2).

Изменения температурных параметров на изобарическом уровне АТ-850 гПа на территории Республики Башкортостан позволяют спрогнозировать дальнейшее изменение температуры приземного слоя, вычислив амплитуду колебаний температурных параметров, характерные периоды цикличности и наиболее вероятные значения.

Исследование температурных изменений позволяет прогнозировать экстремальные гидрологические ситуации (паводковую ситуацию, актуальную для весеннего периода в Республике Башкортостан, т.к. таяние льда, снега и промерзлой земли полностью зависит от температурных изменений и маловодье), возможное количество осадков для планирования агротехнических мероприятий и определить пожарную опасность для Республики Башкортостан.

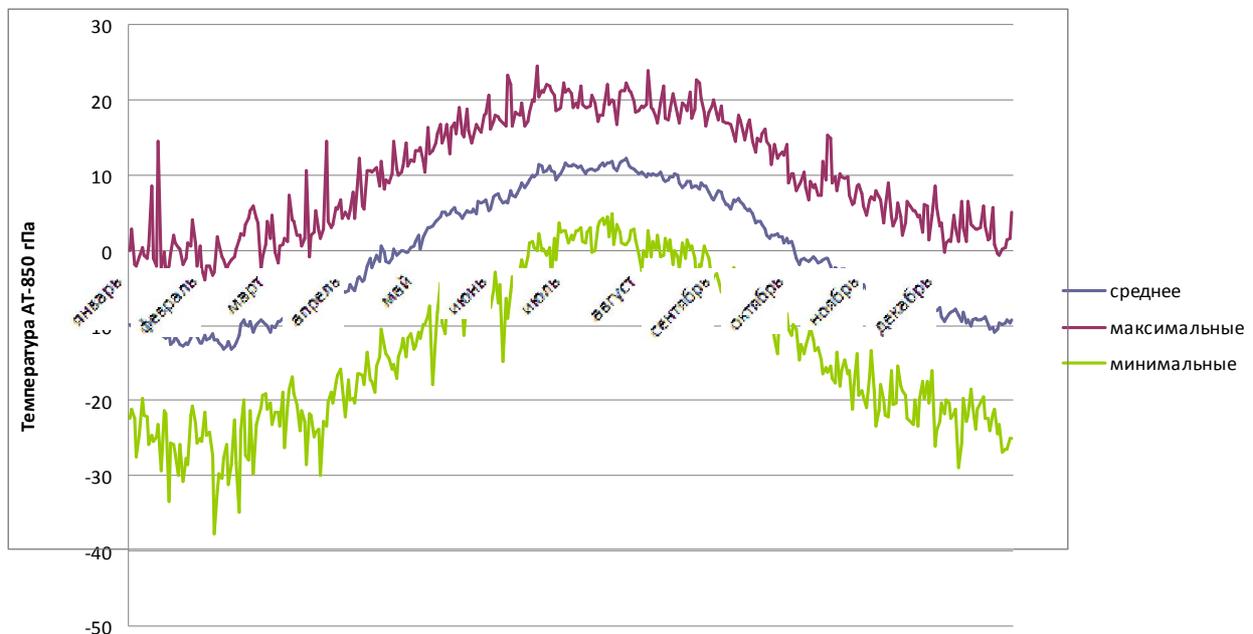


Рисунок 2 - Характерные значения (максимальные, средние и минимальные) температуры на изобарической поверхности АТ-850 гПа в г. Уфа за период 1957-2008гг.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Температура на изобарической поверхности АТ-850 гПа в г.Уфа – БашУГМС. – 1957-2008гг. [эл.]
2. Красногорская, Н.Н., Геоэкологическая оценка и прогнозирование опасных природно-техногенных процессов на водосборе реки / Н.Н. Красногорская, Э.В. Нафикова. – Москва: Изд-во Инновационное машиностроение, 2015. – 242 с.

Софронов В.В., Кочергин А.И., Козловский В.В., Гусев О.В.

*ФГКВООУ ВО «Военная академия РХБ защиты имени С.К. Тимошенко»*

*г. Кострома, Российская Федерация*

**НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ВЫЯВЛЕНИЯ И ОЦЕНКИ  
ОБСТАНОВКИ ПРИ АВАРИЯХ НА РАДИАЦИОННО И ХИМИЧЕСКИ  
ОПАСНЫХ ОБЪЕКТАХ**

Человечество перешло на абсолютно новый исторический этап технического прогресса – к использованию фундаментальных природных закономерностей на уровне микромира атомов и наночастиц. Этот уровень пронизывает всю техногенную сферу деятельности человека. Происходит глобализация способов, устройств и методов воздействия человека на окружающую нас природу. Мы наблюдаем как всплеск выдающихся достижений, так и негативные последствия нашей деятельности. В первую очередь это относится к чрезвычайным ситуациям на опасных предприятиях, которыми являются радиационно и химически опасные объекты. Для ликвидации последствий таких ЧП, необходимо оперативное выявление и оценка возникшей обстановки.

Остановимся отдельно на процедуре выявления и оценки обстановки на ядерном объекте и на – химическом.

Освоению нового неизбежно сопутствует определенный риск опасности.

Уровень и характер риска при создании и эксплуатации ядерных объектов определяется специфическими факторами.

Рассматривая проблему радиационной опасности, необходимо помнить, что радиация является одним из постоянно присутствующих в природе факторов среды, определяющих жизнь биосферы, экосистем и человека. В той же мере человек не может жить в абсолютной тишине, в отсутствии электромагнитного поля, пить дистиллированную воду и т.д. **Проблема** защиты связана лишь с **необходимостью** идентификации превышения уровней излучений по **сравнению** с нормой и выработки эффективных способов предотвращения опасности.

Для этого современный человек должен обладать знаниями и сознавать свою ответственность в деятельности на благо прогресса.

На заре атомной эры выдающиеся родоначальники первых проектов уделяли специфическим вопросам безопасности первостепенное внимание. Именно поэтому при создании первой организации атомной отрасли, ныне ставшем Институтом атомной энергии Российской Академии наук, одним из первых было создано направление медико-биологического обеспечения работ.

Следует отметить требования лично И.В. Курчатова по исключению опасных ситуаций как в работах системы предприятий топливно-энергетического цикла, так и при испытаниях ядерного оружия. Необоснованное избыточное облучение не допускалось. Подобные факты, которые порой сопутствовали энтузиазму специалистов, отмечались как серьезные нарушения и наказывались вплоть до отстранения от работы.

