

*XI Международная  
научно-техническая конференция*

**«НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ,  
ПРОИЗВОДСТВО В РЕШЕНИИ  
ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ»  
(ЭКОЛОГИЯ – 2014)**

*XI International scientific-and-technical conference*

**“SCIENCE, EDUCATION, PRODUCTION  
IN SOLVING ENVIRONMENTAL PROBLEMS”  
(ECOLOGY-2014)**



**Уфа / Ufa – 2014**





ФГБОУ ВПО УФИМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АВИАЦИОННЫЙ  
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
(УГАТУ, УФА, РОССИЯ)

ОБЩЕСТВЕННЫЙ СОВЕТ БАЗОВОЙ ОРГАНИЗАЦИИ ПО ЭКОЛОГИЧЕСКОМУ  
ОБРАЗОВАНИЮ ГОСУДАРСТВ УЧАСТНИКОВ СНГ

МЕЖДУНАРОДНЫЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМЕНИ А.Д.САХАРОВА (МГЭУ, МИНСК,  
РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ)

ГУП НИИ БЕЗОПАСНОСТИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН

НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ СОВЕТ  
ПО БЕЗОПАСНОСТИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРИВОЛЖСКОГО РЕГИОНА  
МИНИСТЕРСТВА ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**XI-я Международная научно-техническая конференция**

**«НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ,  
ПРОИЗВОДСТВО В РЕШЕНИИ  
ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ»  
(ЭКОЛОГИЯ – 2014)**

Сборник научных статей  
международной научно-технической конференции

Уфа – 2014

УДК 570-574  
ББК 26.2

**Наука, образование, производство в решении экологических проблем (Экология-2014): Сборник научных статей XI-й Международной научно-технической конференции. – Уфа: УГАТУ, 2014. –264с.**

**ISBN 978-5-4221-0668-4**

Приводятся научные статьи XI-й Международной научно-технической конференции «Наука, образование, производство в решении экологических проблем (Экология-2014)».

**Организационный комитет:**

**ДЕГТЯРЕВ А.Н.** – и.о. ректора УГАТУ, д.э.н., профессор (г.Уфа, Россия) – председатель;  
**ХАДЫЕВ И.Р.** – министр природопользования и экологии Республики Башкортостан – сопредседатель;  
**КАБАК С.Л.** – и.о. ректора, проректор по научной работе МГЭУ им. А.Д.Сахарова, д.м.н., доцент (г.Минск, Республика Беларусь) – сопредседатель;  
**ТЕЛЯШЕВ Э.Г.** - заслуженный деятель науки Республики Башкортостан, советник Президента РБ по вопросам нефтедобычи, нефтепереработки и нефтехимии, директор ГУП Института нефтехим-переработки, д.т.н., профессор (г.Уфа, Россия) – сопредседатель.

**Члены комитета:**

**ХИСАМУТДИНОВ Р.А.** – и.о. проректора УГАТУ по научной и инновационной деятельности, к.т.н., доцент (г.Уфа, Россия);  
**ЛЕНГФЕЛЬДЕР Э.** – профессор Мюнхенского университета (г.Мюнхен, Германия);  
**КРАСНОГОРСКАЯ Н.Н.** – зав. кафедрой безопасности производства и промышленной экологии УГАТУ, д.т.н., профессор (г.Уфа, Россия);  
**БЕЛАН Л.Н.** – директор ГУП НИИ Безопасности жизнедеятельности Республики Башкортостан, д.г.-м.н. (г.Уфа, Россия);  
**ТУНАКОВА Ю.А.** – зав.кафедрой Общей химии и экологии Казанского национального исследовательского технического университета им.А.Н.Туполева-КАИ, д.х.н., профессор (г.Казань, Россия);  
**САФАРОВА В.И.** – начальник Управления государственного аналитического контроля Министерства природопользования и экологии Республики Башкортостан, д.х.н., профессор (г.Уфа, Россия).

**Ученый секретарь оргкомитета:**

**ЕЛИЗАРЬЕВ А.Н.** – член Общественной палаты РБ, член Совета Русского географического общества в РБ, к.г.н., доцент УГАТУ (г.Уфа, Россия).

**Технический секретарь оргкомитета:**

**КИЯШКО И.Ю.** – к.г.н., ст. преп. кафедры безопасности производства и промышленной экологии УГАТУ (г.Уфа, Россия).

Материалы отпечатаны методом прямого репродуцирования с оригиналов авторских статей.

© Уфимский государственный авиационный  
технический университет, 2014

UFA STATE AVIATION TECHNICAL UNIVERSITY  
(USATU, UFA, RUSSIA)

PUBLIC COUNCIL OF BASE ORGANIZATION ON ECOLOGICAL EDUCATION  
OF CIS-COUNTRIES

INTERNATIONAL STATE ECOLOGICAL A.D. SAKHAROV UNIVERSITY  
(MINSK, REPUBLIC BELARUS)

SUE SRI OF LIFE SAFETY OF BASHKORTOSTAN REPUBLIC

VOLGA REGION SCIENTIFIC-METHODICAL COUNCIL OF LIFE SAFETY UNDER  
THE RUSSIAN MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE

**11<sup>th</sup> International scientific-and-technical conference**

**“SCIENCE, EDUCATION, PRODUCTION  
IN SOLVING ENVIRONMENTAL  
PROBLEMS”  
(ECOLOGY-2014)**

Conference proceedings

Ufa–2014

## **РЕШЕНИЕ**

### **XI МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ «НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО В РЕШЕНИИ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ (ЭКОЛОГИЯ-2014)»**



Участники конференции «Наука, образование, производство в решении экологических проблем (Экология-2014)» считают:

- для решения экологических проблем необходимо тесное сотрудничество органов государственной власти, органов надзора, предприятий, научных учреждений и общественных организаций;

- при подготовке специалистов в области обеспечения техносферной безопасности и рационального использования природных ресурсов необходимы развитие и реализация творческого, научно-образовательного потенциала студентов и преподавателей на основе лучших традиций Российской научной школы с интеграцией в международное образовательно-информационное пространство;

- необходимой интенсификацию сотрудничества мирового сообщества, включая ведущие международные организации, при разработке критериев и индикаторов устойчивого развития для контроля, управления и оценки эффективности процессов обеспечения рационального природопользования.

Участники XI Международной научно-технической конференции «Наука, образование, производство в решении экологических проблем (Экология-2014)» рекомендуют:

- издать и широко растиражировать материалы конференции как на бумажных, так и электронных носителях, в т.ч. выставить материалы на сайт ФГБОУ ВПО УГАТУ;

- в ближайшее время проведение XII Международной конференции «Наука, образование, производство в решении экологических проблем (Экология-2015)».

*Оргкомитет конференции «Экология-2014»*

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ИССЛЕДОВАНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ZIGBEE В УМНОМ ДОМЕ <i>Солянкина К.А., Ганцева Е.М.</i> .....	11
ПОЖАРОТУШЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРНО-АКТИВИРОВАННОЙ ВОДОЙ <i>Альмеева Л.Р., Гареева А.М., Тангатарова К.А., Исаева О.Ю.</i> .....	16
КОНТРОЛЬ ВИРУСНОЙ КОНТАМИНАЦИИ ОБЪЕКТОВ ГОСПИТАЛЬНОЙ СРЕДЫ - КАК ПРОФИЛАКТИЧЕСКАЯ МЕРА ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ МЕДИЦИНЫ <i>Амвросьева Т.В., Казинец О.Н., Поклонская Н.В., Землянский В.А., Кишкурно Е.П.</i> .....	21
ПРОБЛЕМЫ АНАЛИЗА ВОДЫ И ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ПРИ ГАЗОХРОМАТОГРАФИЧЕСКОМ ОПРЕДЕЛЕНИИ ПОЛИХЛОРФЕНОЛОВ <i>Андреев Ю.А., Котова В.Е., Черновьянц М.С.</i> .....	25
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ КАПИТАЛЬНОГО РЕМОНТА МНОГОКВАРТИРНОГО ЖИЛОГО ЗДАНИЯ С НЕТИПОВОЙ КРОВЛЕЙ КАК ПРИМЕР ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ <i>Анисимов М.В.</i> .....	32
НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ УТИЛИЗАЦИИ ФОСФАТНЫХ ШЛАКОВ СИСТЕМ ГАЗООЧИСТКИ ОБЪЕКТОВ ПО УНИЧТОЖЕНИЮ ХИМИЧЕСКОГО ОРУЖИЯ <i>Антошин А.Э., Рейхов Ю.Н., Тугушов К.В., Кочергин А. И.</i> .....	40
АНАЛИЗ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ПОЖАРОВ В МЕСТАХ МАССОВОГО СКОПЛЕНИЯ ЛЮДЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОГРАММЫ STATGRAPHICS 5.0 <i>Ахмеров К.А., Нигматуллина Н.М., Ганцева Е.М.</i> .....	44
ПЕРСПЕКТИВЫ СЕРТИФИКАЦИИ ПРЕДПРИЯТИЯ ПО ISO 14000 <i>Балакирева С.В., Маллябаева М.И.</i> .....	54
ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА В ОБЛАСТИ СПЕЦИАЛЬНЫХ ДИСЦИПЛИН <i>Балакирева С.В., Маллябаева М.И.</i> .....	60
ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ АСФАЛЬТОБЕТОННОГО ЗАВОДА <i>Кусова И.В., Батанина А.В.</i> .....	64

МОДЕЛЬ МОНИТОРИНГА ОТКАЗОВ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ КОНТРОЛЯ И ДИАГНОСТИКИ ГТД ДЛЯ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ НА АВИАЦИОННОМ ТРАНСПОРТЕ <i>Хамитов Д.М., Ганцева Е.М.</i> .....	73
МЕТОДЫ УТИЛИЗАЦИИ ОЗОНОРАЗРУШАЮЩИХ ВЕЩЕСТВ.....	81
<i>Гареева А.М., Тангатарова К.А., Альмеева Л.Р., Исаева О.Ю.</i>	
ВОЗДЕЙСТВИЕ ПОЖАРОВ НА АТМОСФЕРУ <i>Идрисов А.В., Исаева О.Ю.</i> .....	85
ИНФОРМАЦИОННЫЙ МОНИТОРИНГ БЕЗОПАСНОСТИ ХИМИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ <i>Кочергин А.И., Софронов В.В., Козловский В.В., Антошин А.Э.</i> .....	90
ОЦЕНКА РАЗВИТИЯ ПОЖАРА В БИБЛИОТЕКЕ УНИВЕРСИТЕТА <i>Манякова Г.М., Елизарьев А.Н.</i> .....	98
СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА АДСОРБЕНТОВ ДЛЯ ОЧИСТКИ МЕТАЛЛОСодержащих сточных вод <i>Красногорская Н.Н., Мусина С.А., Албогачиева Л.У.</i> .....	104
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СВЕРХВЫСОКОЧАСТОТНОГО ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ СОТОВЫХ ТЕЛЕФОНОВ НА ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА <i>Белозерова Е.А., Нафикова Н.В., Ценарева А.</i> .....	112
ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ НАСЕЛЕНИЯ И ТЕРРИТОРИИ ПРИ ПЕРЕВОЗКЕ АХОВ АВТОМОБИЛЬНЫМ ТРАНСПОРТОМ (НА ПРИМЕРЕ ТРАНСПОРТИРОВКИ АММИАКА) <i>Кострюкова Н.В., Аксенов Д.С., Кислицын М.И.</i> .....	117
СТРАТЕГИЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ УТРАЧЕННЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ МОЩНОСТЕЙ РОССИИ ПО АКТИВНЫМ УГЛЯМ <i>Олонцев В.Ф., Белоусов К.С., Сазонова Е.А.</i> .....	122
МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ШУМОВЫХ ХАРАКТЕРИСТИК МАШИН В ЦЕХОВЫХ УСЛОВИЯХ <i>О.Н. Поболь, Г.И. Фирсов.</i> .....	128
СНИЖЕНИЕ НЕГАТИВНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ПРЕДПРИЯТИЯ ПО ПРОИЗВОДСТВУ МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ И ЧЕЛОВЕКА <i>Рянова Э.Э., Семенова А.Д., Кострюкова Н.В.</i> .....	140
РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ПЕКТИНА ИЗ ОТХОДОВ САХАРНОГО ПРОИЗВОДСТВА <i>Рянова Э.Э., Абдуллина Э.Ф., Кострюкова Н.В.</i> .....	147



РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЙ ПО СНИЖЕНИЮ НЕГАТИВНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ БИОЛОГИЧЕСКИХ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ <i>Кусова И.В., Сатлыкова Д.Х.</i> .....	153
К ВОПРОСУ ОПРЕДЕЛЕНИЯ НЕФТЯНЫХ УГЛЕВОДОРОДОВ В ВОДНЫХ ОБЪЕКТАХ <i>Сатлыкова Д.Х., Хатмуллина Р.М., Сафарова В.И.</i> .....	158
ВОЗДЕЙСТВИЕ ЭЛЕГАЗА И ПРОДУКТОВ ЕГО ТЕРМИЧЕСКОГО РАЗЛОЖЕНИЯ НА ЧЕЛОВЕКА И ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ <i>Сафиуллин Т.Р., Исаева О.Ю.</i> .....	162
ИЗУЧЕНИЕ ФЛУКТУИРУЮЩЕЙ АСИММЕТРИИ ЛИСТЬЕВ БЕРЕЗЫ ПОВИСЛОЙ ( <i>BETULA PENDULA</i> ) ДЛЯ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА СРЕДЫ <i>Кузнецов Т. А., Ганцева Е.М.</i> .....	167
СРАВНЕНИЕ ГАЗОВЫХ ОГНЕТУШАЩИХ ВЕЩЕСТВ ПО ОГНЕТУШАЩЕЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ И ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ <i>Тангатарова К.А., Гареева А.М., Альмеева Л.Р., Исаева О.Ю.</i> .....	175
МЕТОДЫ ЗАЩИТЫ ОТ ПОВЕРХНОСТНЫХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ <i>Терпигорева И.В.</i> .....	181
ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ НА ХАРАКТЕР РАСПРЕДЕЛЕНИЯ АММОНИЙНОЙ ФОРМЫ АЗОТА В ГЕТЕРОГЕННОЙ СРЕДЕ ПОЧВО-ГРУНТОВ <i>Федосеева В. И., Аргунова Н. Г., Федосеев Н. Ф.</i> .....	184
ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКАЯ ОЧИСТКА МЕТАЛЛСОДЕРЖАЩИХ СТОЧНЫХ ВОД НА ПРИМЕРЕ КАТОДНОГО ОСАЖДЕНИЯ МЕДИ НА СТАЛЬНОМ ЭЛЕКТРОДЕ <i>Хакимова М.М., Мусина С.А.</i> .....	193
ПРИМЕНЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДОВ В ЭЛЕМЕНТНОМ АНАЛИЗЕ ВОД ОЗЕР И МОРЕЙ <i>Цыбукова Т.Н., Петрова Е.В., Зейле Л.А, Тихонова О.К.</i> .....	198
ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ФУНКЦИОНИРОВАНИИ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ ГАЛЬВАНИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА <i>Шайбекова А.Ф., Кусова И. В.</i> .....	204
РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ОЧИСТКИ ФИЛЬТРАТА ПОЛИГОНА ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ <i>Кусова И.В., Шарафутдинова А.Р.</i> .....	209
РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЙ ПО СНИЖЕНИЮ НЕГАТИВНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ПОЛИГОНА ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ НА АТМОСФЕРУ <i>Кусова И.В., Шарафутдинова А.Р.</i> .....	215

«ЗЕЛЕНАЯ» ЭКОНОМИКА КАК МЕХАНИЗМ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ <i>Никифорова А., Эйдемиллер Ю.Н., Эйдемиллер А.П.</i> .....	220
ВОССТАНОВЛЕНИЕ ПОЙМЕННЫХ ЛЕСОВ В РЕСПУБЛИКЕ БАШКОРТОСТАН <i>Ямилева Р.Р., Белозерова Е.А., Красногорская Н.Н.</i> .....	224
ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ПЕРЕВОЗКЕ ПАССАЖИРОВ РЕЧНЫМ ТРАНСПОРТОМ <i>Ягудин Р.И., Фаттахов В.Р., Елизарьев А.Н., Ганцева Е.М.</i> .....	228
СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПРИЧИН АВАРИЙНОСТИ НА АВТО- ГАЗОЗАПРАВОЧНЫХ СТАНЦИЯХ <i>Миндияров Е.О., Салихова З.З., Елизарьев А.Н., Елизарьева Е.Н.</i> .....	240
АНАЛИЗ ТИПОВЫХ СЦЕНАРИЕВ РАЗВИТИЯ ЧС В РЕЗЕРВУАРНОМ ПАРКЕ МЕЖДУНАРОДНОГО АЭРОПОРТА <i>Гафарова А.О., Салихова З.З., Елизарьев А.Н., Елизарьева Е.Н.</i> .....	243
СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ АВАРИЙНОСТИ АВИАПЕРЕВОЗОК <i>Шакиров И.Н., Иванцов М.С., Кузьмин Я.С., Ганцева Е.М., Елизарьев А.Н.</i> .....	249
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕС- КОГО БЛОКА СЖИЖЕННЫХ УГЛЕВОДОРОДНЫХ ГАЗОВ <i>Салихова З.З., Елизарьев А.Н., Ягудин Р.И., Елизарьева Е.Н.</i> .....	259

# ИССЛЕДОВАНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ZIGBEE В УМНОМ ДОМЕ

Солянкина К.А., Ганцева Е.М.

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

В настоящее время актуальна проблема автоматизации, как в сфере производства, так и в бытовой сфере. В связи с этим возникают вопросы, связанные с оптимальным использованием новых технологий, безопасностью их применения на рабочих местах и в местах проживания. Примером домашней автоматизированной системы является «Умный дом». Основной задачей системы «Умный дом» является налаживание взаимодействия и управление любой электроникой в жилом помещении. Здесь осуществляется интеграция следующих систем:

- Системы управления и связи;
- Система отопления, вентиляции и кондиционирования;
- Система освещения;
- Система электропитания здания;
- Система безопасности и мониторинга.

Для управления и взаимодействия всеми электроприборами в доме нужна сеть сбора данных и передачи команд. Имеются три варианта организации подобной сети:

- Беспроводная
- По специально проложенным проводам (как правило, типа витая пара)
- По силовым кабелям

Чаще всего отдается предпочтение беспроводному варианту организации сети.

Беспроводные системы бывают двух видов: с фиксированной топологией и mesh-сети. Первый вариант — классическая сеть, которая проектируется, развертывается и маршрутизируется вручную. Второй, более перспективный вариант — самоконфигурирующаяся одноранговая сеть. К таким сетям относятся:

- Z-Wave
- ZigBee
- Bluetooth v4.0
- ONE-NET

Самой современной технологией управления по радиоканалу является стандарт ZigBee. (ZigBee – от англ. zig – зигзаг, bee - пчела).

Основная особенность технологии ZigBee заключается в том, что она при малом энергопотреблении поддерживает не только простые топологии сети («точка-точка», «дерево» и «звезда»), но и самоорганизующуюся и самовосстанавливающуюся ячеистую (mesh) топологию с ретрансляцией и маршрутизацией сообщений.

Такая технология позволила разработать и предложить потребителям устройства управления освещением и другими компонентами домашней автоматизации, которые просты в инсталляции и не вызывают затруднений у пользователя в повседневном использовании. Сети ZigBee используют три частотных диапазона:

- 856,6-881,3 МГц (используется в Европе)
- 902-928 МГц (используется в США и Австралии)
- 2400-2483,5 МГц (используется в большинстве стран мира)

В Российской Федерации используется третий диапазон частот -2400-2483,5 МГц, так как применение именно этого диапазона не требует получения частотных разрешений и дополнительных согласований.

Длины волн в данном диапазоне частот варьируются от 12 до 12,5 см. Такие волны находятся на границе сантиметровых и дециметровых диапазонов, именно эти диапазоны входят в состав микроволн (СВЧ-волн).

Биологическое действие радиоволн всех диапазонов сходно, однако, с увеличением частоты колебаний поля, его болезнетворный эффект возрастает, достигая наибольшей выраженности у радиоволн сверхчастотного диапазона (СВЧ). В легких случаях, в организме, из-за так называемого нетеплового действия, возникают в основном функциональные нарушения, которые могут накапливаться при повторных воздействиях СВЧ-поля. Облучение большой интенсивности дает тепловой эффект, приводящий к стойким изменениям в организме.

Опасность излучения заключена в возможности получения внутренних ожогов, которые могут быть гораздо более опасны, чем обычные ожоги, поскольку организм к ним менее приспособлен. Особенно чувствительны к таким ожогам глаза и яичники, поскольку низкий поток крови в этих частях тела практически не рассеивает тепло.

Исследуем безопасность применения технологии ZigBee в «умном доме» на примере расчета предельно допустимого уровня плотности потока энергии в диапазоне частот 300 МГц - 300 ГГц в зависимости от продолжительности воздействия. Данный расчет проводится в соответствии с санитарными правилами и нормами (СанПиН 2.2.4/2.1.8.055-96).

В системе ZigBee используются три вида устройств: координатор, маршрутизатор и оконечное устройство. В квартире или доме устанавливаются один координатор, один маршрутизатор и оконечные устройства по количеству комнат. Характеристики устройств системы представлены в табл.1.



Таблица 1 - Характеристики устройств системы

Характеристики	Координатор	Маршрутизатор	Оконечное устройство
U, В	9-27	5-15	2,4-3,6
I, мА	2-3	1-1,2	0,15-0,18

Максимальное вредное воздействие будет оказываться в комнате, где находятся координатор, маршрутизатор и окончное устройство, которые находятся в непосредственной близости друг к другу. Расчет проведем для точки удаленной от них на  $d=1$  м.