Главными источниками ионизирующих излучений и радиоактивного загрязнения (заражения) являются предприятия ядерного топливного цикла: атомные станции (реакторы, хранилища отработанного ядерного топлива, хранилища отходов), предприятия по изготовлению ядерного топлива (урановые рудники и гидрометаллургические заводы, предприятия по

обогащению урана и изготовлению ТВЭЛов); предприятия по переработке и захоронению радиоактивных отходов (радиохимические заводы, хранилища радиоактивных отходов).

Основными процедурами анализа радиационной опасности являются выявление и оценка радиационной обстановки (РО).

*Выявление РО* – определение масштабов и степени радиоактивного загрязнения местности и приземного слоя воздуха.

Выявление РО предусматривает:

- определение пространственного положения и размеров зон радиоактивного загрязнения;
- определение интенсивности возникающих радиационных факторов и их изменения во времени;
- воспроизведение полученных результатов на тех или иных устройствах отображения информации (дисплеи ЭВМ, карты, планшеты).

*Оценка РО* включает:

- систематизацию и анализ полученной информации о пространственно-временных характеристиках радиоактивного загрязнения окружающей среды;
- оценку степени превышения установленных допустимых норм по радиационным факторам;
- оценку предполагаемых вариантов действий, направленных на нормализацию РО (исключение или снижение радиационного воздействия на окружающую среду и людей, обеспечение приемлемого радиационного риска и т.д.).

Целью оценки радиационной обстановки является:

Определение степени влияния радиационной обстановки на проводимые мероприятия.

Определение оптимальных вариантов действий служб (проведения работ по ликвидации последствий радиационной аварии) на радиоактивно

загрязненной местности.

Оперативное выявление и оценка радиационной обстановки в зависимости от характера и объема исходной информации, осуществляется расчетным методом (методом прогноза), затем уточняется на основании данных, полученных при фактических измерениях мощности дозы излучения на загрязненной местности (по данным радиационной разведки).

Процесс выявления и оценки РО, является непрерывным по времени, т.е. должен проводиться, как при нормальном функционировании радиационно опасных объектов, так и при возникновении аварийных ситуаций.

Организация контроля развития аварийной ситуации, планирование и выполнение мероприятий по локализации и ликвидации последствий должны выполняться, исходя из требований безопасности с учетом этапов угроз ЧС и их динамики. Система мероприятий для задач ликвидации последствий радиационных аварий осуществляется на общей основе предупреждения, предотвращения и максимального сокращения ущербов при чрезвычайных ситуациях.

Авария на ядерном объекте неизбежно сопряжена с серьезным воздействием на окружающую среду. Под воздействием факторов аварии оказываются объекты и производства, которые должны быть защищены и в кратчайшие сроки восстановлены для работы по штатному назначению.

Восстановление выполняется в рамках государственной системы ликвидации чрезвычайных ситуаций с привлечением необходимых сил и средств. В работе по ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС принимали участие тысячи специалистов и техника самого разного назначения. Исходя из специфики специализации и квалификации, значительный объем работ выполнялся силами и средствами войск радиационной, химической и биологической защиты.

Исходя из основополагающих принципов обеспечения безопасности,

необходимым условием эффективности работ является готовность объектов к возможным нештатным или аварийным ситуациям. Контроль и ликвидация последствий должны рассматриваться в системе всей динамики мер по предупреждению аварийных ситуаций, готовности к ним и дальнейших действий в случае аварии.

Обратимся теперь к химически опасным объектам (ХОО). Анализ имевших место аварийных ситуаций показывает, что объекты с химически опасными компонентами могут быть источниками следующих аварийных ситуаций: залповых выбросов в атмосферу или сброса в водоемы; «химического пожара» с поступлением токсичных веществ в окружающую среду; разрушительных взрывов; заражения объектов и местности в очаге аварии и на следе распространения облака.

Основными причинами аварий, происходящих на предприятиях химической промышленности, явились: неудовлетворительное техническое состояние оборудования (46 %), нарушение требований организации опасных работ и недостаточное соблюдение технологической дисциплины (31 %), превышение нормативных запасов и др. Каждые сутки в мире регистрируют около 20 химических аварий.

В результате аварии на химически опасном объекте возникает очаг химического заражения, на котором могут возникать массовые поражения людей.

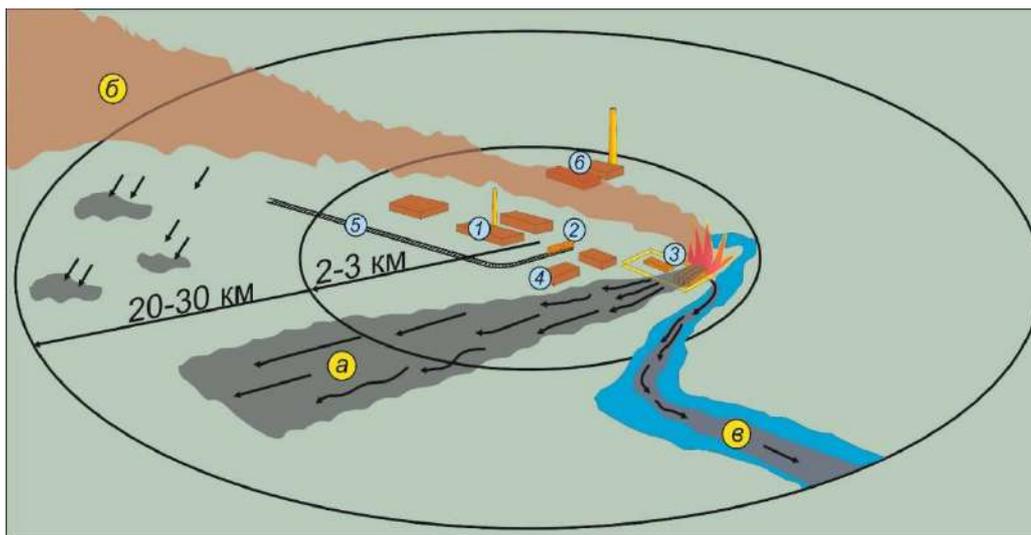
Зона заражения аварийно химически опасными веществами (АХОВ) отличается большой подвижностью границ и изменчивостью концентрации. Практически в любой части зоны химического заражения (ЗХЗ) могут произойти поражения людей.