Напряженность электрического поля:

$$E=E_k+E_m+E_{oy},$$

$$E=U/d,$$

$$E=U_k/d+U_m/d+U_{oy}/d=(U_k+U_m+U_{oy})/d=(27+15+3,6)/1=45,6\text{В/м}=456\text{ мВ/см}$$

Напряженность магнитного поля:

$$H=H_k+H_m+H_{oy},$$

$$H=I/d,$$

$$H=I_k/d+I_m/d+I_{oy}/d=(I_k+I_m+I_{oy})/d=(3+1,2+0,18)/1=4,38\text{ мА/м}=0,0438\text{ мА/см}$$

Плотность потока энергии:

$$\text{ППЭ}=E \cdot H=456 \cdot 0,0438=19,97\text{ мкВт/см}^2$$

Сравним полученное значение ППЭ с предельно допустимыми уровнями ППЭ и по табл. 2 определим максимальное время нахождения в данной точке.

Таблица 2 - Предельно допустимые уровни плотности потока энергии в диапазоне частот 300 МГц - 300 ГГц в зависимости от продолжительности воздействия

Продолжительность воздействия T, ч	ППЭ <sub>пдв</sub> , мкВт/см <sup>2</sup>
8,0 и более	25
7,5	27
7,0	29
6,5	31
6,0	33
5,5	36
5,0	40

Продолжительность воздействия Т, ч	ППЭ <sub>плу</sub> , мкВт/см <sup>2</sup>
4,5	44
4,0	50
3,5	57
3,0	67
2,5	80
2,0	100
1,5	133
1,0	200
0,5	400
0,25	800
0,20 и менее	1000

В выбранной точке ППЭ = 19,97 мкВт/см<sup>2</sup>. По данным табл. 2, в этой точке можно находиться 8 и более часов, то есть такая технология уместна для применения в жилом помещении.

В ходе данного исследования была проведена оценка безопасности применения технологии ZigBee в системе «умный дом». На примере расчета плотности потока энергии, по предоставленным данным, очевидно, что применение данной технологии в жилом помещении не оказывает существенного влияния на здоровье человека. Значение плотности потока энергии в точке удаленной на 1м от источника излучения составляет 19,97 мкВт/см<sup>2</sup>. По нормам СанПиН в данной точке можно находиться 8 и более часов, без каких либо отрицательных воздействий для здоровья. Соответственно при увеличении расстояния излучение рассеивается и его воздействие уменьшается. Таким образом, использование технологии ZigBee полностью безопасно в бытовой сфере.

#### Литература:

1. Санитарные правила и нормы СанПиН 2.2.4/2.1.8.055-96
2. Мамчев Г.В. Основы радиосвязи и телевидения. – М.: Горячая линия – Телеком, 2007. – 416 с.
3. Официальный сайт компании «Real Dom»: [Электронный ресурс] <http://www.scshome.ru/tag/zigbee>

## **ПОЖАРОТУШЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРНО-АКТИВИРОВАННОЙ ВОДОЙ**

Альмеева Л.Р., Гареева А.М., Тангатарова К.А., Исаева О.Ю.

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

Пожаротушение перегретой водой было внедрено на предприятиях производственного объединения «Грознефтеоргсинтез» в 1895 г. Ученые Академии провели исследования и разработали способ получения струй температурно-активированной воды (ТАВ), которая не только эффективно тушит пожары, но и резко снижает температуру пламени и осаждаёт дым.

Сущность способа заключается в том, что пресная вода вследствие нагревания её до высоких температур под большим давлением изменяет свои свойства. После возвращения к обычным условиям такая вода находится некоторое время в особом, так называемом метастабильном состоянии, проявляющемся в повышенной растворяющей способности карбонатов, сульфатов, силикатов и других соединений, в способности длительно удерживать в своём составе аномальные количества растворённого вещества и значительно повышать кислотность. Струи ТАВ получают из перегретой воды после её подачи через стволы, которые имеют простую конструкцию и дешевы в изготовлении.

Перегретой называют воду, которая, находясь в замкнутом объёме, при температуре более 100°C и при давлении больше атмосферного не вскипает и не переходит в пар. Если давление перегретой воды быстро уменьшается до атмосферного, то происходит почти мгновенное вскипание воды. В результате вскипания одна часть перегретой воды переходит в пар, а другая часть дробится на капли диаметром менее 100 мкм, эти капли образуют "водяной туман". Диаметр большинства капель "водяного тумана" составляет 10–50 мкм,

поэтому капли витают в воздухе и многими наблюдателями ошибочно воспринимаются как пар. Необходимо отметить, что получение такого мелкого распыла воды традиционным способом удастся добиться только при давлении более 150 атм. с помощью механических распылителей [1].

В 1992 году на кафедры пожарной техники Академии государственной противопожарной службы МЧС России создали первую термоустановку – теплообменник. В 1996 году создали машину на базе КамАЗа [2].

В 2007 году, в соответствии с поручением Министра РФ по ЧС С.К. Шойгу в Академии ГПС МЧС России была начата научно-исследовательская и опытно-конструкторская работа «Разработка многоцелевого пожарно-спасательного автомобиля с установкой пожаротушения температурно-активированной водой». В результате работы ученые Академии разработали и совместно со специалистами ООО «Аква-ПиРо-Альянс» изготовили пожарно-спасательный автомобиль с установкой пожаротушения температурно-активированной водой АПМ 3-2/40-1,38/100-100(43118) мод. ПиРоЗ-МПЗ.

Физическая сущность получения ТАВ (рис. 1) сводится к подаче воды под большим давлением (от 1,6 до 10,0 МПа) в специально разработанный прямоточный водотрубный теплообменник.

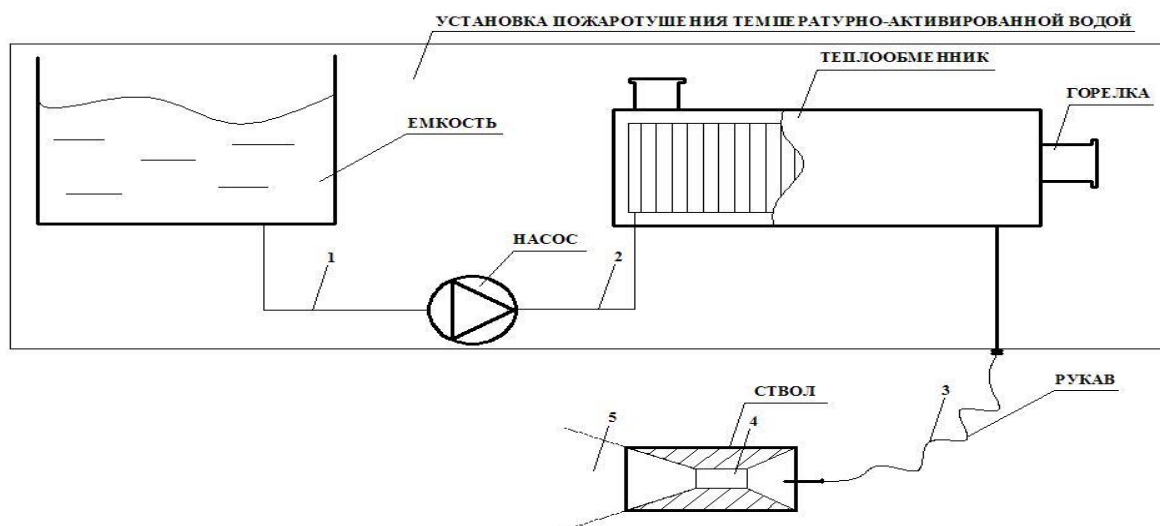


Рисунок 1 – Получение температурно-активированной воды [2]

В теплообменнике вода сначала нагревается до температуры 160-280°C (такую воду принято называть недогретой, поскольку температура жидкости меньше температуры насыщения при заданном давлении), затем недогретая вода по гибким или металлическим трубопроводам подается к специальным стволам-распылителям, где она за считанные доли секунды ( $10^{-4}$ – $10^{-9}$  с) переходит в метастабильное состояние. В результате последующего взрывного вскипания образуются струи ТАВ с размером капель от 1 до 10 мкм [2].

Исследованиями ВНИИПО МВД СССР определено, что для эффективного тушения размер капель не должен превышать для бензина – 110 мкм, керосина – 270 мкм, трансформаторного масла – 400 мкм, спирта – 100 мкм. Экспериментами установлено, что перегретая вода тушит полярные жидкости, нефть и нефтепродукты, горючие газы, твердые горючие материалы [3].

В процессе работы выявлены следующие преимущества перегретой воды по сравнению с обычной и другими традиционно применяемыми в мировой практике огнетушащими веществами [3, 4]:

- малый расход (от 5 до 12 л/м<sup>2</sup>), а следовательно небольшая стоимость;
- малое время тушения (от 30 до 60 с);
- быстрое снижение температуры в защищаемом помещении – через 3-4 мин после тушения сюда могут заходить люди без средств защиты органов дыхания для выполнения необходимых работ;
- исключены порча материалов, повреждение оборудования и конструктивных элементов здания при тушении. После тушения не наблюдается химической коррозии оборудования и систем производственной автоматики;
- безопасность человека, находящегося в защищаемом помещении в момент пуска перегретой воды. На расстоянии 40 см от spryska она имеет температуру 46 °C, не вызывающую термические ожоги, в то время как острый или мятый пар приводит к ожогам кожных покровов и дыхательных путей;



- кипяченая вода экологически чиста;
- разработанная стационарная установка автоматического пожаротушения перегретой водой проста и состоит из сосуда, питательного и перфорированного трубопровода и приборов автоматического пуска с пневматическим приводом запорной арматуры. Перегретая вода пускается автоматически при повышении температуры в защищаемом помещении выше заданной. Установка пожаротушения не требует насосного оборудования, которое в большинстве случаев не удастся запустить из-за аварийного отключения электроэнергии во время пожара. Отсутствие насосов и схем электропитания повышает ее надежность и снижает инерционность.

Есть и другое мнение по поводу эффективности ТАВ. Так в статье [5] Абдурагимов считает, что использование применение ТАВ годится только для ручных(мобильных, ранцевых) огнетушителей. Либо как первичное средство пожаротушения на ранней стадии загорания, когда площадь пожара не превышает 1-2 м<sup>2</sup>. При площади пожара более 3 м<sup>2</sup> – это проблематично, а при 5-6 м<sup>2</sup> (как при реальном пожаре) – это уже физически невозможно.

При тушении открытых пожаров подача перегретой воды совершенно лишена практического смысла. А при использовании в помещении температура газовой среды должна быть ниже температуры перегретой воды, тогда процесс ее конденсации в принципе возможен. Однако существует несколько «но»:

- 1) диаметр капель конденсата будет 5-10 мкм и такой пароводяной туман еще при меньших скоростях восходящих потоков продуктов сгорания будет унесен за пределы зоны горения из помещения дымовыми газами;

- 2) выделившиеся при конденсации водяного пара тепло только повысит температуру газовой среды в помещении;

- 3) если среднеобъемная температура газовой среды в помещении 150-200°С – это не «пожар», а стадия загорания. Эффективность ТАВ применения при реальном пожаре сомнительна. Если температура внутреннего пожара выше 150-200°С, то подаваемая на тушение пожара ТАВ, вообще минуя зону

горения, покинет ее в виде пара, так и не превратившись «в воду» в помещении, где развивается пожар. Она будет унесена из помещения отходящими продуктами сгорания, поэтому эффект применения ТАВ для целей пожаротушения зависит от интенсивности газообмена на внутреннем пожаре и от внутренней аэродинамики газовой среды «над» площадью пожара и «вокруг» нее.

Таким образом, мнения по поводу высокой эффективности применения температурно-активированной воды неоднозначны. Однако совершенно очевидно, что необходимо проводить дальнейшие исследования по улучшению огнетушащей эффективности воды как наиболее распространенного средства тушения пожаров.

#### **Литература:**

1. Роечко В.В., Додонов Е.Д. Температурно-активированная вода - новое слово в развитии техники пожаротушения // Материалы четырнадцатой научно-технической конференции "Системы безопасности" - СБ-2005. –М.: Академия ГПС МЧС России, 2005. – С. 224-229.

2. Академия государственной противопожарной службы МЧС России. [Электронный ресурс]. URL: <http://academygps.ru/nauka/innovacionnyje-razrabotki/avtomobil-pozharnyj-mnogocелеvoj-piro>

3. Абдурагимов И.М. Несостоятельность идеи применения тонкораспыленной и «термоактивированной» (перегретой) воды для пожаротушения // Пожаровзрывобезопасность. - 2011. - № 6. – С.54-58.

4. Установка автоматического пожаротушения перегретой водой. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.firestop.by/catalogue/strongbox/>

5. Установка автоматического пожаротушения перегретой водой. Часть 2. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.firestop.by/catalogue/strongbox/pg1/>

# **КОНТРОЛЬ ВИРУСНОЙ КОНТАМИНАЦИИ ОБЪЕКТОВ ГОСПИТАЛЬНОЙ СРЕДЫ - КАК ПРОФИЛАКТИЧЕСКАЯ МЕРА ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ МЕДИЦИНЫ**

Амвросьева Т.В.<sup>1</sup>, Казинец О.Н.<sup>1</sup>, Поклонская Н.В.<sup>1</sup>,  
Землянский В.А.<sup>1</sup>, Кишкурно Е.П.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Государственное учреждение «Республиканский научно-практический  
центр эпидемиологии и микробиологии», г. Минск, Республика Беларусь,

<sup>2</sup> УО «Белорусская медицинская академия последипломного  
образования», г. Минск, Республика Беларусь

Защита населения от заражения вирусными инфекциями, связанными с действием внешнесредовых факторов, является одной из важных задач современной экологической медицины. Наиболее социально значимыми возбудителями инфекционных заболеваний, передающихся через зараженные поверхности предметов и объектов среды обитания человека (ОСОЧ), являются многочисленные кишечные вирусные патогены, среди которых самыми распространенными признаются норо- (НоВ) , рота- (РВ), энтеро- (ЭВ), аденовирусы (АдВ) [1]. Эти вирусы относятся к разным семействам и имеют различную структуру и биологические свойства, но сходны по путям передачи. Они характеризуются большой устойчивостью и стабильностью в окружающей среде, что играет ведущую роль в их сохранении в человеческой популяции, а также обуславливает вспышечный характер вызываемой ими инфекционной заболеваемости [2]. В этих условиях санитарно-вирусологический контроль за ОСОЧ, направленный на выявление их вирусной контаминации и установление источника инфицирования с целью пресечения контактно-бытового пути трансмиссии возбудителей, является важной профилактической мерой,

способствующей успешному управлению качеством и безопасностью окружающей среды.

В настоящей работе представлены данные пилотных исследований по изучению вирусной контаминации объектов госпитальной среды в условиях инфекционного стационара одного из крупных мегаполисов нашей страны. Исследования проводили в соответствии с ранее разработанным алгоритмом осуществления санитарно-вирусологического контроля за ОСОЧ (рис. 1). Для отбора проб использовали отечественный вируссорбирующий волокнистый материал марки ФИБАН А6 (пр-во ИФОХ НАН Б, Республика Беларусь). Пробы отбирались с различных поверхностей, включая поверхности кроватей, батарей, полов, выключателей, стен, столов, ручек дверей, игрушек и др. Получено 73 образца смывов с предметов и объектов госпитальной среды, находящихся в палатах (боксах) и туалетных комнатах, предназначенных для пациентов с острыми кишечными инфекциями (ОКИ). Концентрирование вирусов в отобранных пробах осуществляли методом сорбции-элюции в малом объеме [3].



Рисунок 1 – Схема алгоритма санитарно-вирусологического контроля за ОСОЧ

После соответствующей пробоподготовки проводили исследование сконцентрированных образцов на наличие генетического материала наиболее распространенных контаминантов ОСОЧ - РВ, НоВ, АдВ, ЭВ методом полимеразной цепной реакции (ПЦР) в режиме реального времени с помощью набора реагентов «ОКИ-скрин» и «Амплисенс Enterovirus-FL» (пр-во «Амплисенс», Россия) в соответствии с прилагаемой инструкцией.

По результатам проведенных исследований выявлено 21,9% положительных проб, содержащих генетический материал кишечных вирусов. Среди обнаруженных возбудителей ОКИ доминировали АдВ (13,7%). НоВ и РВ выявлялись в 9,59% и 8,21% исследованных проб. Уровень положительных проб в отношении ЭВ составил 2,74%. В 9,59 % исследованных проб одновременно обнаруживалось более одного вирусного агента, среди которых



два вируса выявлялись в 6,84 % проб, а 3 контаминирующих агента - в 2,84 % проб. Наиболее контаминированными оказались поверхности дверей и кафеля туалетной комнаты. Они одновременно содержали генетический материал 3 патогенов - РВ, НоВ и АдВ.

Полученные в условиях инфекционного стационара данные свидетельствуют о реально существующих фактах загрязнения объектов госпитальной среды возбудителями вирусных ОКИ. Они указывают на имеющийся риск реализации контактно-бытового пути заражения пациентов и возникновения нозокомиальных вирусных инфекций. Широкое внедрение санитарно-вирусологического контроля за ОСОЧ в практику лабораторной службы позволит улучшить качество и эффективность эпиднадзора за вирусными инфекциями с контактно-бытовым путем передачи и будет способствовать повышению безопасности среды обитания человека.

#### **Литература:**

1 Boone, S. A. Significance of fomites in the spread of respiratory and enteric viral disease. / S. A Boone, C. P. Gerba // *Appl. Environ. Microbiol.*-2007.- V.73.- P.1687–1696.

2 Abad, F. X. Survival of enteric viruses on environmental fomites./ F. X. Abad, R. M Pinto, A. Bosch // *Appl. Environ. Microbiol.*-1994- V. 60.- P. 3704–3710.

3 Comparison of Surface Sampling Methods for Virus Recovery from Fomites/ T.R Julian [et al.] // *Appl. Environ. Microbiol.* – 2011.- V.77.- №19.- P.6918-6925.

4 Новые методические решения выявления вирусной контаминации объектов среды обитания человека / Т. В. Амвросьева, О. Н. Казинец // Сборник научных трудов "Здоровье и окружающая среда" РНПЦ гигиены. – 2013.-выпуск 22. «Экология человека и окружающей среды» - С. 3-6

# ПРОБЛЕМЫ АНАЛИЗА ВОДЫ И ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ПРИ ГАЗОХРОМАТОГРАФИЧЕСКОМ ОПРЕДЕЛЕНИИ ПОЛИХЛОРФЕНОЛОВ

Андреев Ю.А.<sup>1,2</sup>, Котова В.Е.<sup>1,2</sup>, Черновьянц М.С.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ФГБУ «Гидрохимический институт», г. Ростов-на-Дону, Россия

<sup>2</sup>ФГАОУ ВПО Южный федеральный университет, г. Ростов-на-Дону,  
Российская Федерация

Фенол и его многочисленные производные широко используются практически во всех областях промышленности: в производстве лаков и красок, синтетических смол, пластификаторов, поверхностно-активных и дубильных веществ, ядохимикатов, стабилизаторов, антисептиков и др. Столь значительное применение и достаточно хорошая растворимость фенолов в воде являются причиной их высокого содержания и повышенной миграционной способности в окружающей среде по сравнению с другими распространёнными классами приоритетных органических загрязнителей.

Фенольные соединения всегда содержатся в сточных водах предприятий коксо- и нефтехимической промышленности, органического синтеза, целлюлозной и деревообрабатывающей промышленности и других производств, где они получают или используются в качестве основных или промежуточных продуктов, а также в качестве добавок и технологических жидкостей.

В сельском хозяйстве активно используются ядохимикаты на основе 2,4-дихлорфенола: для борьбы с сорняками, для обработки зерновых культур и пастбищ; и 2,3,6-трихлорфенола – в качестве протравителя семян хлопчатника, кукурузы, для уничтожения древесной и кустарниковой растительности на пастбищах, а также под линиями электропередач. Последний гербицид

стабилен в почве, способен накапливаться растениями. Другими возможными источниками хлорпроизводных фенола могут быть: разложение ряда хлорорганических пестицидов, хлорирование воды при обработке сточных вод и водоподготовка с целью её обеззараживания.

Попадая в водную среду, полихлорфенолы могут существовать в растворённой форме, в виде комплекса или быть адсорбированными на взвешенное вещество. Взвешенные вещества и донные отложения, сорбиовавшие полихлорированные фенолы, могут служить источником вторичного загрязнения, как самими хлорфенолами, так и продуктами их трансформации.

Данные о влиянии хлорфенолов на здоровье человека свидетельствуют, что высокие концентрации этих соединений могут оказывать токсическое действие, сопровождающееся тошнотой, повышением температуры, учащением дыхания, судорогой. Полихлорированные фенолы накапливаются в жировой ткани, липидах крови и печени, а воздействие пентахлорфенола в условиях производства даже в невысоких дозах приводит к поражению печени и почек. Имеются сведения по изучению канцерогенных и мутагенных свойств 2,4,5- и 2,4,6-трихлорфенолов, а также пентахлорфенола [1].

Однако главная опасность полихлорфенолов для окружающей среды и человека состоит в том, что при конденсации двух любых молекул полихлорфенолов возможно образование чрезвычайно токсичных ксенобиотиков – полихлорированных дибензо-*n*-диоксинов и дибензофуранов, предельно-допустимые концентрации (ПДК) которых в  $10^5$ - $10^6$  раз меньше, чем исходных веществ [2].

Во многих странах хлорсодержащие вещества, включая производные фенола, запрещены к применению в производстве товаров народного потребления, детских игрушек, тары для пищевых продуктов и др. В частности, пентахлорфенол запрещен в странах ЕЭС с 1992 г., а в США – с 1977 г.

В нашей стране содержание хлорированных фенолов нормируется в воде различных типов: ПДК в водах водных объектах рыбохозяйственного значения составляют от 0,1 до 0,4 мкг/дм<sup>3</sup>, для водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования – от 1 до 9 мкг/дм<sup>3</sup>. В отличие от воды, для донных отложений в настоящее время не существует нормативно закреплённых характеристик их качества по уровню концентрации загрязняющих веществ. Однако существуют зарубежные нормы оценки допустимого уровня концентрации хлорфенолов в донных отложениях и почве ("берлинские", "бранденбургские" и "голландские листы"). Согласно им, присутствие в почвах и донных отложениях хлорфенолов является недопустимым, а содержание, "требующее вмешательства", составляет 10 нг/г сухого вещества.