Глубина распространения зараженного воздуха зависит от количества выброса АХОВ и условий формирования ЗХЗ – скорости ветра, степени устойчивости воздуха. Наиболее благоприятными условиями формирования

зоны максимальных размеров являются инверсионные токи воздуха при скорости ветра 3-4 м/с.

Продолжительность поражающего действия АХОВ в зоне зависит от его свойств, температуры воздуха и почвы, определяющих степень вертикальной устойчивости атмосферы, выпадения осадков.

Принципиальная схема формирования поражающих факторов при аварии на химически опасном объекте приведена на рисунке 1. Объектом аварии выбрано типичное химическое предприятие, к которому относятся и объекты по уничтожению химического оружия (ОУХО). Наиболее опасные элементы объекта № 2, 3 и 5. Произошло разрушение нескольких резервуаров вместимостью 150 т в хранилище жидкого химиката с возникновением пожара на складе.



- 1 – комплекс зданий управления; 2 – пункт налива цистерн жидкими химикатами;  
3 – хранилище жидких химикатов; 4 – хранилище кислот, щелочей и растворителей;  
5 – железнодорожная ветка с пунктом формирования составов с химическими продуктами;  
6 – цех специальных работ

Рисунок 1 – Схема формирования поражающих факторов при аварии на объекте с химически опасными компонентами

Характеристика поражающих факторов:

*а* – при разрушении резервуара образовалось облако зараженного воздуха, которое распространилось по территории завода (до 300 м) и движется

в приземном слое атмосферы по направлению ветра.

б – в результате пожара образовалось дымовое облако, содержащее токсичные продукты, которое может распространиться в приграничном слое атмосферы на значительное расстояние. При взаимодействии с подстилающей поверхностью или с осадками возможно образование «пятен», загрязненных токсичными продуктами термовозгонки.

в – при тушении пожара часть токсичных продуктов попала в реку, и произошло заражение воды по течению.

Одновременно с ростом потенциальной и реальной опасности, связанной с действующими химическими объектами, происходят и серьёзные качественные изменения. Создаются системы автоматизации и контроля процессов и установок. Формируется система техники безопасности, противопожарных мер, санитарии и гигиены. Это, безусловно, привело к уменьшению риска, но не исключило аварии.

Химические предприятия, служащие предметом опасений и страхов общественности, относятся большей частью к типу непрерывных технологий. Тип периодической технологии характерен в настоящее время для малотоннажных производств, выпускающих фармацевтическую продукцию, красители, пестициды, лакокрасочные материалы или резины. Тем не менее, в случае использования высокотоксичных веществ и периодические технологии следует рассматривать как источник химических опасностей. Отдельные промышленные предприятия с периодическими технологиями, производящие лаки или резины, достаточно крупны и могут быть отнесены к категории опасных химических производств из-за возможности возникновения пожаров и взрывов паровых облаков.

Из сказанного следует, что вероятность возникновения неисправности на производственной установке практически не зависит от ее мощности. На протяжении достаточно длительного периода времени интегральная величина

утечек на производственной установке промышленного предприятия вряд ли превысит аналогичный показатель двух одинаковых производственных установок, каждая из которых имеет вдвое меньшую мощность, чем исходная. Однако общественность воспринимает одну большую утечку как более серьезное, более опасное событие, чем несколько мелких (и равных по сумме выброшенных продуктов большей), поскольку одна крупная утечка способна выйти за пределы площадки промышленного предприятия (что может и не произойти в случае нескольких незначительных утечек).

Совокупность результатов воздействия химического заражения на окружающую среду называют последствиями аварии и химического заражения местности. Эти последствия связаны с тремя основными характеристиками химического заражения: масштабом, опасностью и продолжительностью заражения.

Проблемы выявления и оценки химической обстановки при авариях на химически опасных объектах всегда будет привлекать специалистов, обеспечивающих ликвидацию последствий чрезвычайных ситуаций. Связано это с тем, что большие риски и материальные затраты при ликвидации аварий выдвинули на первый план развитие концепции «предвидеть и предупреждать», вместо теории «реагировать и выправлять». Выявлению и оценке реальной обстановки должен предшествовать прогноз. Прогноз же основан на модели состояния объекта при аварии и оценке перспектив развития химической обстановки.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Ядерное разоружение: новые технологии, вооружения и договоры. – М.: РОССПЭН, 2009. – 267 с.
2. Софронов В.В. Защита окружающей среды в чрезвычайных ситуациях. 2-е изд. - Кострома: ВАРХБЗ, 2007. - 124 с.
3. Теоретические основы оценки последствий разрушений (аварий) радиационно и химически опасных объектов. Учебное пособие. – Кострома: ВА РХБЗ, 2013. – 444 с.

Фаттахов В.Р., Наумов В.А.

*ФГБОУ ВО Уфимский государственный авиационный технический университет, Российская Федерация, г. Уфа*

## **ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ КОМПРЕССОРНОЙ СТАНЦИИ НА ПРИМЕРЕ ШАРАНСКОГО ЛИНЕЙНО ПРОИЗВОДСТВЕННОГО УПРАВЛЕНИЯ МАГИСТРАЛЬНЫХ ГАЗОПРОВОДОВ**

Известно, что основная часть газотранспортной системы России была построена в 70–80-е годы прошлого века. К настоящему времени износ основных фондов по линейной части магистральных газопроводов составляет более половины, а точнее — 57,2 % [1].

Большая часть магистральных газопроводов (МГ) имеет под земную конструктивную схему прокладки. На подземные трубопроводы воздействуют коррозионно-активные грунты. Под воздействием коррозионного износа металла уменьшается толщина стенки труб, что в свою очередь может привести к возникновению аварийных ситуаций на линейно производственном управлении магистральных газопроводах (ЛПУМГ) [2].

Безопасность объектов трубопроводного транспорта должна быть максимально высокой для обеспечения надежных бесперебойных поставок углеводородного сырья, а угроза возникновения аварий — минимизирована.

Как правило, большинство дефектов на газопроводах появляется в результате коррозионных и механических повреждений, определение места и характера которых связано с рядом трудностей и большими материальными затратами. Совершенно очевидно, что вскрытие газопровода для его непосредственного визуального обследования экономически неоправданно. К тому же обследовать можно только внешнюю поверхность объекта. Поэтому в

течение последних лет в нашей стране и за рубежом усилия специализированных научно-исследовательских и проектных организаций направлены на решение проблемы определения состояния подземных и надземных промысловых, магистральных нефтепродуктопроводов без их вскрытия. Эта проблема связана с большими техническими трудностями, однако при использовании современных методов и средств измерительной техники она успешно решается [2].

Основные сценарии возможных аварий на газопроводах связаны с разрывом труб на полное сечение и истечением газа в атмосферу в критическом режиме (со скоростью звука) из двух концов газопровода (вверх и вниз по потоку). Протяженность разрыва и вероятность загорания газа имеют определенную связь как с технологическими параметрами трубопровода (его энергетическим потенциалом), так и с характеристиками грунта (плотность, наличие каменистых включений). Для трубопроводов большого диаметра (1200–1400 мм) характерны протяженные разрывы (50–70 м и более) и высокая вероятность загорания газа (0,6–0,7) [2].

Горение газа может протекать в двух основных режимах. Первый из них предстает, как правило, в виде двух независимых (слабо взаимодействующих) настильных струй пламени с ориентацией, близкой к оси газопровода. Это характерно в основном для трубопроводов большого диаметра (режим «струйного» пламени). Ко второму следует отнести результирующий (по расходу газа) столб огня с близкой к вертикальной ориентацией (горение «в котловане»). Данный режим горения газа более характерен для трубопроводов относительно малого диаметра [3].

На рисунке 1 представлено суммарное распределение причин аварий на магистральных газопроводах по данным Ростехнадзора за 2005–2013 гг.

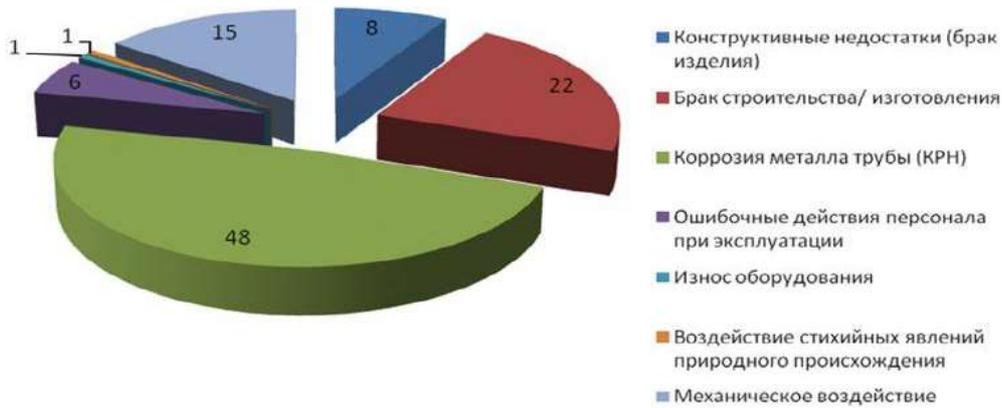


Рисунок 1 - Суммарное распределение причин аварий на магистральных газопроводах по данным Ростехнадзора за 2005–2013 гг [3]

Количество природного газа, способного участвовать в аварии, зависит от диаметра газопровода, рабочего давления, места разрыва, времени идентификации разрыва, особенностей расстановки и надежности срабатывания линейной арматуры. Согласно статистике, средние потери газа на одну аварию варьируются в диапазоне от двух с половиной до трех миллионов кубометров.

На рисунке 2 представлено распределение аварий на линейной части газопроводов разных диаметров по причинам их возникновения.

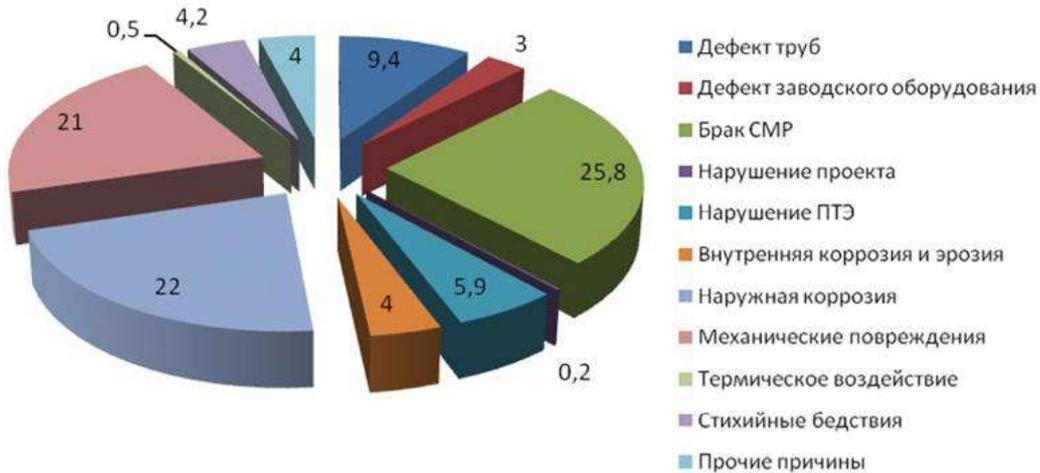


Рисунок 2 - Распределение аварий на линейной части газопроводов разных диаметров по причинам их возникновения [3]

Из вышеприведенных данных видно, что наибольшее число аварий на линейной части МГ происходило вследствие наружной и внутренней коррозии (26 %), брака строительно-монтажных работ (25,8 %) и механических повреждений (21 %) [3].

Газотурбинный двигатель АЛ-31СТ предназначен для привода нагнетателя в газоперекачивающих агрегатах мощностью 16 МВт при строительстве новых компрессорных станций, а также для замены двигателей на более экономичные и экологически чистые при проведении реновации, модернизации и реконструкции действующих газоперекачивающих агрегатов. На рисунке 3 представлена схема двигателя АЛ-31СТ [4].