Из всего вышесказанного следует, что ввиду особой опасности и вреда для живого организма фенола и его производных, необходимо контролировать их содержание в объектах окружающей среды.

В связи с актуальностью данной проблемы цель работы – предложить доступные, хорошо воспроизводимые способы пробоподготовки и определения полихлорфенолов в воде и донных отложениях.

Ранее широко применялся газохроматографический метод определения полихлорфенолов с использованием ангидрида уксусной кислоты в качестве дериватизирующего агента. Однако, согласно списку прекурсоров, использование ангидрида уксусной кислоты подлежит строгому контролю и сильно ограничено, что накладывает препятствия на его применение в практике анализа. Так как взаимодействие полихлорфенолов с ангидридом монохлоруксусной кислоты даёт самые устойчивые сложные эфиры, именно этот дериватизирующий агент и был выбран для дальнейшей работы как наиболее схожий с ангидридом уксусной кислоты. Данные применения ангидрида монохлоруксусной кислоты показали приемлемые результаты определения полихлорфенолов в воде на необходимом низком уровне

газохроматографическим методом с электрозахватным детектором [3]. Хромато-масс-спектрометрическим методом доказано образование монохлорацетатов полихлорфенолов при их дериватизации в предлагаемых условиях анализа [4].

Нами был предложен способ определения полихлорфенолов в воде, схема которого состоит в следующем: экстракция из подкисленной пробы толуолом, реэкстракция их в щелочной буферный раствор, очистка реэкстракта неполярным растворителем (н-гексаном), подкисление и повторная экстракция толуолом, дериватизация ангидридом монохлоруксусной кислоты с добавлением раствора триэтиламина в качестве катализатора и с последующим концентрированием и газохроматографическим анализом экстракта.

Для этого способа были установлены значения пределов обнаружения: для пентахлорфенола и тетрахлорфенолов – 0,02 мкг/дм<sup>3</sup>; для трихлорфенолов – 0,04 мкг/дм<sup>3</sup> и для дихлорфенолов – 0,06 мкг/дм<sup>3</sup>. Методика позволяет определять: дихлорфенолы в диапазоне концентраций от 0,07 до 3,20 мкг/дм<sup>3</sup>, трихлорфенолы в диапазоне концентраций от 0,040 до 2,20 мкг/дм<sup>3</sup>, тетрахлорфенолы и пентахлорфенол в диапазоне концентраций от 0,040 до 1,50 мкг/дм<sup>3</sup>. Согласно нормативным документам была проведена оценка метрологических характеристик, составляющих погрешности измерений. Вычислены внутри- и межлабораторные показатели повторяемости, воспроизводимости, правильности и точности. Погрешности определения в относительном выражении не превышали 33 % [5].

Разработанная методика утверждена в виде РД 52.24.529-2013 «Массовая концентрация полихлорфенолов в водах. Методика измерений газохроматографическим методом после дериватизации ангидридом уксусной кислоты», внесена в Федеральный перечень методик выполнения измерений, допущенных к применению при выполнении работ в области методик выполнения измерений, применяемых в сферах распространения государственного метрологического контроля и надзора (ФР.1.31.2013.16687),

внедрена для использования в мониторинге загрязнения поверхностных вод на сети Росгидромета.

Данный способ определения полихлорфенолов в воде лег в основу способа определения хлорзамещенных фенола в донных отложениях после извлечения их из матрицы твердого образца [6].

С целью оценки степеней извлечения и времени выполнения подготовки проб были исследованы несколько способов экстракции полихлорфенолов из донных отложений: экстракция толуолом или изопропиловым спиртом при механическом перемешивании; экстракция толуолом или изопропиловым спиртом при ультразвуковой обработке; экстракция метиленхлоридом при механическом перемешивании; экстракция изопропиловым спиртом в аппарате Сокслета.

Условия извлечения варьировались для каждого способа для получения оптимальных результатов на уровне и ниже зарубежных нормативов. Для механического перемешивания и ультразвуковой обработки были проведены анализы с использованием различного количества экстрагента (изопропилового спирта) и времени анализа. Для этого извлечение полихлорфенолов из образцов донных отложений проводили дважды по 10 или 20 мин с добавлением 10+10 мл или 20+10 мл изопропилового спирта при механическом перемешивании и две экстракции по 3 минуты с такими же объемами спирта при ультразвуковой обработке.

В качестве арбитражного метода извлечения применяли экстракцию в аппарате Сокслета, которую проводили при скорости 6 циклов/ч в течение 4-6 ч с использованием изопропилового спирта в качестве экстрагента.

Альтернативным способом выполняли извлечение полихлорфенолов из предварительно осушенных проб донных отложений. Для этого навеску образца перетирали в ступке с безводным сульфатом натрия до воздушно-сухого состояния и экстрагировали толуолом при механическом перемешивании или ультразвуковой обработке. Данный вариант позволил

упростить процесс пробоподготовки, минуя этап перераспределения экстракта через воду. Было изучено влияние числа экстракций (3 и 4 раза) и количества экстрагента (20+10+5; 10+10+10; 15+10+5+5 мл) на степень извлечения.

Другой способ выделения полихлорфенолов из осушенных проб – экстракция метиленхлоридом с последующей заменой растворителя на толуол. Выполняли трехкратную экстракцию (20+10+10 мл) при механическом перемешивании. На рисунке 1 представлена типичная хроматограмма смеси полихлорфенолов.

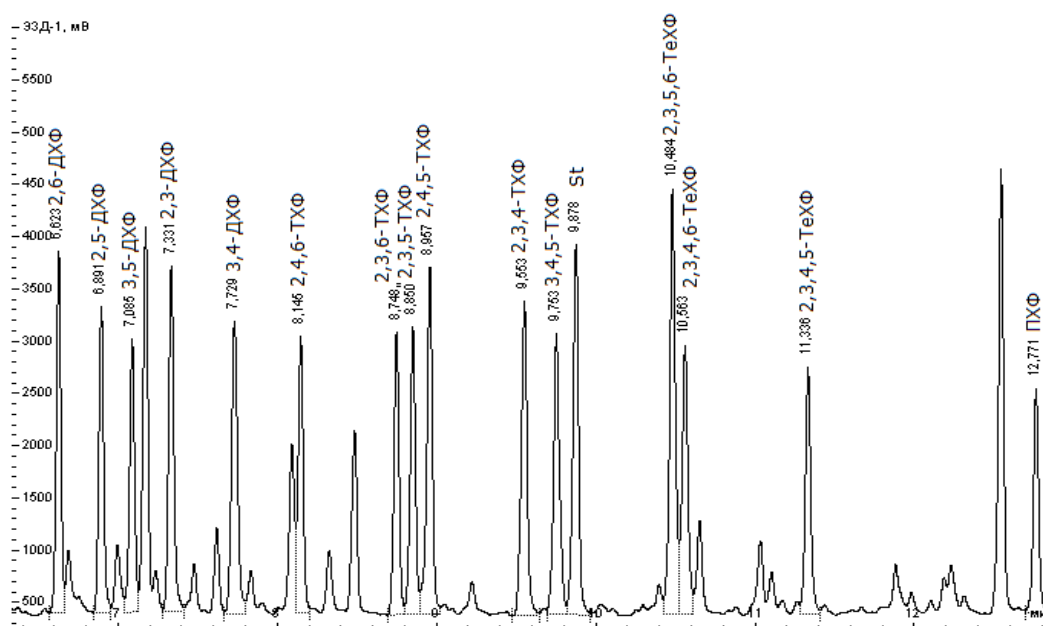


Рисунок 1 – Хроматограмма экстракта из донных отложений с добавкой смеси полихлорфенолов после извлечения метиленхлоридом при механическом перемешивании

Для всех способов извлечения получены приемлемые величины степеней извлечения: 80-85 % при извлечении изопропиловым спиртом, 90-95 % – для экстракции в аппарате Сокслета и 50-55 % – в случае осушения проб. Однако методы с применением толуола и метиленхлорида являются наименее длительными, так как для них не требуется стадия перераспределения через воду в отличие от тех, где используется изопропиловый спирт в качестве экстрагента. Таким образом, показана возможность применения альтернативных способов обработки проб при определении полихлорфенолов в

природных объектах с целью сокращения времени пробоподготовки в зависимости от имеющегося вспомогательного оборудования. Результатом работы является разработанная методика для определения полихлорфенолов в воде, которая позволяет определять аналиты на уровне, ниже установленных нормативов ПДК. Также предложены менее длительные по сравнению с классической экстракцией в аппарате Сокслета способы и условия извлечения хлорированных фенолов из донных отложений, определены степени извлечения для каждого экстракционного способа на уровне и ниже зарубежных нормативов.

### **Литература:**

1. Руководство по контролю качества питьевой воды. Том 2. Гигиенические критерии и другая релевантная информация. Пер. с англ.: под ред. К.Г. Королевой. М.: Медицина, по поручению ВОЗ. 1987. 325 с.

2. Майстренко В.Н., Ключев Н.А. Эколого-аналитический мониторинг стойких органических загрязнителей. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2004. 323 с.

3. Андреев Ю.А., Черновьянц М.С. Газохроматографическое определение полихлорфенолов с дериватизацией ангидридом монохлоруксусной кислоты // Журнал аналитической химии. 2010. № 65. № 10. С. 1046-1052.

4. Андреев Ю.А., Черновьянц М.С., Морозова В.Е. Идентификация и определение хлорированных фенолов в воде после дериватизации ангидридом монохлоруксусной кислоты газохроматографическим методом // Сорбционные и хроматографические процессы. 2014. Т. 14. № 3. С. 232.

5. Андреев, Ю.А., Морозова В.Е. Методика определения полихлорфенолов в воде газохроматографическим методом с дериватизацией // Вода: химия и экология. 2013. № 6. С. 94-99.

6. Андреев Ю.А., Морозова В.Е. Газохроматографическое определение полихлорфенолов в воде и донных отложениях // Тезисы докладов V Всероссийского симпозиума с международным участием «Органическое



вещество и биогенные элементы во внутренних водоемах и морских водах». г. Петрозаводск, 10-14 сентября 2012 г. С. 451-453.

## **РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ КАПИТАЛЬНОГО РЕМОНТА МНОГОКВАРТИРНОГО ЖИЛОГО ЗДАНИЯ С НЕТИПОВОЙ КРОВЛЕЙ КАК ПРИМЕР ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ**

Анисимов М.В.

*Томский государственный архитектурно-строительный университет,  
г. Томск, Россия*

В настоящее время жилые здания массовой застройки, вводимые в эксплуатацию в конце 20 века, зачастую, имеют большую степень износа и требуют проведения капитального ремонта. Одной из наиболее уязвимых частей здания является его кровля. Утеплитель, который используется для тепловой защиты жилых помещений последнего этажа, также требует замены, т.к. в качестве утеплителя, как правило, использовался керамзит или его аналоги, а требования к тепловой защите здания за последнее время существенно возросли.

Кроме того, при проведении проектирования эффективной тепловой изоляции зданий возникает необходимость в экономии ресурсов, т.к. их перерасход приводит не только к излишним финансовым затратам, но и противоречит концепции ресурсосбережения, которая является одной из задач экологии. В данном контексте, ресурсосбережение при проведении капитальных ремонтов, можно было бы назвать примером экологического проектирования, которое позволило бы решить не только насущные проблемы ЖКХ, но и обеспечило бы низкую потребность в строительных материалах.

В случае, когда устройство кровли здания является не серийным, при проведении капитального ремонта, может возникнуть целый ряд инженерных теплотехнических задач по эффективному утеплению чердачного перекрытия и обеспечению нормативного воздухообмена в чердачном пространстве. Зачастую, руководствуясь только лишь требованиями нормативных документов, не всегда возможно с удовлетворительной точностью определить размеры вентиляционных чердачных продухов, либо выполнить мероприятия по утеплению чердачного перекрытия (например, если здание не имеет чердачного этажа).

В соответствии с [1], результирующая температура помещения также является одним из показателей микроклимата. На указанный показатель напрямую влияет и температура поверхностей ограждающих конструкций внутри жилых помещений. Несоблюдение температурного режима эксплуатации ограждающих конструкций (в том числе чердачного перекрытия) может привести к тому, что после проведенных мероприятий по реконструкции параметры микроклимата в помещениях последнего этажа (граничащего с чердачным пространством) могут отличаться от нормативных.

Поэтому обеспечение нормативных параметров микроклимата в совокупности с современными технологиями проектирования, позволяющими обеспечить ресурсосбережение, является актуальной задачей.

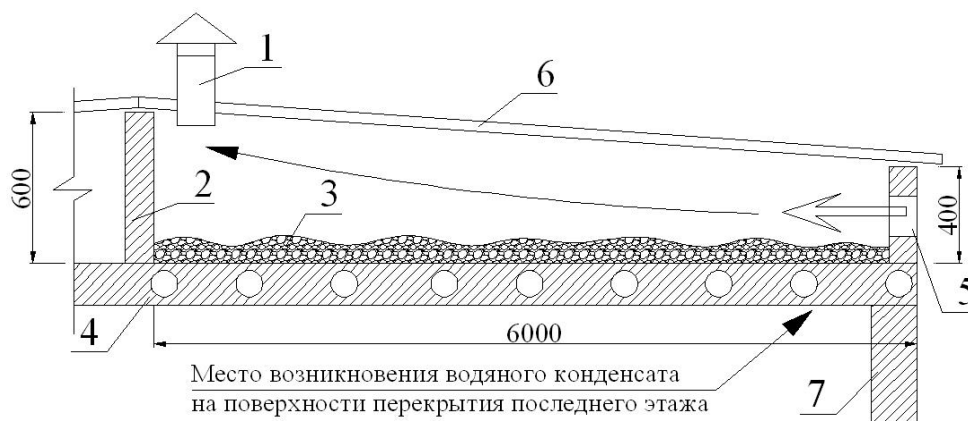
Так, при проведении капитального ремонта одного из жилых зданий, построенных в конце XX века в г. Томске размеры продухов в чердачном пространстве были увеличены в соответствии с требованиями [2]. При этом жильцы дома, проживающие на последнем (пятом) этаже стали подавать жалобы в ТСЖ о том, что на поверхности перекрытий (вблизи наружных стен) стал возникать водяной конденсат. Натурные исследования показали, что увеличение размеров вентиляционных продухов привело к существенному увеличению воздухообмена в чердачном пространстве. Вследствие чего было выдвинуто предположение о том, что именно некорректное увеличение

размеров продухов могло повлечь за собой промерзание перекрытий над последним этажом и создать условия для возникновения на поверхности перекрытия «точки росы».

Для проверки гипотезы был проведен анализ конструкции кровли с чердачным пространством, количества и размеров продухов, а также типа и состояния утеплителя. Кровля здания обладала рядом особенностей – конструкция ее после проведения укладки кровельного железа не позволяла произвести замену утепляющего слоя (т.к. доступ к нему ввиду ограниченности пространства отсутствовал), воздухообмен внутри производился за счет продухов в наружной стене, а также вентиляционных воздуховодов, установленных на кровле здания.

На (рис. 1) приведена принципиальная схема чердачного пространства здания, на которой показана схема движения воздуха от продуха до вентиляционного воздуховода с выходом его через кровлю.

Вентиляционный продух после реконструкции имел размеры 200×400 мм. Толщина утепляющего слоя – 200 мм. Размеры стены с продухом и внутренней стены приведены на (рис. 1).

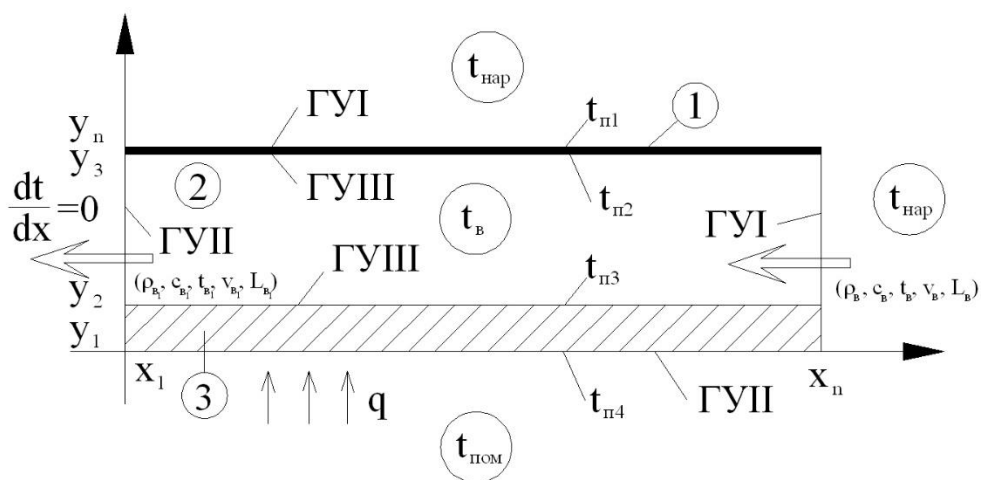


- 1 – вентиляционный воздуховод; 2 – внутренняя «глухая» стена; 3 – слой утеплителя (керамзит); 4 – плита перекрытия над жилыми помещениями; 5 – вентиляционный продух; 6 – скатная кровля (поверхность из листового железа); 7 – наружная стена здания

Рисунок 1 - Принципиальная схема чердачного пространства жилого здания

Покрытие кровли – стальной лист, кровля не утепленная. На (рис. 1) показан разрез чердачного пространства до внутренней «глухой» стены. С другой стороны внутренней стены также имеется аналогичное «зеркальное» неэксплуатируемое пространство. Кровля в здании имеет два ската с верхней точкой кровли в области внутренней «глухой» (не имеющей отверстий) стены.

Для определения факторов, влияющих на формирование «точки росы» на поверхности перекрытия была разработана физико-математическая модель тепломассобмена чердачного пространства с окружающей средой, (рис. 2).



1 – покрытие кровли; 2 – внутренний воздух в чердачном пространстве; 3 – перекрытие над жилыми помещениями; ГУ I, ГУ II, ГУ III – граничные условия;  $\rho_v, c_v, t_v, v_v, L_v$  – плотность, теплоемкость, температура, скорость и расход воздуха соответственно;  $q$  – удельный тепловой поток

Рисунок 2 - Расчетная схема математической модели

При рассмотрении задачи прогнозирования возникновения условий для формирования «точки росы» на поверхностях ограждающих конструкций была сформулирована задача в двумерной постановке.

Граничные условия для слоя 1 (кровельный слой):

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{При } y = y_n; x_1 \leq x \leq x_n; t_{п1} = t_{нап}; \\ \text{при } y = y_3; x_1 \leq x \leq x_n; \alpha_{п2}(t_B - t_{п2}) = -\lambda \frac{\partial T_2}{\partial y}; \\ \text{при } x = x_n; y_3 \leq y \leq y_n; q = -\lambda \frac{\partial T}{\partial x} = 0 \\ \text{при } x = x_1; y_3 \leq y \leq y_n; q = -\lambda \frac{\partial T}{\partial x} = 0, \lambda = const, \end{array} \right. \quad (1)$$

где  $\alpha_{п2}$  – коэффициент теплоотдачи вблизи поверхности покрытия кровли, Вт/(м<sup>2</sup> °С);  $\lambda$  – коэффициент теплопроводности материальных слоев в принятой схеме, Вт/(м<sup>2</sup> °С).

Граничные условия для слоя 2 (воздух в чердачном пространстве):

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{При } y = y_3; x_1 \leq x \leq x_n; \alpha_{п2}(t_B - t_{п2}) = -\lambda \frac{\partial T_2}{\partial y}; \\ \text{при } y = y_2; x_1 \leq x \leq x_n; \alpha_{п3} \cdot (t_{п3} - t_B) = -\lambda \frac{\partial T_3}{\partial y}; \\ \text{при } x = x_n; y_2 \leq y \leq y_3; t_{x_n} = f(t_{нар}, v, L) \\ \text{при } x = x_1; y_2 \leq y \leq y_3; q = -\lambda \frac{\partial T}{\partial x} = 0, \end{array} \right. \quad (2)$$

где  $\alpha_{п3}$  – коэффициент теплоотдачи вблизи поверхности чердачного перекрытия, Вт/(м<sup>2</sup> °С);  $v$  и  $L$  – это скорость движения воздуха, м/с и расход воздуха м<sup>3</sup>/ч через вентиляционный продух соответственно.

Граничные условия для слоя 3 (чердачное перекрытие):

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{При } y = y_2; x_1 \leq x \leq x_n; \alpha_{п3}(t_{п2} - t_B) = -\lambda \frac{\partial T_3}{\partial y}; \\ \text{при } y = y_1; x_1 \leq x \leq x_n; q = \text{const}; \\ \text{при } x = x_n; y_1 \leq y \leq y_2; q = -\lambda \frac{\partial T}{\partial x} = 0 \\ \text{при } x = x_1; y_1 \leq y \leq y_2; q = -\lambda \frac{\partial T}{\partial x} = 0, \end{array} \right. \quad (3)$$

где  $q = \text{const}$  – это нормативный тепловой поток из жилых помещений через чердачное перекрытие, Вт.

В общем виде в декартовой системе координат уравнение теплопроводности выглядит как

$$\rho C_p \frac{\partial T}{\partial \tau} = \lambda \left( \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} \right) + Q \quad (4)$$

где  $C_p$  – удельная изобарная теплоемкость, а  $Q$  – внутренние источники тепловыделений (в данном случае  $Q = 0$ , т.к. тепловыделений нет).

Тепловой баланс чердачного перекрытия будет являться разницей теплоты, поступающей через перекрытие от жилых помещений  $Q_{пер}$  и потерь

теплоты, идущих на нагревание приточного воздуха  $Q_{\text{инф}}$  (через вентиляционные продухи) и за счет теплопередачи через покрытие кровли  $Q_{\text{к}}$ .

$$Q = Q_{\text{пер}} - Q_{\text{инф}} - Q_{\text{к}} \quad (5)$$

Ввиду малых температур на поверхностях ограждающих конструкций внутри чердачного пространства, а, следовательно, и значений количества теплоты, теряемой различными поверхностями за счет излучения (1-2% от суммарных тепловых потерь), этой составляющей теплообмена пренебрегаем.