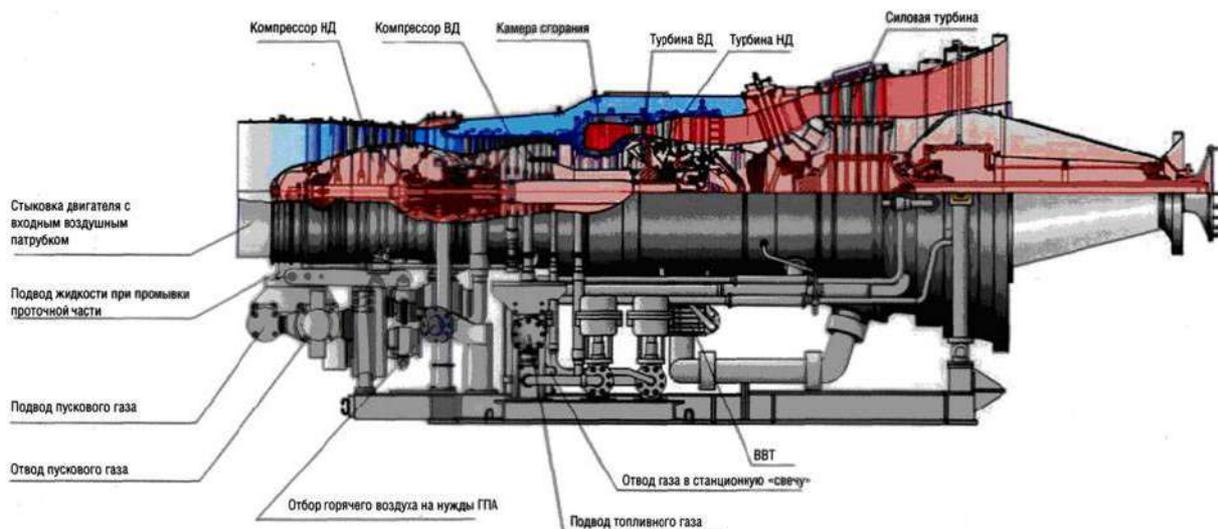


Рисунок 3 - Схема двигателя АЛ-31СТ [4]

Для увеличения надежности функционирования компрессорной станции на Шаранском ЛПУМГ, так как исходя из статистики основной причиной аварий на данном объекте является внутренняя коррозия оборудования, предлагается, на смену отработавшему назначенный ресурс газоперекачивающих установок ГПУ-10, использовать современный агрегат с приводным двигателем АЛ-31СТ [5], достигнутая надежность которого, а также

высокие технико-экономические характеристики, заложенные при его проектировании, позволят обеспечить необходимый безопасной уровень эксплуатации, соответствующий современным требованиям.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Промышленная безопасность и надежность магистральных трубопроводов / Под ред. А.И. Владимирова, В.Я. Кершенбаума. – М.: Национальный институт нефти и газа, 2009. 696с.
2. Лисанов М.В., Савина А.В., Дегтярев Д.В. и др. Анализ Российских и зарубежных данных по аварийности на объектах трубопроводного транспорта //Безопасность труда в промышленности. 2010. № 7 С. 16-22.
3. Материалы ежегодных отчетов о деятельности Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору за 2004-2014 года [Электронный ресурс] – URL.: [http://www.gosnadzor.ru/public/annual\\_reports/](http://www.gosnadzor.ru/public/annual_reports/) (Дата обращения 30.03.2017).
4. Технические характеристики двигателя АЛ-31СТ [Электронный ресурс] // Газпром трансгаз Уфа – URL.: <http://www.turbinist.ru/144-texnicheskie-xarakteristiki-dvigatelya-al-31st.html> (Дата обращения: 21.04.2017).
5. Корпоративный журнал ОАО «ГАЗПРОМ». Июль-Август 2014 г.

Тимофеева С.С.<sup>1</sup>, Гармышев В.В.<sup>1</sup>

*ФГБОУ ВО Иркутский национальный исследовательский технический университет г. Иркутск, Российская Федерация*

### **ЭМИССИЯ ТОКСИЧНЫХ ВЕЩЕСТВ В АТМОСФЕРУ ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ ПРИ ПОЖАРАХ НА ОБЪЕКТАХ ТЕХНОСФЕРЫ**

В настоящее время пожары стали одним из наиболее часто реализуемых событий, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду. Они относятся к неорганизованным и залповым загрязнителям атмосферы, гидросферы, почвы. При пожарах на объектах техносферы в окружающую среду выбрасывается более 150 видов химических веществ, среди которых такие высокоопасные как соли и оксиды тяжелых металлов, альдегиды, бензол и его гомологи, полиароматические соединения (ПАУ), диоксины. Так,

диоксины, ПАУ и другие способны вызывать онкологические заболевания у людей, а оксиды серы – гибель растительности. Наиболее опасные ситуации, связанные с воздействием на окружающую среду, возникают на пожарах при разливах ЛВЖ и ГЖ на нефтебазах (в резервуарах и обваловании и за его пределами), транспортных средствах, на химических предприятиях и других объектах техносферы. В прямой зависимости от вида пожара находится загрязнение почвы и водоемов огнетушащими пенами, пролитой на тушении водой, самими горючими веществами, например, нефтью при разливе горючих жидкостей (ГЖ). Вода, используемая при тушении, может содержать антипирены и продукты пиролиза горючих материалов. Эти вещества во время тушения могут попадать в водоемы через системы ливневой канализации, из грунтовых вод, а также при поглощении водной поверхностью из воздуха. В частности, на примере пожара на нефтехимическом предприятии в городе Ангарске, доказан конвективный перенос продуктов горения по долине реки Ангары и их поглощение водной поверхностью озера Байкал. Многие токсичные вещества, например, тяжелые металлы, диоксины, попавшие в воду или на почву, обладают способностью накапливаться в организмах рыб, птиц и в дальнейшем по пищевой цепи попадают в организм человека. В частности установлено, что после массовых лесных пожаров на побережье оз. Байкал в 2015 году в воде озера осенью 2016 года отмечено резкое увеличение содержания ПАУ до 120 нг/дм<sup>3</sup> при фоновых концентрациях 1,5 нг/дм<sup>3</sup> [1].

Ранее нами разработана методика оценки неучтенной экологической нагрузки, создаваемой пожарами [2] и в настоящей работе определена масса токсичных веществ, поступивших в атмосферу Иркутской области в результате пожаров на объектах техносферы.

Многолетний опыт исследования реальных пожаров показывает, что в некоторых типах помещений возгорания возникают чаще, да и тушить их сложнее. Пожары в таких помещениях всегда приводят к более трагическим

Секция 3: Прогнозирование и предупреждение чрезвычайных ситуаций последствиям и серьезным разрушениям. Например, бороться с пожаром на складе автомобильных шин будет намного тяжелее, чем с возгоранием в одноэтажном офисном здании.