При разработке модели тепломассообмена чердачного пространства были сделаны ряд допущений:

1. Скорость движения воздуха в вентиляционном продухе была принята, как нормативная для данного климатического региона.

2. Тепловой поток, идущий через чердачное перекрытие, был принят нормативным.

3. Не были учтены суточные колебания скорости движения ветра снаружи здания.

4. Сопротивление теплопередачи чердачного перекрытия считалось как приведенное с учетом слоя утеплителя.

5. Теплопроводность слоя утеплителя принималась нормативной, с учетом пребывания его в увлажненном состоянии.

6. Воздух, поступающий в чердачное пространство, равномерно распределялся по перекрытию и двигался от продуха до вентиляционного воздуховода.

7. Теплота, идущая через чердачное перекрытие, полностью усваивается приточным холодным воздухом.

8. Относительная влажность воздуха внутри жилых помещений была принята в соответствии с нормативными требованиями.

9. Температура воздуха внутри жилых помещений была принята равной нормативной  $t_{\text{пом}} = 20 \text{ }^{\circ}\text{C}$ .

После принятия ряда допущений данная задача решалась для стационарного режима теплопередачи, т.к. было принято, что тепловые процессы являются установившимися.

Для решения поставленной задачи вся длина чердачного перекрытия была условно разделена на метровые зоны (всего 6 зон, рис. 1), через которые равномерно проходила струя наружного воздуха. При этом теплота от чердачного перекрытия полностью передавалась воздуху, имеющую скорость движения в чердачном пространстве  $v_b = f(v_{\text{ветра}})$ .

В соответствии с зависимостью (4) возможно определить температуру поверхности перекрытия  $t_{\text{п4}}$  (рис. 1) задавшись температурой приточного воздуха. Для определения температуры формирования «точки росы» на поверхности ограждающих конструкций была использована нормативная методика [3].

Для облегчения расчетов, разработанная расчетная схема была перенесена в расчетную компьютерную программу с возможностью проведения численного эксперимента моделирования условий формирования «точки росы» на поверхностях ограждающих конструкций. Данная программа обеспечивала расчет температурных полей чердачного перекрытия с учетом изменения исходных данных, таких как: температура воздуха, скорость движения приточных струй, геометрических размеров продуха и теплотехнических характеристик основных ограждающих конструкций. По результатам проведенных расчетов были получены температуры основных поверхностей в рассматриваемой расчетной схеме (рис. 2). Результаты проведенных исследований представлены на (рис. 3).

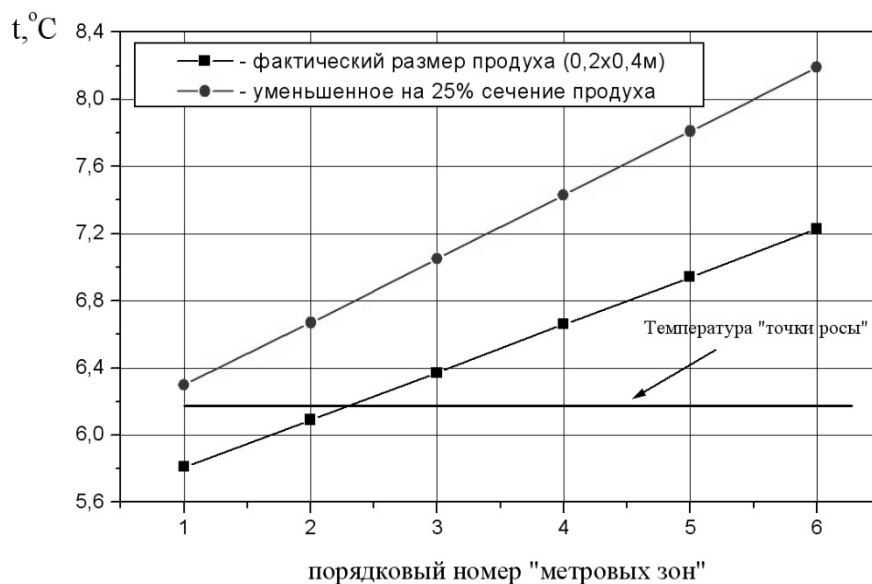


Рисунок 3 - Результаты численного исследования

Как видно из рис. 3, при фактическом сечении продуха 1-я и 2-я «метровые» зоны попадают в условия формирования «точки росы» на их поверхности, что удовлетворительно согласуется с наблюдениями жильцов последнего этажа. При уменьшении сечения продуха на 25% (0,2 × 0,3 м) температура поверхности поднималась выше условий конденсации паров воды, что позволит избежать этого явления.

В результате проделанной работы, была разработана расчетная схема оценки влияния теплотехнических параметров чердачного пространства нетиповой кровли на температурные поля в ее ограждающих конструкциях.

Комплексный подход к оценке факторов, влияющих на температурный режим зданий, при проведении ремонтов, мог бы послужить примером экологического проектирования, т.к. он, в ряде случаев, позволяет избежать сложных и материалоемких мероприятий по утеплению строительных ограждающих конструкций.

### Литература:

1. ГОСТ 30494-96. Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях. – Введ. 01.03.1999. – М. : Госстрой России, 1999. – 18 с. – (Государственный стандарт Российской Федерации).



2. СП 17.13330.2011. Кровли. - Введ. 20.05.2011. - М. : Изд-во стандартов, 2011. – 61 с.

3. СНиП 23-01-99. Строительная климатология. – Взамен СНиП 2.01.01 – 82; введ. 01.01.2000. - М. : Изд-во стандартов, 2004. – 65 с.

## **НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ УТИЛИЗАЦИИ ФОСФАТНЫХ ШЛАКОВ СИСТЕМ ГАЗООЧИСТКИ ОБЪЕКТОВ ПО УНИЧТОЖЕНИЮ ХИМИЧЕСКОГО ОРУЖИЯ**

Антошин А.Э.<sup>1</sup>, Рейхов Ю.Н.<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,  
Московская область, Российская Федерация*

<sup>2</sup> *ФГБОУ ВПО «Военная академия войск радиационной, химической и  
биологической защиты и инженерных войск им. Маршала Советского Союза  
С.К. Тимошенко Министерства обороны РФ», г. Кострома, Россия*

В Российской Федерации для уничтожения фосфорорганических отравляющих веществ используют двухстадийную технологию [1]. На первой стадии осуществляют дегазацию отравляющих веществ различными дегазирующими рецептурами, на второй – реакционные массы подвергают термической обработке. При этом происходит полное окисление компонентов реакционных масс до оксидов углерода, фосфора, серы, воды, азота. Для процессов термической переработки реакционных масс детоксикации фосфорорганических отравляющих веществ заданными параметрами являются: температура процесса 1200 – 1300 °С и время пребывания газов в печи 1,5 – 2 секунды, коэффициент избытка окислителя 1,2 – 1,3 [1].

При этом происходят полное окисление всех органических веществ и побочные реакции неорганических соединений.

Нами проведен расчет состав продуктов сгорания, образующихся в результате работы системы газоочистки установок по переработке реакционных масс, образующихся при детоксикации фосфорорганических отравляющих веществ типа VX, зарин и зоман ( таблица 1).

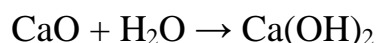
Таблица 1 – Материальный баланс выхода из печи продуктов сгорания

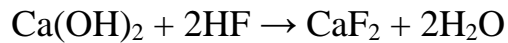
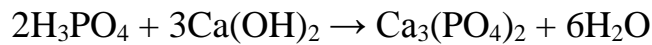
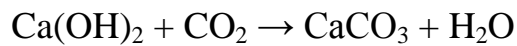
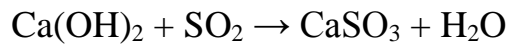
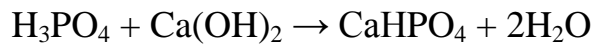
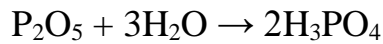
Компонент	Тип реакционной массы (масса продукта сгорания, кг на 1 тонну реакционной массы)		
	детоксикация ОВ типа VX рецептурой РД-4М	детоксикация зарина рецептурой РД-4М	детоксикация зомана вязкого
CO <sub>2</sub>	1805	1802	1938
H <sub>2</sub> O	832	798	848
N <sub>2</sub>	8800	8344	6924
SO <sub>2</sub>	67,2	–	–
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	44,1	127,9	106,5
K <sub>2</sub> SO <sub>3</sub>	44,9	–	–
KPO <sub>3</sub>	78,3	13,8	8,8
K <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	3,7	2,4	1,2
K <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	13,6	–	14,8
KF	–	103,0	86

Для очистки дымовых газов, образующихся при детоксикации фосфорорганических отравляющих веществ, используют так называемый полусухой метод очистки. Его сущность заключается в том, что собственно очистка газов происходит за счет абсорбции удаляемых газообразных кислых компонентов мелкодисперсными каплями суспензии гидроокиси кальция (Ca(OH)<sub>2</sub>).

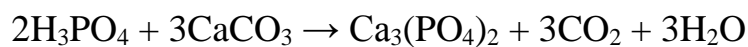
Количество подаваемой в единицу времени гидроокиси кальция определяется расчетом, и обычно превышает стехиометрически необходимое для нейтрализации кислых соединений, поступающих в абсорбер, примерно в 1,2 раза [1].

В абсорбере протекают, в основном, следующие реакции:





Следует отметить, что реакционная способность карбоната кальция при взаимодействии с кислыми компонентами, содержащимися в очищаемых газах, такая же, как у оксида кальция:



В результате работы системы газоочистки образуется смесь неорганических солей, которую хранят на территории объекта по уничтожению химического оружия. Между тем эти шлаки представляю собой потенциальное сырье для последующей физической или химической утилизации. Наиболее целесообразным представляется метод утилизации шлаков путем использования в качестве наполнителей при изготовлении бетонных изделий. Дополнительным аргументом в пользу такого направления является то, что именно так утилизируют отдельные шлаки, образующиеся при работе тепловых электростанций, включая сульфогипсы [2], а также радиоактивные отходы [3].

Для экспериментальной проверки выбранного нами направления были созданы модельные смеси, состав которых по основным компонентам соответствовал составу шлаков системы газоочистки.

Фракционный состав смеси – зёрна менее 5 мм (мелкий заполнитель).

Для испытаний изготовили контрольные образцы, а также образцы бетона с наполнителем по ГОСТ 27006 – 86 «Бетоны. Правила подбора состава». После выдержки в камере естественного твердения были проведены испытания на прочность, водонепроницаемость, морозостойкость и истираемость по гостированным методикам.

Экспериментально показано, что добавление модельных смесей в качестве наполнителей в бетоны марки 300 в количестве до 10 % для шлаков – продуктов газоочистки РМ типа Vx и 12% для продуктов детоксикации зарина и зомана не изменяет ни один из нормируемых показателей: прочность, водонепроницаемость, морозостойкость и истираемость.

#### **Литература:**

1. Ваулин Н. Е., Симнанский А. В., Антошин А. Э., Кочергин А. И. Физико-химические методы переработки известково-фосфатных шлаков, образующихся при детоксикации отравляющих веществ. Химическое и нефтегазовое машиностроение. 2011. №7. С. 38–39.
2. Технология бетона, строительных изделий и конструкций. // Ю.М. Баженов, Л.А. Алимов, В.В. Воронин, и др. М. : Издательство АСВ. 2004. 256 с.
3. Варлаков А. П. Научное обоснование унифицированной технологии цементирования радиоактивных отходов. Автореферат дис. д.т.н. М.: 2011. 51 С.

**АНАЛИЗ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ПОЖАРОВ В МЕСТАХ  
МАССОВОГО СКОПЛЕНИЯ ЛЮДЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ  
ПРОГРАММЫ STATGRAPHICS 5.0**

Ахмеров К.А., Нигматуллина Н.М., Ганцева Е.М.

*ФГБОУ ВПО Уфимский государственный авиационный технический  
университет, г.Уфа, Россия*

По данным МЧС за 2012 год в России произошло 162,9 тысячи пожаров, жертвами которых стали 11,63 тысячи человек. Пожары приносят большие материальные и человеческие потери.

Наиболее опасными, с точки зрения разрушений и человеческих потерь, являются места массового скопления людей. Пожары чаще всего возникают именно там, где люди проводят большую часть своего времени – в офисах, в торговых центрах, в школах и больницах, то есть объектах первой категории пожароопасности. Возгорания в торговых центрах и клубах тяжело ликвидировать в короткие сроки, т.к. в этих помещениях много открытых пространств большой площади и, зачастую, владельцы, в угоду экономии или других личных обстоятельств, не соблюдают правила пожарной безопасности для таких помещений. По результатам проверок торговых центров, чаще всего выявляются нарушения правил безопасности содержания эвакуационных коридоров и путей эвакуации. Часто эти проходы загромождены различными бытовыми или промышленными материалами, а двери эвакуационных выходов не оборудованы системами автоматической разблокировки или просто закрыты на замок.

Среди наиболее частых причин возникновения пожара можно отметить следующие: человеческий фактор, дефекты электрических установок или

нагревательных приборов, самовозгорание, молнии, большое число электроприборов, работающих от одной розетки и т.д.

Статистические данные о наиболее крупных пожарах, произошедших в торговых центрах за 2008-2013 годы приведены в табл.1.

Таблица 1 - Статистика пожаров в торговых центрах в России в 2008-2013 гг.

Дата и место	Площадь возгорания, кв.м	Категория сложности пожара	Погибшие/пострадавшие	Причина пожара
28 июня 2008 года во Владивостоке	1600	5	0	Нарушение правил эксплуатации электрооборудования
18 сентября 2008 года в Москве	1000	3	1	Неисправность электропроводки
15 мая 2009 года в Омске	1000	5	0	Неосторожное обращение с огнем
20 июля 2010 года в Омске	>6000	4	0	Наличие легковоспламеняющихся и горючих жидкостей
22 января 2011 года в Уфе	9000	3	2/13	Нарушение правил эксплуатации электрооборудования
6 мая 2011 года в Самаре	2500	3	6/39	Загорелись стройматериалы
21 февраля 2012 года в г. Лесосибирск	>3300	5	0	Неосторожное обращение с огнем неустановленных лиц
7 марта 2012 года в Санкт-Петербурге	1500	3	0	Короткое замыкание
В ночь на 1 января 2013 года во Владикавказе	800	3	0	Электрическая проводка или пиротехника
9 января 2013 года в Краснодарском крае	1500	2	0	Ремонтно-сварочные работы
2 апреля 2013 года в г. Черемхово	1500	2	0	Неисправность электропроводки
13 мая 2013 года в поселке Новая Тура	21000	3	0	Короткое замыкание бытового электроприбора
8 августа 2013 года в Кирове	600	4	0	Неисправность электропроводки
11 ноября 2013 года в Москве	500	4	0	Загорелся строительный мусор на крыше магазин

По представленным статистическим данным трудно провести анализ пожаров, выделить группы городов и определить зависимость проблем

пожаробезопасности от различных признаков. Такая группировка позволила бы подобрать наиболее эффективные меры для предотвращения пожаров в каждом отдельном случае.

Провести такой анализ позволяет программа Statgraphics 5.0., которая является статической графической системой, включающей широкий диапазон статических функций с большими графическими возможностями и содержащая, практически, все известные методы обработки статистических данных.

Интеллектуальный анализ с использованием компонентного и кластерного методов позволяет представить статистические данные в наглядной форме. Для выполнения анализа нужно выделить несколько решающих признаков, характеризующих пожар. При помощи этого анализа можно исследовать полезные концептуальные схемы группирования объектов, выдвигать гипотезы на основе исследования данных, проверять эти гипотезы или исследования для определения, действительно ли группы, выделенные тем или иным способом, присутствуют в имеющихся данных. В ходе компонентного анализа определяются количество кластеров, пожарная ситуация в каждом кластере, а также примерное распределение объектов в кластерах. В кластерном анализе определяется точное распределение объектов по кластерам, исходя из результатов компонентного анализа.

Таким образом, интеллектуальный анализ позволяет выбрать наиболее эффективные меры для того, чтобы уменьшить количество пожаров в разных городах.

### **Компонентный анализ:**

Данный метод предназначен для визуализации данных. Целью компонентного анализа является выявление структуры данных на основе выяснения взаимоотношений между объектами и их признаками. Результатом применения этого метода является визуальное представление о структуре данных. Используя статистические данные, приведенные в табл. 1, были

выделены основные признаки пожара: площадь возгорания, категория и количество пострадавших человек.

Исходные данные были занесены в таблицу Statgraphics (рис. 1).

	Площадь возгорания	Категория	Пострадало человек
1	1600	5	0
2	1000	3	1
3	1000	5	0
4	6000	4	0
5	9000	3	15
6	2500	3	45
7	3300	5	0
8	1500	3	0
9	800	3	0
10	1500	2	0
11	1500	2	0
12	21000	3	0
13	600	4	0
14	500	4	0

Рисунок 1 - Исходные данные

На рис. 2 представлена сводка результатов, полученная методом главных КОМПОНЕНТ.

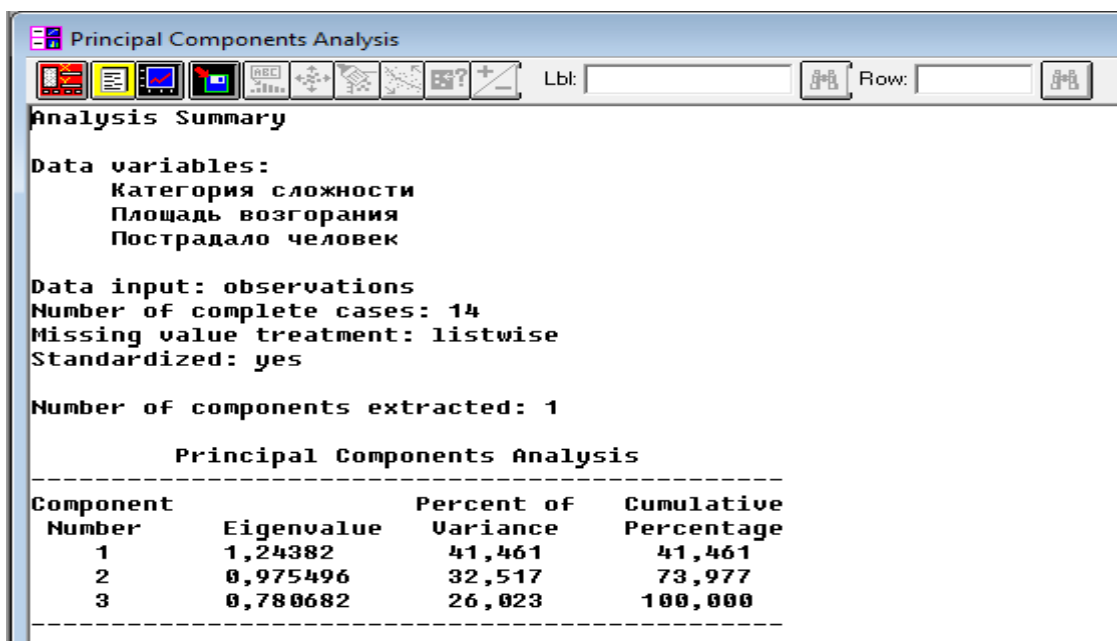


Рисунок 2 - Сводка результатов анализа методом главных компонент

В сводке результатов (рис. 2) перечислена следующая информация:

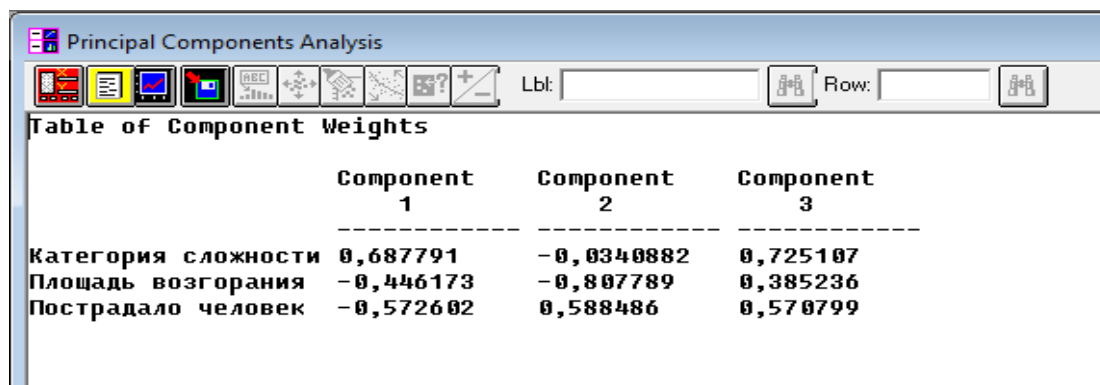


- переменные данные (Data variables), т.е. признаки, по которым производится компонентный анализ - площадь возгорания, категория и количество пострадавших человек;
- Вводимые данные (Data input) являются результатом научных наблюдений (observations);
- Указано количество объектов анализа – 14;
- Один из основных способов исключения пропущенных значений из анализа – listwise;
- Данные стандартизованы.

Также представлена информация о: собственных значения компонент (Eigenvalue), которые представлены в коэффициентах, проценте дисперсии (Percent of Variance), приходящейся на каждую компоненту и накопленном проценте дисперсии (Cumulative Percentage).

Приведенные цифры говорят о том, что первые две компоненты описывают почти 74% дисперсии исходных данных.

На рис. 3 приведена таблица весов признаков в главных компонентах:



The screenshot shows a software window titled "Principal Components Analysis". Below the title bar is a toolbar with various icons. The main content area displays a table titled "Table of Component Weights". The table has three columns labeled "Component 1", "Component 2", and "Component 3". The rows represent the variables: "Категория сложности", "Площадь возгорания", and "Пострадало человек".

	Component 1	Component 2	Component 3
Категория сложности	0,687791	-0,0340882	0,725107
Площадь возгорания	-0,446173	-0,807789	0,385236
Пострадало человек	-0,572602	0,588486	0,570799

Рисунок 3 - Таблица весов признаков в главных компонентах

Полученные данные характеризуют значимость исходных признаков.