На основе статистической информации о пожарах и протоколов пожарно-технической экспертизы рассчитали массу сгоревших материалов и количество токсичных веществ, поступивших в атмосферу (табл.1-3)

Таблица 1

Количество токсичных веществ, выделяющихся в атмосферу при пожарах на объектах техносферы при сгорании строительных конструкций из древесины в Иркутской области

<b>Загрязняющее вещество</b>	<b>Масса выбросов, т/год</b>	<b>Загрязняющее вещество</b>	<b>Масса выбросов, т/год</b>
Бензол	27,415	Сажа	1718,345
Толуол	0,913	Дым (ультрадисперсные частицы)	8591,725
Пропиловый спирт	7,029	Диоксид углерода	14684,039
Акролеин	13,707	Диоксид серы	0,016
Ацетон	36,554	Сероводород	0,156
Ацетальдегид	301,569	Формальдегид	0,156
Оксид углерода	182,769	Цианистый водород	0,156
Крезол	0,773	Бенз(а)пирен	0,155
Пропилен	0,703	Пятиокись валадия	0,0000001
Ксилол	0,843	Диоксид азота	170,272
Бутилен	0,703	Оксид азота	632,663
Алиловый спирт	0,703	Уксусная кислота	0,156

Количество токсичных веществ, выделяемых в результате пожаров на объектах техносферы в Иркутской области при сгорании конструктивных и отделочных материалов на основе поливинилхлорида

Загрязняющее вещество	Масса выбросов, т/год	Загрязняющее вещество	Масса выбросов, т/год
Бензол	82,060	Сажа	162733,708
Толуол	0,035	Дым (ультрадисперсные частицы)	813668,542
Винилхлорид	1,173	Диоксид углерода	0,446
Оксид углерода	0,257	Хлористый водород	82,060
Ксилол	0,033	Толуиленидиизоцианат	98084,044
Фосген	0,003	Хлор	0,027
Нафталин	9,601	Уксусная кислота	0,027
Стирол	1,422		

Таблица 3

Количество токсичных веществ, выделяемых в результате сгорания синтетических тканей, изделий при пожарах на объектах техносферы в Иркутской области

Загрязняющее вещество	Масса выбросов, т/год	Загрязняющее вещество	Масса выбросов, т/год
Бензол	2,515	Сажа	0,002
Толуол	0,002	Дым (ультрадисперсные частицы)	0,011
Сероводород	0,126	Диоксид углерода	0,195
Аммиак	0,002	Пиридин	0,0002
Ацетон	0,050	Фенол	0,377
Ацетальдегид	0,377	Нафталин	0,038
Оксид углерода	0,629	Цианистый водород	1,258
Стирол	0,106	Оксид азота	0,003

Как видно из приведенных данных, в атмосферу региона при залповых выбросах поступает значительное количество токсичных веществ, таких как цианиды, хлористый водород, винилхлорид, фенолы, полиароматические углеводороды. Их концентрации значительно превосходят выбросы от стационарных источников, многие из них не встречаются в стационарных источниках. Необходимо на уровне органов местного самоуправления принять управленческие решения по учету залповых выбросов в качестве параметров загрязнения атмосферы и оценки их вклада в загрязнение озера Байкал.

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:**

1. Изосимова О.Н., Горшков А.Г. Полициклические ароматические углеводороды в пелагиали озера Байкал/ экологический риск Материалы IV Всерос. Научной конф. – Иркутск: Иркутск: Изд-во Института географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, 2017.- с.257-259.
2. Тимофеева С.С., Гармышев В.В. Методика оценки неучтенной экологической нагрузки на атмосферу, создаваемую пожарами в Иркутской области//Вестник Забайкальского университета, 2016.т.22,31.с.48-56.

Хажиева Э.М., Аширова А.Д., Перминов В.П.

*ФГБОУ ВО Уфимский государственный авиационный технический университет, г. Уфа, Российская Федерация*

## **МЕТРОПОЛИТЕН: ПОЖАРНАЯ ОПАСНОСТЬ И СИСТЕМЫ ПРОТИВОПОЖАРНОЙ ЗАЩИТЫ**

В связи с наблюдаемым за последние десятилетия колоссальным ростом крупных городов, весьма обострился вопрос об улучшении городских железных дорог. Наиболее эффективным видом транспорта является метрополитен — скоростная городская внеуличная железная дорога с курсирующими на ней маршрутными поездами для перевозки пассажиров.

Метрополитеном называют вид городского скоростного внеуличного

железнодорожного транспорта, линии которого прокладываются в подземных тоннелях, по поверхности земли и на эстакадах. От других видов городского пассажирского транспорта метрополитен отличается высокой скоростью и регулярностью движения маршрутных поездов, а также большой провозной способностью. В комплекс сооружений, устройств и оборудования метрополитена входят: путь и путевое хозяйство, тоннели, подвижной состав, станционное хозяйство, устройства сигнализации, централизации, блокировки и связи, устройства электроснабжения, эскалаторное хозяйство, устройство тоннельной вентиляции, водоснабжения, отопления, водоотвода, канализации, восстановительные и противопожарные средства.

Отечественный и зарубежный опыт эксплуатации метрополитенов свидетельствует об их высокой пожарной опасности. Пожары в подземных помещениях характеризуются массовым пребыванием людей, выделением лучистой теплоты и дыма, которые усиливаются из-за плохой вентиляции и высокой плотности движения. И это усложняет процесс тушения пожара. Вопросы противопожарной защиты метрополитена – становятся важной и актуальной задачей [1].

По статистике за последние четыре года в Московском метрополитене произошло семь крупных пожаров. Основной причиной возгораний явилась техническая неисправность электрооборудования.