Как видно из полученных данных о весовых коэффициентах, в 1-й компоненте признак «Категория сложности» имеет большой положительный коэффициент для того, чтобы участвовать в формировании закономерности

типа «классификация». Во 2-й компоненте – «Пострадало человек», в 3-й признаки – «Категория сложности пожара» и «Пострадало человек».

На основе полученных данных построена 3-D диаграмма рассеивания всей совокупности пожаров в пространстве выделенных трех компонент (рис.4):

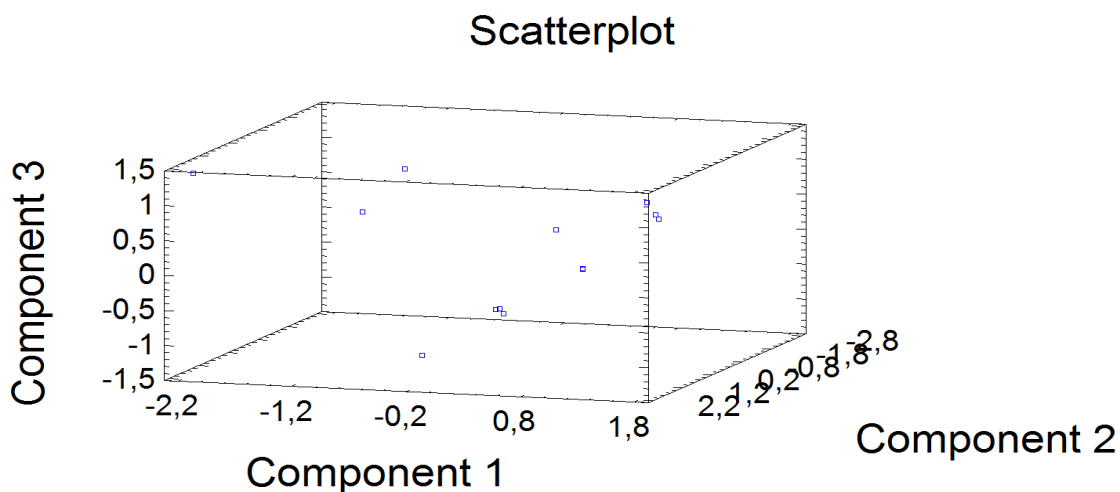


Рисунок 4 - Проекция исследуемых городов в пространстве трех главных компонент

По полученной 3-D модели можно отметить, что вся исследуемая совокупность разделилась на три достаточно четко выраженные группы:

- 1) маленькая площадь возгорания и высокая категория сложности;
- 2) маленькая площадь возгорания и средняя категория сложности;
- 3) большая площадь и средняя категория сложности пожара.

### **Кластерный анализ:**

Кластерный анализ — многомерная статистическая процедура, выполняющая сбор данных, содержащих информацию о выборке объектов, и затем упорядочивающая объекты в сравнительно однородные группы.

Задачами кластерного анализа является проведение классификации объектов с учетом множества признаков, проверка выдвигаемых предположений о наличии некоторой структуры в изучаемом множестве объектов, построение новых классификаций для слабо изученных явлений, то

есть поиск в изучаемом множестве заранее неизвестной структуры. То есть, на основании данных, содержащихся во множестве, можно разбить множество объектов на целое число кластеров (подмножеств) так, чтобы каждый объект принадлежал одному и только одному подмножеству разбиения и чтобы объекты, принадлежащие одному и тому же кластеру, были сходными, в то время как объекты, принадлежащие разным кластерам, были разнородными.

Кластерный анализ также осуществляется в программе Statgraphics, количество кластеров такое же, как и у компонентного анализа.

На рис. 5 представлена информация для проведения кластерного анализа.

В сводке перечислены анализируемые компоненты, указано число объектов – 14, число кластеров – 3, количество объектов в каждом кластере и их процентное отношение от общего числа. Представлена информация: об используемом методе кластеризации «Clustering Method», т.к. в рассматриваемом случае небольшое количество наблюдений и алгоритм нацелен на выделение кластеров с приблизительно равным количеством элементов, то выбираем метод Варда.

```
Analysis Summary
-----
Data variables:
  Категория сложности
  Площадь возгорания
  Пострадало человек

Number of complete cases: 14
Clustering Method: Ward's
Distance Metric: City-Block

Cluster  Members  Percent
-----
1         6         42,86
2         5         35,71
3         3         21,43
-----

Centroids

Cluster  Категория сл  Площадь возг  Пострадало ч
-----
1         4,5          2166,67      0,0
2         2,6          1260,0       0,2
3         3,0          10833,3      20,0
-----
```

## Рисунок 5- Первичная сводка кластерного анализа

Также представлена информация о выбранной метрике «Distance Metric» (метрика – расстояние между объектами), количестве объектов в каждом кластере, соответствующем проценте населенности, а также проценты центроидов («Centroids») для каждого кластера, которые показывают среднее значение по каждому признаку. На рис. 6. показана иерархическая структура группирования объектов в виде дендрограммы.

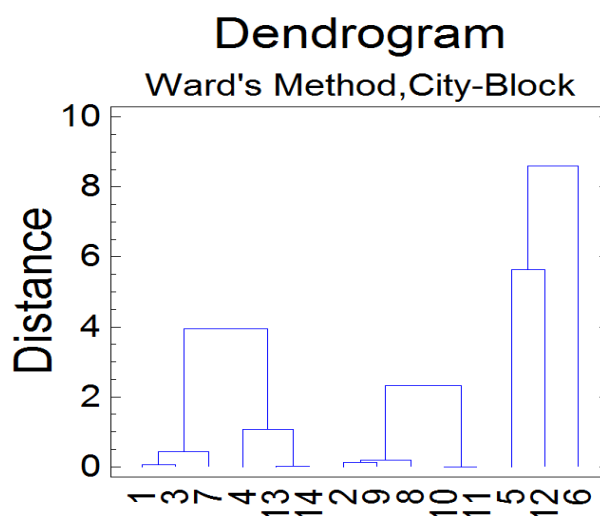


Рисунок 6 - Дендрограмма

На дендрограмме (рис.6) представлены три дерева. По горизонтальной оси расположены номера объектов наблюдения, которые были скомбинированы в соответствии с последовательностью объединения. По вертикали отложены расстояния, при которых происходят объединения кластеров.

В таблице «Membership Table» (рис. 7) представлены номера объектов и номера кластеров, которым они принадлежат.

<b>Membership Table</b>	
<b>Clustering Method: Ward's</b>	
<b>Distance Metric: City-Block</b>	
<b>Row</b>	<b>Cluster</b>
1	1
2	2
3	1
4	1
5	3
6	3
7	1
8	2
9	2
10	2
11	2
12	3
13	1
14	1

Рисунок 7 - Таблица «Membership Table»

Информация о кластерах и их объектах представлена в виде табл. (табл. 2).

Таблица 2 - Таблица кластеров и их объектов

<b>Номер кластера</b>	<b>Характеристика</b>	<b>Список городов</b>
Кластер №1	маленькая площадь возгорания и высокая категория сложности	Владивосток, Омск, Лесосибирск, Киров, Москва
Кластер №2	маленькая площадь возгорания и средняя категория сложности	Санкт-Петербург, Владикавказ, Краснодарский край, Черемхово
Кластер №3	большая площадь и средняя категория сложности пожара	Уфа, Самара, Татарстан

Самым сложным кластером является первый, т.к. он имеет наивысшую категорию сложности, что требует больших трудовых затрат, единиц спец. техники, а также оперативной работы.

На рис. 8 представлена диаграмма рассеивания, которая показывает, как группируются исследуемые наблюдения на плоскости двух переменных «Категория сложности» и «Площадь возгорания».

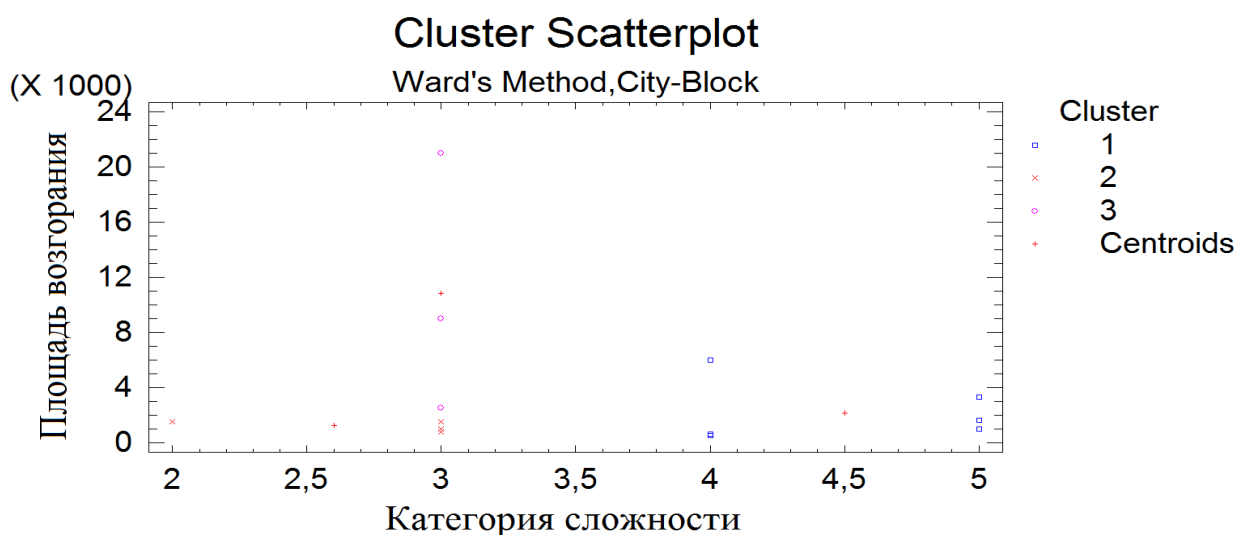


Рисунок 8 - Диаграмма рассеивания, полученная в результате кластерного анализа

В результате проведенного анализа были выявлены города с самой высокой категорией сложности пожаров - Владивосток, Омск, Лесосибирск, Киров и Москва. Для этих городов должны быть предприняты особые меры по обеспечению пожарной безопасности, т.к. в некоторых городах, помимо высокой категории сложности, также наблюдается большая частота возникновения пожаров, чем в других городах. Это говорит о низком уровне пожаробезопасности, неудовлетворительном техническом состоянии находящихся в эксплуатации электрических сетей низкого напряжения, низком качестве электроприборов и несоответствии их стандартам безопасности, отсутствии эффективных служб контроля безопасности эксплуатации электроустановок, несоблюдении правил пожарной безопасности при эксплуатации бытовой техники и низкой эффективности электрической защиты от аварийных режимов.

Для того чтобы максимально обезопаситься от возникновения пожара, свести к минимуму потенциальный риск несчастных случаев при пожаре, а также сохранить имущество необходим комплексный подход к пожарной безопасности. Необходимо решать такие задачи как:

- установка систем автоматического пожаротушения;
- установка систем локализации огня, которые в случае возникновения возгорания будут препятствовать перекидыванию огня на соседние секции;
- организация использования негорючих и пожаростойких материалов при строительстве и отделке;
- наличие планов эвакуации;
- обеспечение наличия в открытом доступе систем ручного пожаротушения;
- обеспечение наличия достаточного количества входов и выходов, через которые может быть организована эвакуация людей без возникновения паники и давки.

Эти меры помогут обеспечить более высокую степень защиты от пожаров для мест массового скопления людей.

## **ПЕРСПЕКТИВЫ СЕРТИФИКАЦИИ ПРЕДПРИЯТИЯ ПО ISO 14000**

Балакирева С.В., Маллябаева М.И.

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

В настоящее время в условиях повышенной конкуренции на мировом рынке и насыщении его продукцией предприятие нефтегазового профиля должно выбрать эффективный тип экологического управления из существующих: управление, ориентированное на выполнение требований (пассивное предприятие); превентивное управление (эффективное предприятие); стратегическое экологическое управление (экологическая концепция); управление устойчивым развитием (активное предприятие).

Последний тип управления (наиболее эффективный) предполагает внедрение международных стандартов, в том числе и по экологическому менеджменту.

Перспективы получения сертификата по ISO 14000 связано с улучшением результативности экономической деятельности: преимущества у предприятия в инвестиционной политике государства, инвесторов и банков, получении государственных заказов, страховании деятельности, выходе на международный рынок, отношении с партнерами и общественностью, обеспечении рационального использования, охраны и воспроизводства природно-ресурсного потенциала и осуществлении превентивных мер по неблагоприятному воздействию предприятия на условия жизнедеятельности общества и состояния окружающей среды и др.

ISO 14000 позволяет на всех этапах жизнедеятельности предприятия (получение сырья (ресурсов) из внешнего окружения, осуществление производственного процесса - изготовление продукции (товаров, услуг), передача готовой продукции во внешнюю среду) отвечать требованиям отечественной нормативно-правовой базе и международному уровню, на котором функционируют экономически развитые страны.

Ключевую роль в оптимизации процессов жизнедеятельности предприятия, мобилизации его ресурсов на их осуществление принадлежит менеджменту предприятия, нацеленному на экономические показатели, в который экологический менеджмент входит как составная, неотъемлемая часть, позволяющая через улучшение экологических показателей добиться выполнения экономических результатов бизнеса.

Внедрение системы стандартов экологического менеджмента (СЭМ) проявляется в повышении качества управления предприятием во внешней и внутренней его средах (рисунок 1) с учетом особенностей факторов влияния на предприятие (таблица 1).





Рисунок 1 - Факторы среды предприятия

Стандарт ISO 14000 основывается на методологии улучшений цикла Деминга: «Планирование – Выполнение – Контроль – Действие».

Сертификация по ISO 14000 добровольная, стандарт не устанавливает абсолютных (количественных) требований к экологической результативности, выходящих за рамки обязательств экологической политики, основанной на экономическом развитии предприятия.

Таблица 1- Особенности факторов влияния на предприятие

Сфера прямого воздействия		Сфера косвенного воздействия	
1	Непосредственное деловое окружение (прямое и обратное влияния)	1	Почти одинаковое общее внешнее окружение для предприятий
		2	Скорость воздействия факторов не одинакова для предприятий
2	Внутренняя среда предприятия включает потенциал, позволяющий во времени: ◆ функционировать, ◆ существовать, ◆ выживать, ◆ развиваться	3	Неопределенность ситуации ◆ экономический кризис, ◆ экологический кризис, ◆ экономические санкции может привести на грань краха
		4	Взаимосвязь факторов внешнего окружения в условиях мирового рынка (совместные предприятия, поставка продукции за рубеж требует внедрение и применение международных стандартов...)
3	Внутренняя среда является источником проблем (гибели) предприятия, когда не обеспечивает необходимого функционирования предприятия		

Сертификация по ISO 14000 не гарантирует получения оптимального экологического результата и экономической эффективности. Результат возможен только при внедрении современных экономических механизмов рационального природопользования: оценки экологических рисков (значимых экологических аспектов предприятия), оценки жизненного цикла продукции, внедрении наилучших доступных технологий, экологического страхования, ресурсо- и энергосбережения, экологического аудита, то есть с применением стандартов серии «Экологический менеджмент» (рисунок 2).

Так, энергосбережение связано с регулированием воздействия на компоненты биосферы (атмосфера, литосфера, гидросфера), техносферу и социосферу, определяется четырьмя стадиями жизненного цикла продукции (таблица 2) [1].



Рисунок 2 - Классификация стандартов серии «Экологический менеджмент»

Таблица 2 - Обеспечение энергоэффективности во взаимосвязи с энергосбережением на стадиях жизненного цикла продукции

№	Стадия	Проявление энергосбережения
1	Нормирования (нормативно-правовая база для стадий жизненного цикла продукции)	Энергоэффективность
2	Проектирования	Энергосодержание (изделие)
3	Изготовления	Энергоемкость (производство)
4	Использования	Энергоэкономичность (применение)

Показатели результативности СЭМ определяются по трем направлениям [2]: результативность управления (показатели внедренной экологической политики и программ; обеспечение соответствия; финансовые характеристики; отношения с общественностью), результативность функционирования (сырье и материалы, энергия, услуги на внутренние и внешние цели, материальные

объекты и оборудование, снабжение и поставка, продукция, отходы, выбросы и сбросы) и состояние окружающей среды (показатели общего характера; местные, региональные, национальные или глобальные).

Конечно, предприятие, заинтересованное получить максимальную результативность в СЭМ, будет активно использовать свой внутренний потенциал. Например, при обращении с отходами производства и потребления следует оценивать и анализировать показатели, связанные не только с природоемкостью производства по отходам; годовым количеством опасных, восстанавливаемых или повторно используемых отходов; общим количеством отходов, накапливаемых и размещаемых на предприятии с регистрацией места хранения в ГРОРО или получением лицензии на размещение, или передающимся по договорам в специализированные предприятия для переработки, нейтрализации, хранения или захоронения; годовым количеством отходов, преобразуемых в используемые материалы или исключенных путем замены материалов (технологии) производства; количеством обученных работников на право обращения с опасными отходами, но и показатели, связанные с экономией, достигнутой в результате предотвращения загрязнения или рециклинга отходов; количеством рециклированных материалов и энергии, генерируемой попутно с продукцией или процессом, полученной на основе утилизации отходов; количеством типов отходов, производимых в предлагаемых контрактных услугах; количеством продукции, которая может быть повторно использована или восстановлена и ее процентная доля. Отходы производства и потребления необходимо рассматривать на всех этапах жизнедеятельности предприятия и жизненного цикла отходов с учетом взаимоотношений предприятия со своими внешней и внутренней средами.

Документооборот по СЭМ не обременителен, так как большая часть показателей фиксируется в документах отечественного законодательства (например, по отходам производства и потребления: лицензии на обезвреживание и размещение отходов, регистрация мест хранения отходов в

ГРОРО, проект НООЛР, первичные формы учета отходов, инструкции по отходам, должностные инструкции, сертификаты о прохождении обучения, техрегламенты, формы государственной статотчетности (4-ОС; 18-КС, 2-ТП (отход), 2-ТП (рекультивация), 4 ТЭР), результаты контроля и проверок). Объем документов СЭМ, не имеющих прямых аналогов в отечественном законодательстве, занимает 1-2 страницы, также оценка и анализ конечных показателей требует построения графиков, составления таблиц с учетом временных характеристик.

При внедрении СЭМ следует применять процессорный подход, увязывая требования пунктов ISO 14001 «СЭМ. Требования и руководство по применению» (п.п. 4.2 - 4.6) в единые процессы, основанные на цикле «Планирование – Выполнение – Контроль – Действие». Процессорами могут служить: экологические (значимые) аспекты, законодательные требования, внешнее и внутреннее окружение предприятия.

#### **Литература:**

1. ГОСТ Р ИСО 14031-2001. Управление окружающей средой. Оценивание экологической эффективности. Общие требования.
2. ГОСТ Р 54298-2010. СЭМ. Порядок сертификации систем экологического менеджмента на соответствие ГОСТ Р ИСО 14001-2007.

### **ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА В ОБЛАСТИ СПЕЦИАЛЬНЫХ ДИСЦИПЛИН**

Балакирева С.В., Маллябаева М.И.

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

Изучение и усвоение знаний специальных дисциплин экологического профиля – сложный, многогранный и трудоемкий процесс, который включает

приобретение теоретических знаний и практических навыков, умений по специальности в области конкретной дисциплины, необходимых и востребованных на рабочем месте.

Более эффективное усвоение знаний дисциплины происходит на практических занятиях, построенных на изучении изменений производственных ситуаций. Практическое занятие как важнейшая форма образовательного процесса требует (роль преподавателя) эффективной схемы проведения, планируется активная деятельность студента с задействованием максимально возможных образовательных методик и приемов.

Рассмотрим проведения практического занятия по теме «Плата за негативное воздействие на окружающую среду (водная среда)» (6 часовое) по дисциплине «Экономика и прогнозирование промышленного природопользования».

Цель занятия отвечает его названию, а задачами образовательного процесса являются – усвоение материала с учетом требований заинтересованных сторон - предприятия и государственных органов по экологии (Минприроды России, Росприроднадзора, Росводресурсы).

Результаты образовательного процесса (практическое занятие) связаны с усвоением студентами знаний о нормативных и правовых документах в области платы за негативное воздействие на окружающую среду (НВОС), об особенностях исчисления платы – возможные варианты и изменения производственной ситуации. Студенты должны научиться пользоваться основными методами математического аппарата, оценки и анализа в решении поставленной задачи; познакомиться с требованиями Минприроды России, Росприроднадзора и Росводресурсы (выход в Интернет на соответствующие сайты); приобрести навыки в работе с отчетностью по плате за НВОС и ее сдаче, в том числе и с электронной отчетностью, установленной требованиями Минприроды России, а также получить знания по заполнению форм статотчетности (4-ОС и 2-ТП (водхоз)).

В начале практического занятия преподаватель в краткой форме акцентирует внимание студентов на ключевых моментах темы (материал подробно представлен в соответствующей методичке) и знакомит студентов с теорией (слайды). Студенты фиксирует в тетради основы теории по предложенной преподавателем блок-схеме (рисунок 1).



Рисунок 1 - Блок-схема конспекта

Обязательно разбираются примеры расчета по плате за НВОС и заполнения таблиц (форм статотчетности 4-ОС и 2-ТП (водхоз)); рассматриваются требования по электронной отчетности (выход в Интернет, сайты Росприроднадзора РБ и Росводресурсов) и по программному обеспечению «EcoReport», «Модуль природопользователя»; приводятся примеры платы за НВОС и статотчетности по действующему предприятию.

Форма подачи материала, совместное обсуждение и заполнение форм (примеров) позволяет студентам эффективно усвоить теоретический материал, который закрепляется выполнением задания (по вариантам), оформлением электронной отчетности по плате за НВОС и заполнением форм статотчетности 4-ОС и 2-ТП (водхоз).

Рассмотрим задание на примере одного из вариантов.