В 2013 году между станциями «Библиотека имени Ленина» и «Охотный ряд» загорелся силовой кабель, так же в этот год на Таганско-Краснопресненской линии произошло замыкание и возгорание контактного рельса. Пострадало три человека, около 300 были эвакуированы. А в 2012 году на станции "Беляево" Калужско-Рижской линии произошло возгорание вагона, причиной ЧП стало воспламенение кабеля под одним из вагонов, площадь возгорания составила 2 м<sup>2</sup>. [5]

Метрополитен Москвы начал функционировать с 1935 года. За это время

несколько раз менялось законодательство в области пожарной безопасности, ужесточались противопожарные нормы и требования. В связи с чем «Московский метрополитен» в зависимости от требований Правил и норм пожарной безопасности проводил последовательную работу по модернизации противопожарной защиты своих объектов. Были введены все виды пожарных систем - это установки автоматического пожаротушения (АУПТ), автоматической пожарной сигнализации (АУПС), системы оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре (СОУЭ), системы вентиляции и дымоудаления.[2]

Московский метрополитен представляет собой огромное транспортное предприятие с большим парком электроподвижного состава, развитой сетью подземных путей сообщений, электрических коммуникаций, станций. Огромный пассажиропоток предопределяет в свою очередь активное внедрение различных систем раннего обнаружения и оповещения. Это позволяет на ранних этапах обнаруживать места возгораний, своевременно ликвидировать пожар, практически без материального ущерба, избежать гибель и травмирование людей. Этой системой оснащаются наиболее загруженные пассажиропотоками места, пожароопасные зоны метрополитена: эскалаторные наклоны, кабельные коллекторы, электрические подстанции.

Электроподвижной состав метрополитена является основным средством перевозки пассажиров. «Московский метрополитен» ежедневно выводит на линии около пяти тысяч вагонов. Эксплуатируются как вагоны старых образцов, так и самые современные вагоны. Современный подвижной состав оснащен автоматической системой обнаружения и тушения пожаров. До этого, пожароопасные отсеки вагонов оснащали простыми пожарными извещателями и самосрабатывающими огнетушителями ОСП-1 и ОСП-2, которые приводились в действие при температуре 100°C. На смену самосрабатывающим огнетушителям ОСП пришли импульсные модули

порошкового пожаротушения, такие как МПП «Буран-0,3» и «Буран-0,5».[2] Данные модули были удобными для ликвидации огня в помещениях ограниченного объема, например в каюте машиниста тепловоза. В отличие от обычного огнетушителя МПП «Буран-0,3» имеет специальный рассекатель производящий увеличенный объем порошковой массы во время работы.

Наличие электрического активатора в устройстве позволяет внедрение данного модуля в целую систему противопожарных средств. Получив направленный конкретно на данный модуль сигнал, он приступает к действию, независимо от работы прочих модулей.

Таким образом, составляя различные варианты задействования устройств, можно добиться 100% защиты подведомственной территории. Подключив часть модулей к центральному управлению, а часть оставив на автомате можно с успехом дублировать сигнал.

В настоящее время электроподвижные составы оснащаются новейшими моделями автоматической системы обнаружения и тушения пожаров (АСОТП) различных модификаций - «Игла-М5.К-Т», «Игла-М.5К» [2]. Эти системы предназначены для обнаружения, тушения и контроля за эффективностью тушения пожаров в защищаемых объемах вагонов подвижного состава метрополитена. Система тушит пожары твердых горючих материалов, горючих жидкостей и электрооборудования, находящегося под напряжением до 5000 вольт. В пожароопасных защищаемых объемах вагона устанавливаются тепловые извещатели и модули порошкового тушения (исполнительные средства тушения).

В системе применяются тепловые извещатели, использующие в качестве термочувствительного элемента батарею из последовательно соединенных термопар. При увеличении температуры в защищаемом отсеке выше  $72^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$  и/или скорости роста более  $5^{\circ}\text{C}/\text{сек.}$  в кабине машиниста срабатывает световая и звуковая сигнализация. На дисплее Центрального Блока Контроля

и Индикации (ЦБКИ) высвечивается информация о месте возникновения возгорания — номер вагона и наименование защищаемого отсека, в котором происходит рост температуры. Системой АСОТП «Игла» оборудовано почти 100% подвижного состава Московского метрополитена.

Основными отличиями АСОТП "Игла-М" являются:

- полная диагностика всех компонентов системы при ее включении;
- хранение информации обо всех изменениях состояния системы в энергонезависимой памяти с привязкой к реальному времени возникновения события;
- возможность отмены команды на разбор схемы цепей управления аварийного вагона непосредственно из кабины машиниста;
- отображение текущей информации на ЖК-мониторе, возможность ее просмотра без применения специализированного оборудования.
- более современная элементная база обеспечивает высокую надежность узлов и компонентов системы.

В качестве огнетушащего вещества в подвижных составах рационально использовать жидкость. Она эффективна при тушении пожаров классов А и В, и что немаловажно, безопасна для пассажиров. Из анализа имеющихся за рубежом систем жидкостного тушения, смонтированных на вагонах метрополитенов, следует, что наиболее эффективной системой является использование тонкораспыленной воды по технологии HI-FOG.

Технология HI-FOG заключается в ликвидации очага возгорания с помощью высокоскоростных струй тонкораспыленной воды. Распыленная вода имеет скорость подачи более 70 м/с на срезе сопла, а средний диаметр капли менее 100 мкм. Следовательно, тонкораспыленная вода моментально проникает в очаг пожара и эффективно охлаждает окружающий воздух и конструкции, снижает количество дыма, подавляет огонь, не давая ему распространиться.

Подача тонкораспыленной жидкости осуществляется из спринклеров по принципу «снизу-сбоку-вверх». Спринклеры, которые активизируются от тепла, выделяют быстродействующий водяной туман. Водяной туман состоящий из очень большого количества капель микроскопического размера, занимает большие объемы смачивая и охлаждая все имеющиеся поверхности. Механизм тушения прост: водяной туман контактирует с огнем, быстро испаряется, моментально охлаждает пламя и окружающее пространство. [3]

В типичную систему HI-FOG для подземных станций входит: насосный агрегат высокого давления, форсунки или спринклеры, трубопровод из нержавеющей стали (12 мм - 38 мм), секционные клапаны, устройства для водоснабжения, автоматическая система пожаробнаружения.