На предприятии, расположенном в Татарстане в бассейне реки Кама в курортной местности, со сточными водами в 2013 году были сброшены загрязняющие вещества в объеме, представленном в таблице 1:

Таблица 1 - Сброс загрязняющих веществ в водный объект

№	Наименование загрязняющих вредных веществ	Нормативы НДС, т/год	Разрешение на временные сбросы, т/год	Сброшено за год, т
1.	Азот аммониевых соединений	70,500	-	75,000
2.	Алюминий (Al 3+)	2,600	0,200	3,200
3.	Калий (K +)	7,200	-	8,000
4.	Бензол	0,200	0,010	0,100

Задание:

1. Выполнить расчет платы за НВОС за 2 квартал 2013 года при четырех производственных условиях:

А) при безаварийной работе предприятия,

Б) при аварии, происшедшей по вине природопользователя (авария длилась 1 месяц – май месяц),

В) при завершении срока действия допустимых нормативов (тома НДС) и разрешения на лимиты (20 марта указанного по заданию года) и отсутствия новых документов;

Г) при сбросе загрязняющих веществ на рельеф местности без соответствующего разрешения.

Предприятие само определяет фактический сброс за квартал на основе результатов анализов, регистрируемых в журнале учета. Превышение сброса



было равномерное в течение года и учитывалось при плате за НВОС ежеквартально.

2. Заполнить форму платы за НВОС (статотчетность, форма 4-ОС).

3. Заполнить форму платы за НВОС в электронном варианте (электронный отчет Росприроднадзора Минприроды РБ по сбросам загрязняющих веществ предприятия в водные объекты, программы «EcoReport» или «Модуль природопользователя»).

4. Познакомиться и заполнить форму статотчетности 2 – ТП (водхоз).

Итог работы оформляется в виде отчета (форма предлагается), который оценивается в баллах. Также студенты получают по теме домашнее задание - решить нескольких задач разной сложности (по 1-2 веществам).

Проверка качества знаний (защита работы) проходит в два этапа: вначале решается задача, далее при правильном ответе студенту предлагается проверить теоретические знания – ответить на вопросы или тесты (по материалам учебно-методического пособия) и заполнить одну из форм электронной отчетности по предложенному преподавателем веществу.

## **ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ АСФАЛЬТОБЕТОННОГО ЗАВОДА**

Кусова И.В., Батанина А.В.

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

Возрастающие объемы и темпы строительства, ремонта и содержания автомобильных дорог определяют развитие производства дорожно-строительных материалов на производственных предприятиях различного

типа: асфальтобетонных заводах, цементобетонных заводах, заводах железобетонных конструкций и т.д. Основным материалом, используемый для прокладки дорог, это асфальтобетон.

Асфальт (асфальтобетон) – это плотная смесь для различных дорожных покрытий, состоящая из битума, минерального порошка, щебня и песка. Асфальтобетонные заводы (АБЗ) являются основными производственными предприятиями дорожного хозяйства и предназначены для приготовления различных асфальтобетонных смесей для строительства, реконструкции и ремонта слоев асфальтобетонного покрытия [1].

В результате производственной деятельности АБЗ в окружающую среду выделяются такие загрязняющие вещества, как сажа, углеводороды, оксиды углерода и азота, оксиды серы, фенол, бенз(а)пирен, смолистые вещества, пятиокись ванадия, формальдегид. Основным ингредиентом, содержащимся в выбросах предприятий по производству асфальтобетонных смесей, а также предприятий по добыче и переработке каменных материалов, является неорганическая пыль. Выделение большого количества вредных веществ обусловлено высокой температурой приготовления асфальтобетона. Существенное влияние на качество выбросов асфальтобетонных заводов оказывает тип асфальтобетонной смеси, вид применяемого топлива, а также техническое состояние оборудования на предприятии [2].

Асфальтобетонные заводы являются одним из наиболее многочисленных источников загрязнения атмосферы. Факторами, подтверждающими актуальность задачи обеспечения экологической безопасности асфальтобетонных заводов, являются:

- многочисленность функционирующих в России смесителей АБЗ (более 2500 шт.) и токсичность их выбросов в атмосферу;
- наличие сырьевой проблемы, связанной с утилизацией пыли смесителей АБЗ и ее последующим использованием вместо минерального порошка;

- необходимость совершенствования топочных процессов в АБЗ, обеспечивающих экономию углеводородного топлива и снижение экологического ущерба [3]. В связи с этим рассмотрение данной темы является актуальным.

Целью данной работы является разработка мероприятий по снижению негативного воздействия асфальтобетонного завода на окружающую среду.

Производство асфальтобетона, связанное с превращением сырья в различные состояния и с различными физико-механическими свойствами, а также с использованием разнообразной степени сложности технологического оборудования и вспомогательных механизмов, представляет собой сложный технологический процесс, который сопровождается выделением больших количеств полидисперсной пыли, вредных газов и других загрязнений.

Заводы по производству асфальтобетонных смесей, предназначенных для строительства, ремонта и реконструкции автомобильных дорог, являются активными источниками воздействия на окружающую среду [2].

Асфальтобетонный завод включает четыре цеха: смесительный, камнедробильный, цех минерального порошка и битумный (рисунок 1).

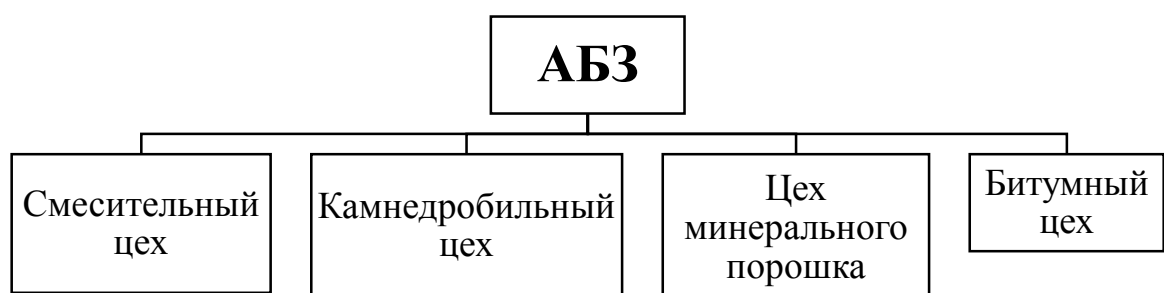


Рисунок 1 – Структура АБЗ

Для выполнения всего комплекса технологических операций в состав АБЗ входит следующее технологическое оборудование: асфальтосмесительные

установки; приемные устройства для каменных материалов, площадки для их хранения и машины для их подачи в бункеры асфальтосмесительных установок; приемные устройства для битума, хранилища (емкости) для битума, битумонагревательное оборудование, битумные насосы; приемные устройства и площадки для бочек с ПАВ или емкости для ПАВ, нагреватели для ПАВ и насосы для их подачи к смесителю; приемные устройства и емкости для хранения минерального порошка и насосы (пневмосистемы) для подачи его к смесителю; загрузочное устройство (скап или элеватор) готовой смеси, бункеры-накопители готовой смеси; дробильно-сортировочное оборудование для получения требуемых фракций щебня и песка [3].

Помимо основного технологического оборудования в состав АБЗ могут входить: оборудование для приготовления и хранения битумных эмульсий; хранилища топлива (газа, дизтоплива или мазута); постройки административно-бытового назначения; объекты электроэнергетического обеспечения; котельные.

Минеральные материалы доставляются на промплощадку автомобильным транспортом и хранятся на открытых складах. Со складов минеральные материалы ленточным транспортером подаются в сушильный барабан асфальтосмесителя. Склады, транспортеры и места пересыпки минеральных материалов являются неорганизованными источниками выбросов неорганической пыли с содержанием кремния диоксида 20-70 %.

Битум доставляется на предприятие автотранспортом, хранение осуществляется в 2-х металлических заглубленных емкостях (800 м<sup>3</sup>). Перед подачей в асфальтосмесительную установку битум сливается в рабочий котёл (18 м<sup>3</sup>) и нагревается до нужной температуры (160°С). Гудрон также доставляется на предприятие автотранспортом, хранение осуществляется в металлической заглубленной емкости объёмом 600 м<sup>3</sup>, а также металлической наземной вертикальной емкости объёмом 300 м<sup>3</sup> [2].

Приготовление асфальтобетонной смеси осуществляется в асфальтосмесительной установке. Все стадии приготовления асфальтобетона сопровождаются выделением вредных веществ в атмосферу вследствие поступления загрязняющих веществ от различных источников, как основного, так и вспомогательного производств.

При работе АБЗ образуется, в первую очередь, пыль. Основными зонами наиболее интенсивного выделения пыли являются дымовая труба, разгрузочная и загрузочная коробки сушильного барабана. Пыль образуется также при работе «горячего» элеватора, грохочения сухого песка и щебня, при подаче и дозировании минерального порошка и сухих горячих каменных материалов, перемещения материалов транспортерами и в процессе дробления. Значительное выделение пыли происходит и в процессе ее сдувания с поверхности открытых складов хранения, особенно склада песка, а также в процессе пересыпки материалов [5].

При работе погрузчика в атмосферу выделяется оксид и диоксид азота, диоксид серы, оксид углерода, сажа, керосин.

От установок приема, хранения и разогрева мазута и битума в атмосферу поступают углеводороды, состав которых весьма широк: диоксида азота, оксида углерода, пыли неорганической. При сжигании топлива в котле в атмосферу выделяются оксид и диоксид азота, оксид углерода, бенз(а)пирен.

Инвентаризация источников выбросов проведена расчетным методом на основании данных по сырью, производительности оборудования, режимов его работы и других характеристик. Структура выбросов загрязняющих веществ от асфальтобетонной установки представлена на рисунке 2.

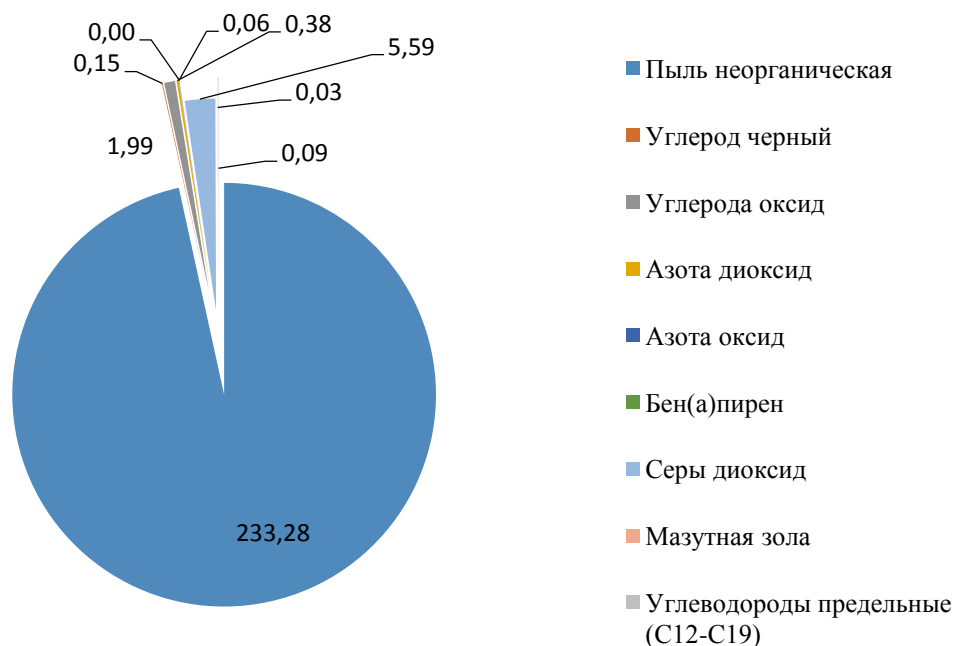


Рисунок 2 – Вклад загрязняющих веществ, выбрасываемых в атмосферу от асфальтобетонной установки

Из рисунка 2 видно, что наибольший вклад в загрязнение атмосферы асфальтобетонной установкой вносит пыль неорганическая. Динамика выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от АБЗ представлена на рисунке 3.

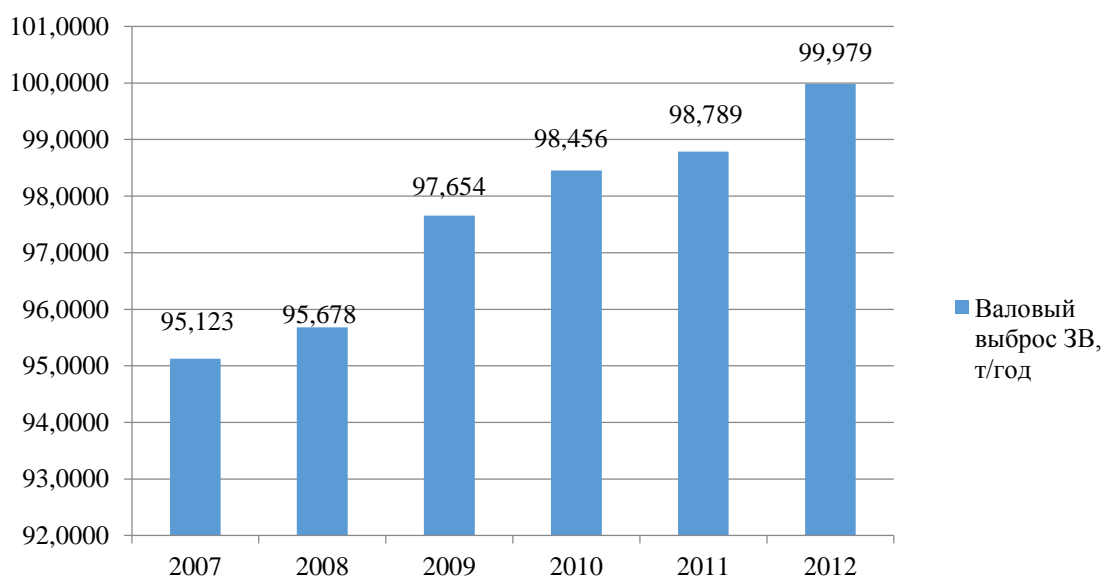


Рисунок 3 – Динамика выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от АБЗ, т/год

Развитие сети автомобильных дорог увеличивает потребление строительных материалов, следовательно, выброс загрязняющих веществ от асфальтобетонного завода имеет такие же тенденции. Анализируя динамику выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от АБЗ, можно сделать вывод, что для снижения негативного воздействия на окружающую среду необходимо спроектировать систему очистки воздушной среды от пыли.

Для очистки газов и пылеулавливания на АБЗ применяются различные методы очистки: сухая, мокрая и электрическая очистка (рисунок 4) [5].

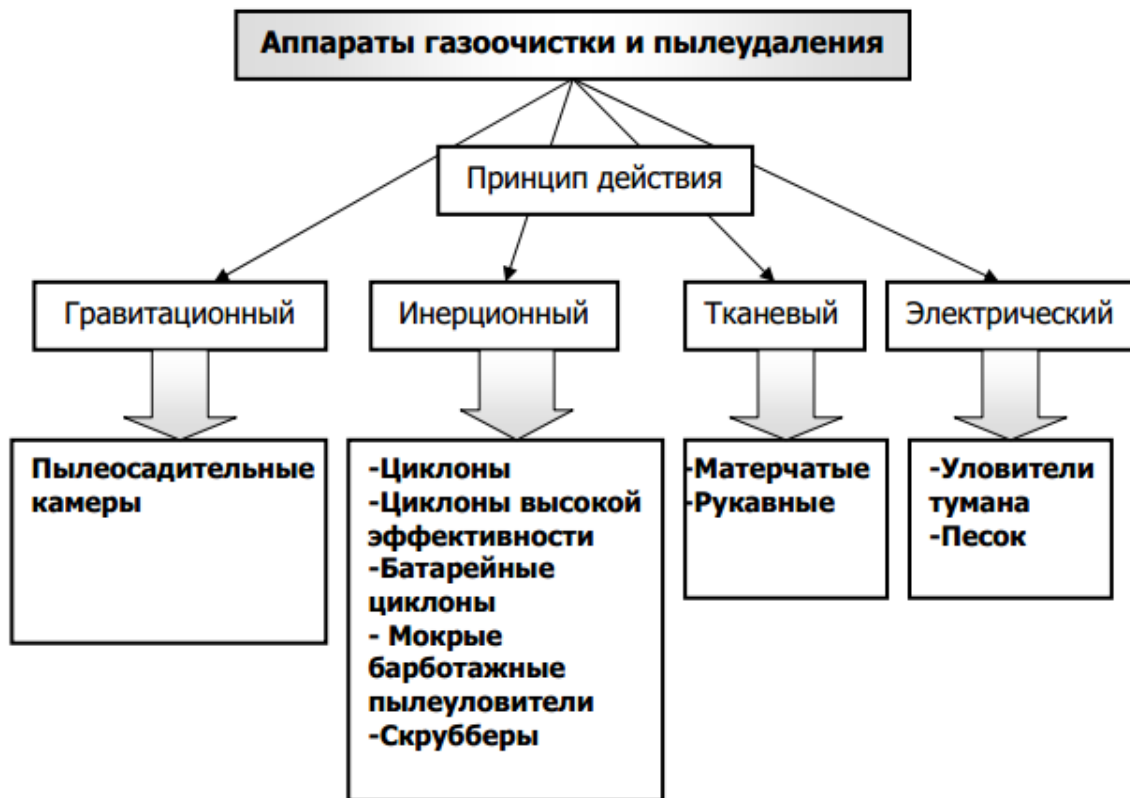


Рисунок 4 – Аппараты очистки выбросов АБЗ [25]

Выбор метода и аппарата для улавливания пыли в первую очередь зависит от дисперсного состава пылевидных частиц [4].

Анализ достоинств и недостатков оборудования очистки газов от пыли показал, что выбор циклона обусловлен его экономичностью и эффективностью, по сравнению с аналогичными аппаратами других марок.

Однако один циклон по параметрам работы не может обеспечить требуемого уровня защиты атмосферного воздуха в ходе функционирования установки. Эффективность работы циклона при такой дисперсности составляет около 40-70%. Применение рукавного фильтра повысит эффективность очистки отходящих газов. Дополнительным аргументом в поддержку двухступенчатой очистки служит экономическая целесообразность. При двухступенчатой очистке происходит практически полное улавливание пыли 98-99 % (рисунок 5).

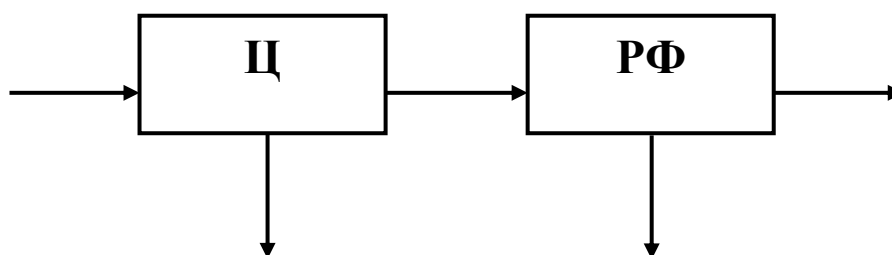


Рисунок 5 – Предлагаемая схема очистки выбросов АБЗ

Таким образом, для снижения негативного воздействия на среду обитания предлагается разработать технологическую схему очистки запыленного воздуха, состоящую из циклона и рукавного фильтра.

Запыленный воздух подается на первую ступень очистки – циклон (Ц), в котором подвергается вращательному движению, твердые частицы пыли дисперсностью более 5 мкм под действием центробежной силы оседают и отводятся в бункер.

Далее газоздушный поток поступает на вторую ступень очистки – рукавный фильтр (РФ), где более мелкие твердые частицы пыли дисперсностью менее 1 мкм осаждаются на фильтрующем слое и удаляются в бункер. Часть очищенного газоздушного потока направляется на обратную продувку рукавного фильтра, а часть выбрасывается в атмосферу. Уловленная пыль подается шнеком в производство асфальтобетона.

Для определения экономической эффективности усовершенствованной схемы очистки выбросов был произведен сравнительный анализ результатов



расчетов платы за выбросы загрязняющих веществ до и после внедрения схемы очистки выбросов, который показал экономическую выгоду для АБЗ.

Таким образом, разработаны мероприятия по снижению негативного воздействия асфальтобетонного завода на окружающую среду.

### **Литература:**

1. Отраслевой портал о дорожном строительстве, стройматериалах и технологиях. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.asphalt.ru> (12.01.13).
2. Манохин В.Я. Основные проблемы экологической безопасности производства асфальтобетона. БЖД // М.: Наука. - 2007. – №5. – С. 37-40.
3. Стационарные асфальтобетонные заводы и их технические характеристики. [Электронный ресурс]. URL.: <http://www.speco-asfalt.ru/> (21.01.13).
4. Карасева И.А. К оценке степени воздействия асфальтобетонных заводов на загрязнение атмосферы. БЖД// М.: Наука. - 2007. – №5 – с. 43-46.
5. Манохин В.Я. Устройства для очистки газа от пыли. БЖД// М.: Наука. – 2007. – №5 – с.50-52.
6. Буренин В.В. Очистка воздуха от производственной пыли, токсичных паров и газов с помощью фильтров-пылегазоуловителей // Экология промышленность Росси. -2008. - № 9.- с.7-10.

**МОДЕЛЬ МОНИТОРИНГА ОТКАЗОВ СИСТЕМЫ  
АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ КОНТРОЛЯ И ДИАГНОСТИКИ  
ГТД ДЛЯ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ НА  
АВИАЦИОННОМ ТРАНСПОРТЕ**

Хамитов Д.М., Ганцева Е.М.

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

В настоящее время отказы авиационной техники составляют существенную долю основных причин при возникновении чрезвычайных ситуаций на авиационном транспорте, вследствие чего, большое внимание уделяется безопасности полетов и надежности систем управления двигателями.

В целом самолеты становятся безопаснее, по данным Aviation Safety Network, с 2000 года статистика смертности в авиакатастрофах в мире снизилась примерно вдвое (правда, это касается только коммерческих пассажирских авиaperевозок, статистика по малой авиации остается стабильной в последние годы). К сожалению, Россия в эту тенденцию не вписывается. Международной статистики по числу погибших на душу населения (или на число пассажиров, или на число вылетов) нет, однако есть данные по числу крушений рейсовых самолетов на миллион вылетов за 2011 год (в данном случае крушением считается авария, при которой самолет не подлежит восстановлению) и по этому показателю наше страна в числе лидеров.

На рис.1 представлены статистические данные об авиакатастрофах, происшедшие в СССР и России с 1945 по 2010 годы.