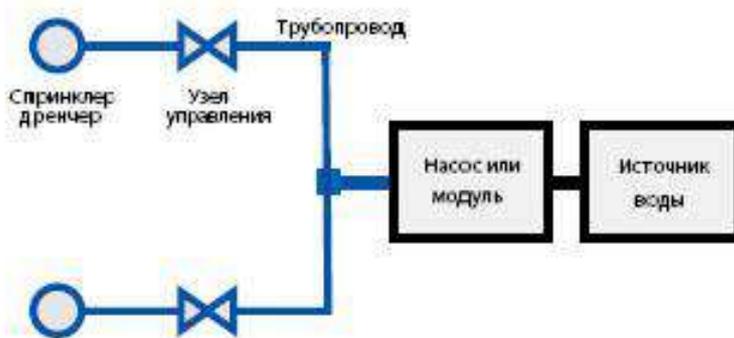


Рисунок 1 - Типовая установка HI-FOG

Если в поезде метро начинается пожар, согласно стандартной процедуре поезд должен продолжить движение до следующей станции для эвакуации пассажиров и аварийного технического обслуживания. Когда поезд прибывает на станцию, трубопровод HI-FOG, который находится на борту поезда, подсоединяется для активации к системе HI-FOG, установленной на станции. Такое сочетание противопожарной защиты станции и поезда позволяет снизить общие системные расходы и повысить уровень пожарной безопасности. Анализ имеющихся за рубежом систем жидкостного тушения, смонтированных на вагонах метрополитена, указывает на эффективность тонкораспыленной воды. Так, в системе HI FOG применяемая тонкораспыленная вода, которая подается

из потолочных насадков (сверху вниз) при давлении в диапазоне 10-20 МПа, хранится в одной емкости вместимостью ~100 л.[3]

Эта технология дорогостоящая, однако экономический эффект от ее использования ощущается при ликвидации пожаров при сравнении с обычной спринклерной системой, АСОТП «Игла», импульсными модулями порошкового пожаротушения МПП «Буран-0,3». Высокая скорость срабатывания, возможность тушения ЛВЖ и ГЖ, силовых установок под напряжением, высокая проникающая способность, высокий охлаждающий эффект водяного тумана, позволяющий эвакуировать людей, находящихся в помещении, использование чистой воды без химических добавок, минимальный ущерб от воздействия воды, минимальная потребность в воде делают незаменимыми системы тушения тонкораспыленной водой в метрополитенах.

– в условиях замкнутого пространства, крайне ограниченных возможностей дымоудаления, дефицита огнетушащих средств, сложностей эвакуации людей, развертывания сил и средств, быстрого распространения раскаленного воздуха и продуктов горения.

В настоящее время в метрополитенах России система тушения тонкораспыленной водой не используется. Широкое применение получила автоматическая система обнаружения и тушения пожаров (АСОТП) «Игла» различных модификаций. Система NI-FOG получила наибольшее распространение в подземках Барселоны, Бильбао, Лондона, Мадрида, Пальмаде-Мальорка.[3] Однако эта система имеет и недостатки, связано это с дорогостоящей водоподготовкой, к которой предъявляются совершенно другие, более высокие требования по сравнению с обычными способами водяного пожаротушения, более дорогостоящими материалами для изготовления оборудования для получения ТРВ, высокими требованиями к условиям эксплуатации систем, при соблюдении которых может быть обеспечена их работа. Применение ТРВ недостаточно эффективно для тушения материалов,

склонных к тлению. Применение ТРВ так же сдерживается отсутствием в федеральных нормативных документах требований к установкам пожаротушения тонкораспыленной водой по интенсивности орошения (л/с м<sup>2</sup>) и времени подачи огнетушащего вещества, это не позволяет разрабатывать типовые проектные решения для защиты объектов.

Таким образом, противопожарная защита метрополитена остается важной и актуальной задачей. Она может быть достигнута путем:

- повышения надежности электротехнических узлов подвагонного оборудования;
- совершенствования электрических схем и их защиты на вагонах;
- применением в электрических схемах кабелей с оболочкой, не распространяющей горение;
- уменьшением пожарной нагрузки в конструкции вагонов;
- применением высокоэффективных систем противопожарной защиты (автоматических систем тушения пожаров), использующих принципы - "не навреди пассажирам" и позволяющих тушить пожары классов А и В.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. НПБ 109-96 "Вагоны метрополитена. Противопожарные требования"-Введ. 1997.01.01 -М.: Изд-во ГУГПС,1997.
2. АСОТП «Игла»- надежная защита от пожаров в метро [Электронный ресурс],- <http://epotos-k.ru/asotp-igla/> (Дата обращения:19.11.2016)
3. Технология HI-FOG® для подземных станций [Электронный ресурс,-] [http://www.marioff.com/sites/default/files/brochures/2205a-ru\\_hi-fog-for-underground-stations\\_lth-baas.pdf](http://www.marioff.com/sites/default/files/brochures/2205a-ru_hi-fog-for-underground-stations_lth-baas.pdf). (Дата обращения: 20.11.2016)
4. В.П. Прохоров. «Пожарная безопасность пассажирских перевозок на электроподвижном составе Московского метрополитена» [Электронный ресурс],- [http://www.secuteck.ru/articles2/sr\\_ob\\_poj\\_bez/pozharnaya-bezopasnost-passazhirskih-perevozok-na-elektropodvizhnom-sostave-moskovskogo-metro](http://www.secuteck.ru/articles2/sr_ob_poj_bez/pozharnaya-bezopasnost-passazhirskih-perevozok-na-elektropodvizhnom-sostave-moskovskogo-metro) (Дата обращения:20.11.2016)
5. Аварии и теракты в Московском метрополитене [Электронный ресурс], [https://ru.wikipedia.org/wiki/Аварии\\_и\\_теракты\\_в\\_Московском\\_метрополитене](https://ru.wikipedia.org/wiki/Аварии_и_теракты_в_Московском_метрополитене) (Дата обращения:19.11.2016).

*Научное издание*

НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО  
В РЕШЕНИИ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ  
(ЭКОЛОГИЯ-2017)

*XIII Международная научно-техническая конференция*

ТОМ - I

Подписано в печать 02.06.2017. Формат 60×84 1/16  
Бумага офсетная. Печать плоская. Гарнитура Times New Roman Сур.  
Усл. печ. л. 20,9. Уч.-изд. л. 11,6.  
Тираж 50 экз. Заказ № 86

ООО «Первая типография»  
450015, г. Уфа, ул. К. Маркса, д. 65.

Отпечатано с готового оригинал-макета  
Тел. +7(347) 266-10-69, email: [ufaprint.net@gmail.com](mailto:ufaprint.net@gmail.com)  
<https://ufaprint.net>