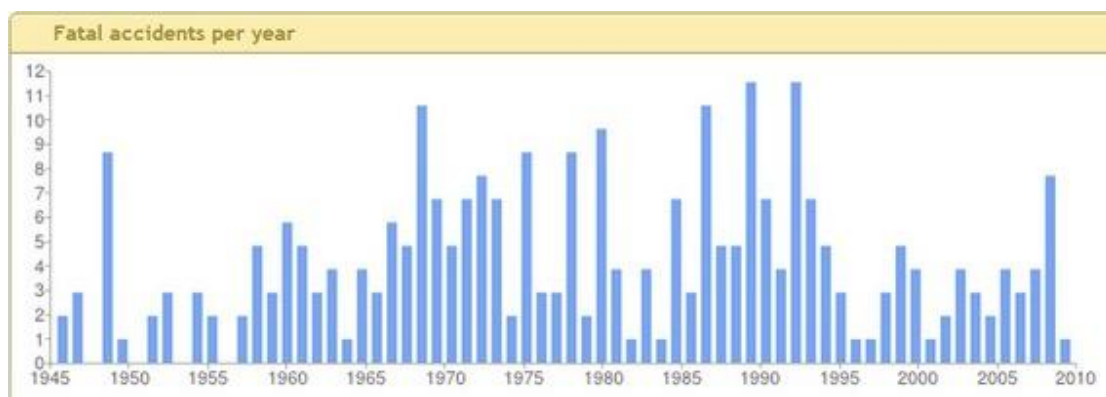


Рисунок1 - Статистика авиакатастроф в СССР и России

Для предупреждения чрезвычайных ситуаций на авиационном транспорте предлагается модель мониторинга отказов системы автоматического управления контролем и диагностики (САУКиД) ГТД на основе нечеткой логики, которая анализирует поступающие сигналы, флаги отказов элементов (датчики и исполнительные механизмы) и выдает состояния в встроенную систему контроля (ВСК) на основе условий формирования признаков отказов. В работе проведена декомпозиция процесса мониторинга отказов САУКиД ГТД, описанная с помощью нотации IDEF0. В функциональной модели, в качестве управляющего воздействия выступают условия формирования признаков отказов. Механизмом является встроенная система контроля. На вход модели подаются флаги отказов датчиков и исполнительных механизмов. На выходе из модели получаем состояния и отказы САУКиД. ВСК проверяет флаги отказов элементов и анализирует их состояния, а далее передает эти признаки отказов и состояния в системы верхнего уровня. На верхнем уровне определяется общее состояние САУКиД. Декомпозиция функциональной модели представляется пятью блоками: проверка измерения в канале, проверка датчиков и исполнительных механизмов, проверка контуров управления, проверка функций управления и проверка каналов управления. Состояния и признаки отказов передаются из одного блока в другой в виде дискретных сигналов, состоящего из цифр: 0 и 1, где 0 - исправное состояние, 1 – отказ. Каждый элемент системы взаимодействует между собой, что дает более

точные показания. Для оценки состояния вводится показатель «степень деградации», который принимает значения от 0 (исправное состояние) до 1 (состояние отказа). Модель мониторинга отказов позволяет отследить процесс ухудшения характеристик и надежности САУКиД с течением времени.

Процесс нечеткого мониторинга состояний представляется в следующем виде. Задается множество нечетких правил вида «ЕСЛИ..., ТО ...» , где в зависимости от признаков отказов элементов системы формируется нечеткая «степень деградации» САУКиД. Записываются такие правила в следующем виде: IF (Элемент1 is S1) AND (Элемент2 is S2) THEN (САУКиД is S3), где S – состояние системы, выраженное через «степень деградации». Состояния системы классифицируются на «исправное», «деградация» и «отказ» и определяются по лингвистической переменной S. Переменная S представляет собой график функций принадлежности значений лингвистической переменной «Степень деградации системы» и определяется через значения функций принадлежности «исправное состояние» и «отказ» по заданным правилам. Условие правил могут включать под условия и связываются между собой логическими операциями «AND» и «OR».

На этапе фаззификации входных переменных на вход поступают базы правил состояний и массивы входных данных в виде флагов отказов элементов. Далее происходит процесс агрегирования под условий, аккумуляция заключений и фаззификации. На этапе дефаззификации получаем итоговое количественное значение выходной переменной «степень деградации».

Рассмотрим пример мониторинга отказов САУКиД ГТД на основе нечеткой логики, реализованный в программе MatLab с использованием пакета Fuzzy Toolbox. На вход модели зададим четыре значения (флаги отказов) элементов: обмотка 1-ая канала А, обмотка 2-ая канала А, обмотка 1-ая канала Б, обмотка 2-ая канала Б. Каждый из них принимает следующие состояния – «исправное» и «отказ». Каждый элемент системы описывается функцией

принадлежности «степень деградации». На выходе ВСК фиксирует состояния элементов и системы в целом.

Степень деградации показывает, в каком состоянии находится САУКиД и его элементы. Если функция принадлежности «степень деградации» находится в самой нижней области (равна 0), то САУКиД находится в исправном состоянии. Если функция принадлежности «степень деградации» находится в верхней области (практически близкой к 1), то можно определить, что САУКиД приближается к состоянию «отказ». Если функция принадлежности «степень деградации» находится между 0 и 1, то САУКиД находится в состоянии деградации. На рис.2 представлена декомпозиция функциональной модели мониторинга отказов САУКиД ГТД.

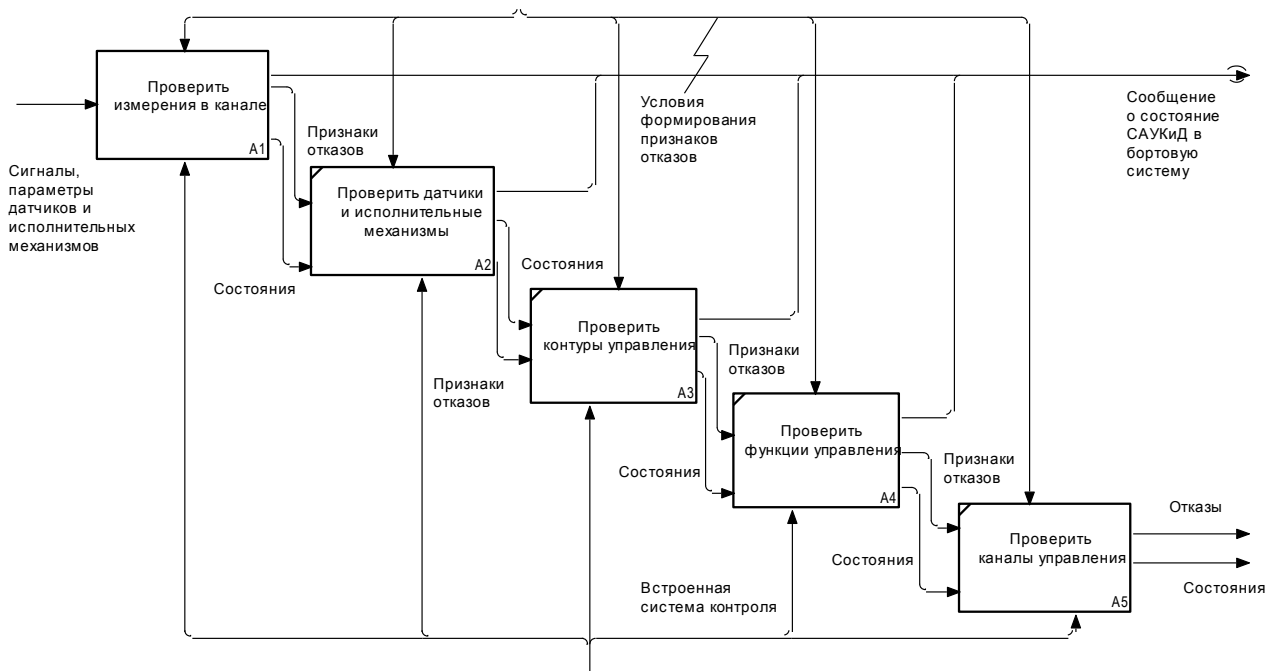


Рисунок 2 - Декомпозиция функциональной модели мониторинга отказов САУКиД ГТД

На этапе фаззификации входных переменных на вход поступают сформированная база правил и массив входных данных в виде флагов отказов элементов. Далее происходит процесс агрегирования подусловий, аккумуляция

заклучений и фаззификации. На этапе дефаззификации получаем итоговое количественное значение выходной переменной «степень деградации».

На рис. 3 приводится трехмерная поверхность состояния деградации САУКиД ГТД в зависимости от отказов обмоток датчика. В данном рисунке представлено функция принадлежности САУКиД ГТД. Из графика видно, что степень принадлежности деградации в самой нижней области равна нулю. Из этого следует, что две обмотки датчика канала А полностью исправны. В самой верхней области датчик канала А находится в состоянии отказа, и степень принадлежности деградации равна 0.65, т.к. в этом графике рассматривается только один датчик. Если 1-ая обмотка или 2-ая обмотка полностью отказала, то степень принадлежности деградации равна 0.5.

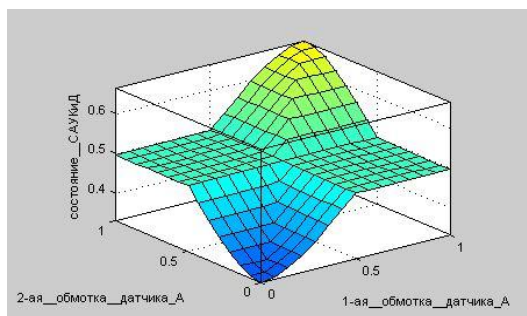


Рисунок 3 – Пример поверхности «Степени деградации» САУКиД ГТД при отказе одного из датчиков

Рассмотрим дерево отказов для проверки измерения в канале САУКиД ГТД. Отказ системы наступает при отказе всех компонент блока: датчика А и датчика В. Каждый датчик состоит из двух компонент: обмотка 1 и обмотка 2. Запишем 4 базисных события: обмотка 1 датчика А, обмотка 2 датчика А, обмотка 1 датчика В, обмотка 2 датчика В. В промежуточном событии у нас записываются 2 компоненты: датчик А и датчик В. Завершающее событие это измерения в канале.

Присвоим базисным событиям параметры вероятности отказа:

обмотка 1 датчика А равна 0.7 ( $F_1=0.7$ );

обмотка 2 датчика А равна 0.3 ( $F_2=0.3$ );

обмотка 1 датчика В равна 0.5 ( $F_3=0.5$ );

обмотка 2 датчика В равна 0.5 ( $F_4=0.5$ );

Присвоим базисным событиям параметры вероятности отказа:

обмотка 1 датчика А равна 0.3 ( $R_1=0.3$ );

обмотка 2 датчика А равна 0.7 ( $R_2=0.7$ );

обмотка 1 датчика В равна 0.5 ( $R_3=0.5$ );

обмотка 2 датчика В равна 0.5 ( $R_4=0.5$ );

Так как, отказ системы наступает при отказе всех компонент системы, то в этом случае вероятность отказа определяется по формуле:

$$F_s(t) = \prod_{i=1}^n F_i(t)$$

Посчитаем вероятность отказа для системы:

$$F_s(t) = F_1 \cdot F_2 \cdot F_3 \cdot F_4 = 0.7 \cdot 0.3 \cdot 0.5 \cdot 0.5 = 0.0525$$

Соответствующее математическое выражение безотказности выводят исходя из того, что система остается в работоспособном состоянии, если, по крайней мере, хотя бы один из компонентов 1 или 2, или любой другой компонент системы остается в работоспособном состоянии, т.е. отказ системы наступает тогда, когда отказывают все компоненты. Безотказность системы определяется по формуле:

$$R_s(t) = 1 - \prod_{i=1}^n 1 - R_i(t)$$

Посчитаем вероятность безотказности для нашей системы:

$$R_s(t) = R_1 \cdot R_2 \cdot R_3 \cdot R_4 = 0.3 \cdot 0.7 \cdot 0.5 \cdot 0.5 = 0.9475$$

Рассмотрим пример дерева неисправностей САУКиД ГТД, реализованный в программе Isograph Reliability Workbench, представленный на рис.4. Каждый датчик состоит из двух компонент: обмотка 1 и обмотка 2. В каждой обмотки могут произойти 2 события: 1) обрыв обмотки; 2) короткое замыкание обмотки; Запишем базисные события: обрыв обмотки 1 датчика А, обрыв обмотки 2 датчика А, обрыв обмотки 1 датчика В, обрыв обмотки 2

датчика В, короткое замыкание обмотки 1 датчика А, короткое замыкание обмотки 2 датчика А, короткое замыкание обмотки 1 датчика В, короткое замыкание обмотки 2 датчика В. В промежуточном событии у нас записываются 2 компонента: датчик А и датчик В. Завершающее событие это измерения в канале.

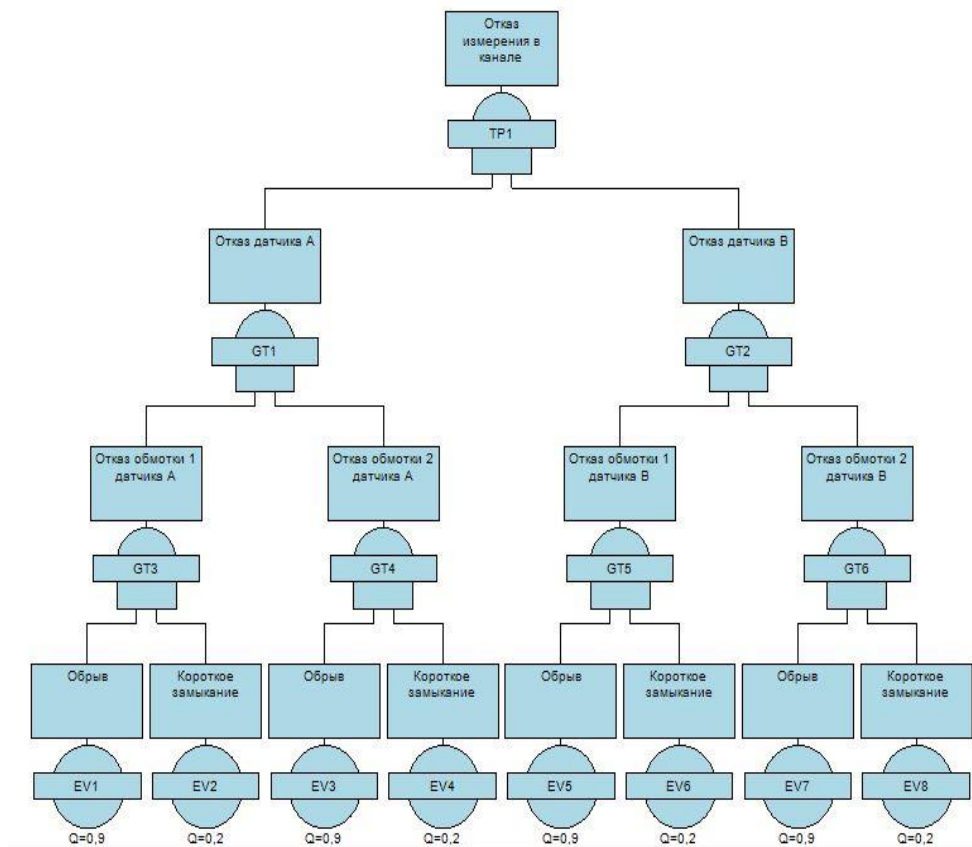


Рисунок 4 - Дерево неисправностей САУКиД ГТД

### *Вычисление результатов верхнего события*

Результаты верхнего события рассчитываются на основе результатов, полученных после вычислений неготовности и частоты для МСО. Неготовность в момент времени  $T$  для верхнего события рассчитывается согласно *аппроксимации минимальной верхней границы сечения* по формуле:

$$Q(T) = \prod_{i=1}^k Q_i(T)$$



Частота (безусловная интенсивность отказа) для верхнего события - ожидаемое число отказов в единицу времени в период  $T + dt$  рассчитывается по формуле:

$$W(T) = \sum_{i=1}^k W_i(T) \prod_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^k (1 - Q_j(T))$$

где:

$Q_i(T)$  - неготовность набора минимальных сечений  $i$  в момент времени  $T$ ;

$W_i(T)$  - частота набора минимальных сечений  $i$  в момент времени  $T$ ;

$n$  - число наборов минимальных сечений;

Вычислим все параметры для нашего дерева событий:

$$W(T) = \sum_{i=1}^k W_i(T) \prod_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^k Q_j(T) = W_1 \cdot Q_2 + W_2 \cdot Q_1 = 0.1 \cdot 0.2 + 0.9 \cdot 0.3 = 0.29$$

$$Q(T) = \prod_{i=1}^k Q_i(T) = Q_1 \cdot Q_2 = 0.9 \cdot 0.2 = 0.18$$

$$\begin{aligned} W_{\text{да}}(T) &= GT3 * . -EV2 = W_2 \cdot Q + W \cdot (1 - Q_2) = \\ &= 0.3 \cdot 0.18 + 0.29 \cdot (1 - 0.2) = 0.29 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W_{\text{нет}}(T) &= GT3 * . EV2 = W_2 \cdot Q + W \cdot Q_2 = \\ &= 0.3 \cdot 0.18 + 0.29 \cdot 0.2 = 0.112 \end{aligned}$$

$$W_{\text{общ}}(T) = W_{\text{да}}(T) + W_{\text{нет}}(T) = 0,286 + 0,112 = 0,398$$

На основании полученных результатов, можно сделать вывод, что данная модель мониторинга отказов позволяет количественно определять степень деградации САУКиД, что позволяет заблаговременно предупреждать пилотов о наступлении критической ситуации и, в свою очередь, приведет к сокращению чрезвычайных ситуаций на авиационном транспорте.

## МЕТОДЫ УТИЛИЗАЦИИ ОЗОНОРАЗРУШАЮЩИХ ВЕЩЕСТВ

Гареева А.М., Тангатарова К.А., Альмеева Л.Р., Исаева О.Ю.

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

На современном уровне развития промышленности и добычи природных ресурсов чрезвычайно актуальными становятся вопросы утилизации отходов.

После принятия в марте 1985 года Венской конвенции об охране озонового слоя, а 16 сентября 1987 года - Монреальского протокола, предусматривающих полное прекращение производства развитыми странами озonoактивных хладонов (ХФУ (хлорфторуглерод) и ГХФУ (гидрофторхлоруглерод)) к 1 января 1996 года и бромсодержащих хладонов (галлонов) к 1 января 1994 года [1], у Российской Федерации возник ряд обязательств по защите озонового слоя. Для их выполнения было запрещено производство в РФ ранее широко использовавшихся в пожаротушении галонов: 1211 ( $\text{CF}_2\text{ClBr}$ ), 1301 ( $\text{CF}_3\text{Br}$ ), 2402 ( $\text{C}_2\text{F}_4\text{Br}_2$ ) [2]. И остро встал вопрос об утилизации данных хладонов.

Федеральный закон Российской Федерации от 23 июля 2013 г. N 226-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «Об охране окружающей среды» и отдельные законодательные акты Российской Федерации», вступивший в силу 1 января 2014 года, относит государственный надзор за соблюдением требований к обращению озоноразрушающих веществ к государственному экологическому надзору. Закон прямо запрещает захоронение в объектах размещения отходов производства и потребления (то есть, на мусорных свалках) продукции, содержащей озоноразрушающие вещества. Эти вещества необходимо извлечь для уничтожения или восстановления для дальнейшего использования.

В таблице 1 представлены основные типы технологий по утилизации озоноразрушающих веществ, одобренные решением сторон Монреальского протокола по веществам, разрушающим озоновый слой.

Таблица 1 - Типы технологий по утилизации озоноразрушающих веществ [3]

Тип технологии	ХФУ и ГХФУ	Галоны
Эффективность уничтожения и удаления	99,99%	99,99%
Цементобжигательные печи	Одобрено	Не одобрено
Сжигание с впрыском жидкости	Одобрено	Одобрено
Окисление в газовой среде/окисление дымом	Одобрено	Одобрено
Крекинг в реакторе	Одобрено	Не одобрено
Сжигание в ротационной печи	Одобрено	Одобрено
Аргоновая плазменная дуга	Одобрено	Одобрено
Индуктивно связанная радиочастотная плазма	Одобрено	Одобрено
СВЧ-плазма	Одобрено	Не одобрено
Азотная плазменная дуга	Одобрено	Не одобрено
Каталитическая дегалогенизация в газовой фазе	Одобрено	Не одобрено
Реактор перенасыщенного пара	Одобрено	Не одобрено

Для галонов одобрены следующие методы утилизации [3].

1. Окисление в газовой среде/окисление дымом

Окисление в газовой среде/окисление дымом называют также «высокотемпературным разложением пара».

В огнеупорных камерах сгорания производится термическое уничтожение отработанных озоноразрушающих веществ и паров. Для нагревания дыма используется дополнительное топливо, например, природный газ или мазут. Большинство озоноразрушающих веществ сгорает при температуре около 1100 °С. Время выдержки газа в дымовых печах составляет около 1–2 секунд.

2. Сжигание в ротационной печи

Ротационные печи используются для уничтожения опасных отходов всех видов и форм: газообразных, жидких, твердых и даже шлама. В качестве топлива используются углеводороды: природный газ, мазут или жидкие отходы с высокой теплотворной способностью.

Из-за возможного воздействия плавиковой кислоты на печь допустимая концентрация фтора в исходном продукте не должна превышать 1 %. Кроме этого необходим контроль состояния окружающей среды.

### 3. Сжигание с впрыском жидкости

Печи с впрыском жидкости, как правило, имеют однокамерную конструкцию с одной или более системами подачи исходного материала в сжигатель и введением горючих жидкостей или горючих жидких отходов, включая осадок и шлам. Камера сгорания цилиндрической формы изготовлена из огнеупорного материала и может быть ориентирована как вертикально, так и горизонтально. Превращение впрыскиваемых жидких отходов в небольшие капли обеспечивает наилучшее перемешивание с воздухом и сжигание в форме суспензии. Если энергоемкости отходов для обеспечения надлежащей температуры возгорания и сжигания недостаточно, то для повышения потенциала зажигания смеси отходов в камеру сгорания может быть добавлено дополнительное топливо (мазут или природный газ) из питательного бака. Для подачи воздуха в сжигатель используется вентилятор, для подачи отходов - регулирующийся клапан и расходомер.

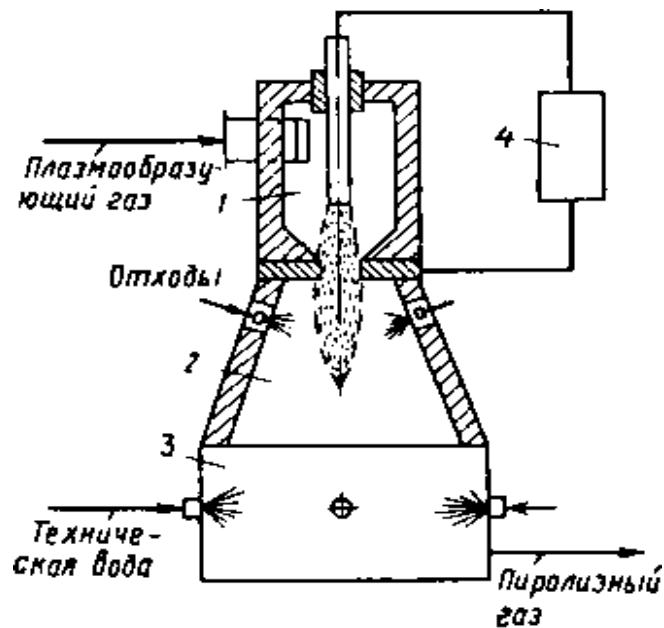
### 4. Плазменные технологии

Плазмохимическую технологию используют для переработки высокотоксичных жидких и газообразных отходов. При этом происходит не только обезвреживание опасных отходов, но и производство ценных товарных продуктов. Процесс осуществляется в плазмотроне за счет энергии электрической дуги при температуре выше 4000 °С. При такой температуре кислород и любые отходы расщепляются до электронов, ионов и радикалов.

Степень разложения токсичных отходов достигает 99,9998 %, а в отдельных случаях 99,99995 %.

Высокие затраты энергии и сложность проблем, связанных с плазмохимической технологией, определяют ее применение для ликвидации только тех отходов, огневое обезвреживание которых не удовлетворяет экологическим требованиям.

Схема плазменного агрегата для переработки жидких хлорорганических отходов представлена на рисунке 1. Плазмообразующий газ (водород, азотоводородная смесь и др.) нагревается электрической дугой в плазмотроне до 4000-5000°С. Образующаяся низкотемпературная плазма из сопла плазмотрона поступает в плазмохимический реактор, куда форсунками впрыскиваются хлорорганические отходы.



1 - плазмотрон; 2 - плазмохимический реактор;  
3 - закалочное устройство; 4 - источник электропитания

Рисунок 1 - Схема плазменного агрегата

При смешивании отходов с плазмой происходит их испарение, термическое разложение (пиролиз) с получением олефиновых углеводородов, хлористого водорода и технического углерода (сажи). Пиролизный газ подвергают скоростной закалке в закалочном устройстве, а затем охлаждают и

очищают от сажи. Очищенный газ используется при синтезе хлорорганических продуктов. Процесс является замкнутым, безотходным и рентабельным. Себестоимость получаемых продуктом является сравнительно низкой за счет использования не утилизируемых отходов.

Для плазмохимического разрушения озоноразрушающих веществ целесообразно в качестве плазмообразующего газа использовать водород. В этом случае в результате взаимодействия плазмы с фреонами будут образовываться кислые газы HCl и HF, а также хлор, фтор и диоксид углерода. Абсорбцию кислых газов необходимо проводить в скруббере с получением товарных продуктов – соляной и плавиковой кислот. Удаление галогенов может быть осуществлено с помощью щелочи [4].

#### **Литература:**

1. Маврищев В.В. Основы экологии. Минск: Выш. шк., 2007. - 447с.
2. Шрайбер Г., Порст П. Огнетушащие средства. Химико-физические процессы при горении и тушении. Пер. с нем. М.: Стройиздат, 1975. - 240 с.
3. Утилизация ОРВ: современные методы // ЮНИДО в России. - 2013. - № 12. - С. 33-37.
4. Переработка промышленных отходов. Учебник для вузов. - М.: "СП Интермет Инжиниринг", 1999. - 445 с.

## **ВОЗДЕЙСТВИЕ ПОЖАРОВ НА АТМОСФЕРУ**

Идрисов А.В., Исаева О.Ю.

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

Пожары на промышленных предприятиях возникают в большинстве случаев из-за неисправностей технического оборудования или несоблюдения

техники безопасности с огнем при проведении огневых работ. Причинами природных пожаров могут послужить: разряд молнии, самовозгорание (при аномально жарком лете). Но все же большинство пожаров происходит по причине халатного отношения к технике безопасности с огнем [1].

Загрязнение окружающей среды в результате штатных выбросов объектов хозяйственной деятельности, транспорта, пожаров и аварий ухудшает экологическое состояние среды обитания, причиняет вред экосистемам и здоровью людей. Во всех перечисленных случаях в окружающую среду (ОС) попадают токсичные вредные вещества.

Тепловые потоки, регулирующие газообмен и развитие пожара, обеспечивают перенос загрязнителей в пространстве. Опасные факторы пожара: токсичность продуктов горения, плотность дыма, температура пожара и т.п. – можно также назвать экологическими опасными факторами пожара.

При пожарах может происходить загрязнение трех природных сред: воздуха, воды и почвы. Основной перенос загрязнителей при пожаре происходит за счет движения воздушных потоков в атмосфере. Дальность распространения загрязнения от пожаров зависит от таких факторов как высоты факела пламени и параметров ветра. К основным факторам, приводящим к загрязнению атмосферы надо отнести: само воздействие пламени огня, высокую температуру, задымление и повышенное содержание токсичных веществ.

При лесных, торфяных, степных, пожарах выгорает растительный покров и как следствие - уменьшается продуцирование кислорода. Подсчитано, что для всего известного запаса горючих ископаемых необходимо затратить 0,1 части кислорода воздуха. Но в некоторых регионах уровень вырабатываемого кислорода за счет фотосинтеза уступает уровню используемого, отсюда следует, что со временем содержание кислорода может достигнуть уровня критического состояния.

Наиболее значительный вред ОС приносят техносферные пожары. Пожар может возникнуть на любом промышленном объекте, а таких объектов много, причем их число только растет, а значит и угроза возникновения пожара тоже.

Самыми опасными для ОС являются пожары при разливе легковоспламеняющихся жидкостей и горючих материалов на нефтебазах, транспортных средствах (при перевозке по морю), радиационных объектах (АЭС) [2].

Однако примерно 75% всех пожаров происходят в жилых домах, общественных зданиях, офисах, в которых отделка помещений предметы интерьера, бытовая техника и иные материальные ценности изготовлены из полимерных материалов на основе поливинилхлорида (ПВХ), полиуретанов (ПУ), целлюлозы (ДСП, ДВП, бумажно-слоистые пластики, хлопок и др.).

К числу наиболее опасных веществ в продуктах горения при пожарах в этих зданиях относятся оксид углерода (угарный газ), диоксид углерода (углекислый газ), хлористый водород, уксусная и синильная кислота и многие другие вещества, которых по разным оценкам может быть более 400. Например, в продуктах сгорания древесины найдено 220 веществ, у пенополиуретанов - 50 токсичных веществ, у поливинилхлорида - 75, причем некоторые из них обладают канцерогенными свойствами [1].

Все токсиканты присутствуют в воздухе горящих помещений в количествах, в несколько раз превышающих допустимые нормативы качества атмосферы, что приводит к отравлению и гибели людей. А пожарные подвергаются, так называемому накапливаемому отравлению, небольшие дозы отравляющих веществ, регулярно получаемые ими во время ликвидации пожаров, в конечном итоге приводят к тому, что пожарные приобретают профессиональные заболевания легких, желудочно-кишечного тракта, онкологические заболевания.

Токсичность среды при пожаре обусловлена и другими химическими соединениями, которые представляют еще большую опасность. Достижения



химии горения последних лет позволили установить, что при пожарах в зданиях среди продуктов горения полимерных материалов находятся диоксины и дибензофураны (сильнейшие канцерогены). В лабораторных условиях при пиролизе полимеров с галогеносодержащими огнезащитными добавками их количество достигло 1 %, что превышает нормативный уровень их присутствия в воздухе [3].

С учетом того, что предельно допустимые концентрации диоксинов составляют несколько пикограмм, а время жизни - несколько лет, пожары в зданиях являются одним из серьезных источников поступления этих соединений в окружающую среду. В отличие от многих других процессов горения при пожарах нельзя предотвратить или снизить уровень поступающих в окружающую среду диоксинов и дибензофуранов, если не изменить рецептуру многих полимерных материалов, которые используются в строительстве и интерьере современных зданий. Вполне возможно, что некоторые пластмассы, например, ПВХ, необходимо исключить из использования.

Кроме того, пожары в зданиях являются источником загрязнения окружающей среды аэрозолями соединений металлов. В качестве антипиренов и дымоподавляющих добавок соединения висмута, олова, кадмия, сурьмы присутствуют в полимерных композициях и при горении поступают в жизненно важные слои биосферы. Если допустить, что их количество в полимерах составляет только 1%, то при пожаре с продуктами горения выделяется не менее 0,1 кг аэрозолей, содержащих эти металлы. Следовательно, концентрация их в воздухе также будет выше предельно допустимых норм [1].

Таким образом, пожары в зданиях являются серьезным фактором загрязнения окружающей среды. Согласно статистике, в нашей стране ежегодно сгорает около 10 тыс. тонн токсичных веществ, которые выбрасываются в атмосферу [4]. Конечно, по сравнению с выбросами от других

антропогенных источников пожары в зданиях нельзя назвать глобальным источником загрязнения окружающей среды, но на локальном уровне их опасность очевидна, поскольку происходят они в населенных пунктах, и значительно больше, чем ее оценивают по числу жертв пожаров с фатальным исходом.

Большое количество людей ежегодно получают не смертельные дозы отравления продуктами сгорания. Число таких жертв зависит от размера зоны загрязнения воздуха при каждом пожаре. Границы загрязненных территорий определяются расстоянием до очага пожара, в котором качество атмосферы соответствует нормам ПДК. При каждом конкретном пожаре она зависит от уровня выделения токсикантов, пожарной нагрузки, площади и продолжительности пожара, метеоусловий, рельефа местности. Считается, что в среднем один пожар способен вызвать загрязнение территории радиусом 1-2 км [1].

Расчетные данные и экспериментальные наблюдения показывают, что максимальная концентрация загрязнителей от источника достигает 10-20 кратной высоте факела [2]. Что касается дыма - то на частицах дыма также происходят химические реакции с образованием веществ, иногда более вредных, чем те, которые образовались в результате горения. Частицы дыма с радиусов 3 мкм могут находиться в воздухе несколько дней, а более мелкие 0,1-0,3 мкм неделями месяцами остаются в воздухе [3].

Дым от крупных пожаров вызывает изменение освещенности, температуры воздуха. Потеря видимости при пожарах вблизи автомобильных трасс может привести к ЧС на дорогах. Кроме того, дымовой аэрозоль и газообразные продукты, взаимодействуя с атмосферной влагой могут вызывать кислотные осадки - дожди и туманы.

Во время пожаров немаловажный вред приносит и температурный фактор. В зоне горения температура может возрасти до 800-1500 °С.

Таким образом, пожары - это такой же источник загрязнения ОС, что и объекты промышленности. Выбросы при пожарах кратковременные и высокотемпературные. Пожары в жилых и офисных зданиях несут большой вред окружающей среде. Уменьшить выброс токсичных вредных веществ при пожаре невозможно, и единственный правильный выход из этой ситуации - чтобы люди знали технику безопасности при обращении с огнем и начали более ответственно относиться к немаловажному загрязнителю окружающей среды.

### **Литература:**

1. Инженерная экология: Учебник / Под ред. Проф. В.Т. Медведева.- М.: Гардарики, 2002. - 687с.
2. О пожаре [Электронный ресурс].- URL:<http://fire.fsafety.ru/about.html>
3. Батчер Е., Парнаэлл А. Опасность дыма и дымозащита. Пер: с англ./ под ред. В.М. Есина.- М.: Стройиздат, 1993. - 152с.
4. Информационно- выставочный центр в системе МЧС России. Лесные и торфяные пожары. [Электронный ресурс].- URL:<http://www.arspas.ru/mchs/spravochnik/1/les.php>

## **ИНФОРМАЦИОННЫЙ МОНИТОРИНГ БЕЗОПАСНОСТИ ХИМИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ**

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>ФГКВООУ ВПО «Военная академия радиационной, химической и биологической защиты им. Маршала СССР С.К. Тимошенко (г. Кострома)», Россия

<sup>2</sup>ФГОУ ВПО Академия гражданской защиты МЧС, г. Химки, Россия

К химически опасным объектам относятся предприятия по уничтожению химического оружия (УХО). 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 являются сложными функционирующими системами техносферы. Анализ системы контроля и управления в динамике функционирования характеризует уровень её эффективности и стабильности.

Создание экологически чистого и безопасного производства уничтожения опасных химических веществ сопряжено с решением широкого круга вопросов и проведением ряда организационных мероприятий: разработкой системы обеспечения безопасности хранения и уничтожения опасных химических веществ, охраной окружающей среды и здоровья персонала объектов по уничтожению опасных химических веществ и населения, проживающего в районах размещения этих объектов; развитием инфраструктуры регионов размещения объектов; сооружением полигонов захоронения твердых отходов; комплектованием объектов специально подготовленными кадрами и их подготовкой; обеспечением готовности объектов к международным инспекциям.

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 концепции прогнозной 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 объектов уничтожения химического оружия: хранение, транспортировка, уничтожение – 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 химическим оружием потенциально возможны на всех стадиях его уничтожения, но с различной вероятностью и возможностью ущерба.

В общем случае под химически опасной аварией на объектах по УХО понимается опасное техногенное происшествие, сопровождающееся проливом или выбросом опасных химических веществ, способное привести к гибели или химическому поражению людей, заражению продовольствия, пищевого сырья и кормов, сельскохозяйственных животных и растений или к химическому заражению окружающей среды.

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 объектах уничтожения химического оружия. Использование эффективных информационных систем обеспечивает оптимальный, безаварийный режим их работы.

Общая схема анализа обстановки и выработки решений представлена на рисунке 1.

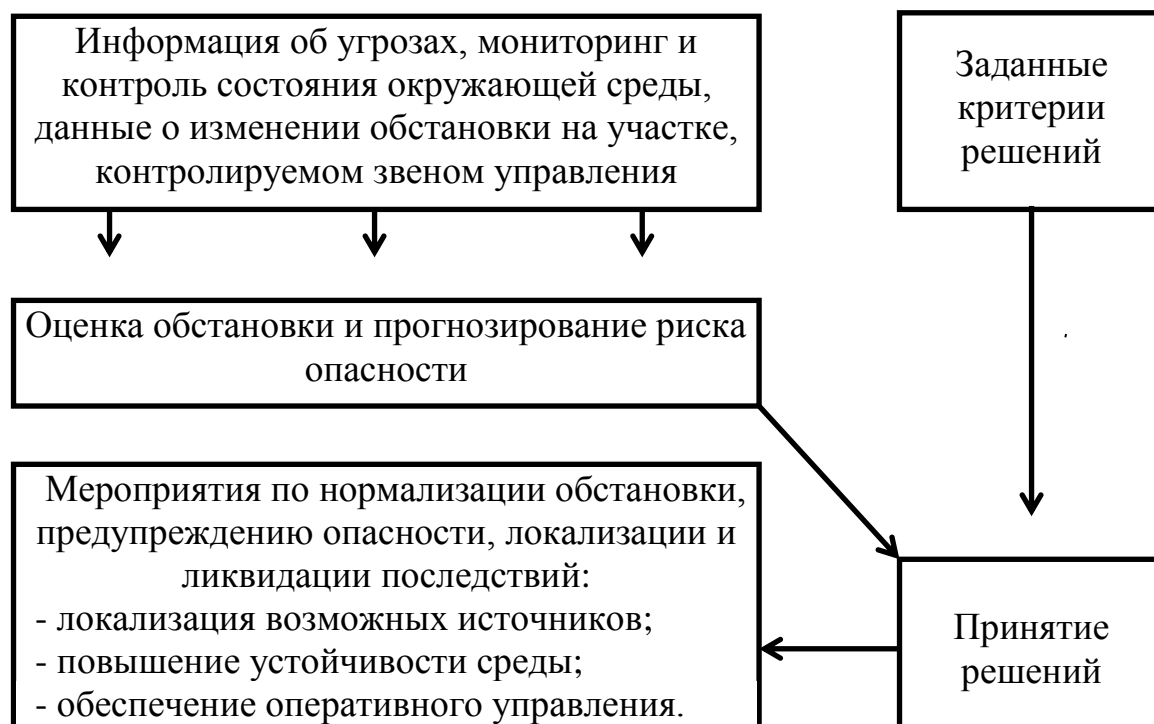


Рисунок 1 – Структура системы контроля и управления

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.

Комплекс мероприятий и действий по обеспечению безопасности химически опасных объектов осуществляется на всех стадиях технологического процесса и включает в себя:

- оценку риска – прогноз аварийной опасности;
- обеспечение технической безопасности;
- обеспечение экологической безопасности;
- систему чрезвычайного реагирования;
- мониторинг окружающей среды.

Информационное обеспечение управления должно иметь стационарную базу данных об источниках опасности на объекте и оперативную информацию мониторинга. В информационной системе, работающей в условиях неопределённости ситуации, используется принцип последовательного анализа.

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 методологии разработки алгоритмов классификации аварийных ситуаций необходимо использовать следующие исходные положения:

- набор возможных ситуаций, т.е. база данных по авариям;
- критерии, по которым осуществляется классификация аварии;
- анализ совокупности признаков сбоя в функционировании оборудования, приводящих к аварии;
- выбор решений относительно соответствия наблюдаемых признаков определённому виду аварии.

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 аппаратурных 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 объекта позволяет реально отразить уровень опасности объекта, увидеть слабые места в системе эксплуатации химического объекта и заблаговременно принять необходимые меры. 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, такими, как объекты по уничтожению химического оружия, является оптимальным путём сохранения и развития

передовых технологий в различных, не всегда стабильных, условиях развития нашей страны.

### **Литература:**

1. Софронов В.В. Современные оценки ситуации в решении задач контроля и управления. – Кострома: ВА РХБЗ и ИВ, 2011. – 242 с.
2. Софронов В.В. Защита окружающей среды в чрезвычайных ситуациях. – СПб: Балтийский институт экологии, политики и права, 2010. – 116 с.
3. Рогожников В.А., Бушманов А.Ю., Широков А.Ю. Вопросы организации медицинского сопровождения уничтожения химического оружия. – М.: Фирма «Слово», 2007. – 232 с.
4. Назаров В.Д., Дрожжин Ю.Г. Термины и определения сферы хранения и уничтожения химического оружия. – М.: «Информационное агентство АРМС-ТАСС», 2007. – 124 с.
5. 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.

## **ОЦЕНКА РАЗВИТИЯ ПОЖАРА В БИБЛИОТЕКЕ УНИВЕРСИТЕТА**

Манякова Г.М., Елизарьев А.Н.

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

Серьезную опасность для населения, техносферы и природной среды представляют пожары. Одной из главных причин массового уничтожения документов библиотек в самое короткое время являются пожары.

Библиотечный фонд – источник повышенной пожарной опасности, так как большинству материалов библиотечных фондов (бумаге, пергаменту, тканям, дереву, коже и др.) свойственна повышенная горючесть [1]. При пожарах в библиотеках и архивах большие площади и объемы помещений книгохранилищ обуславливают образование мощных конвективных потоков. При горении книг, журналов, документов выделяется большое количество дыма. Пожары в книгохранилищах приводят к обрушению стеллажей и завалам проходов между ними. Огонь и дым могут распространяться по шахтам подъемников, конвейерам и другим коммуникациям [2]. Кроме того, библиотека Уфимского государственного авиационного технического университета относится к местам массового скопления людей, одной из характерных особенностей которых является большое число жертв в случае возникновения пожар.

Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Уфимский государственный авиационный технический университет» представляет собой вузгородок, состоящий из 9 корпусов. По своему функциональному назначению занимается образовательной деятельностью.

В седьмом корпусе расположены учебные и лекционные аудитории, а также библиотека УГАТУ, в которой хранится около 400 тысяч книг. Среднее количество человек, находящихся на объекте – 800 человек. Распределение пожарной нагрузки в библиотеке представлено на рисунке 1.1.

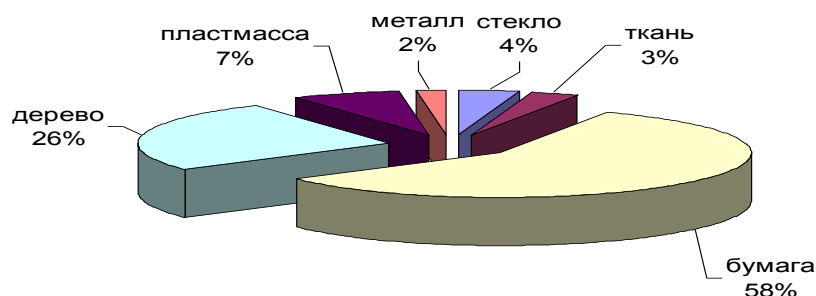


Рисунок 1.1 - Распределение пожарной нагрузки в библиотеке УГАТУ

Из рисунка 1.2 видно, что основную пожарную нагрузку библиотеки УГАТУ составляет бумага и дерево. Согласно статистике, основными причинами пожаров в библиотеках являются:

- оставленные без присмотра электроприборы;
- неисправные электросети, захлапленные распределительные шкафы, оголенные провода электропроводки;
- небрежное курение, горящие спички, зажжённые сигареты; неаккуратное обращение с огнем при сварке, резке, пайке, отоплении труб;
- дефекты печей, каминов, отопительных котлов;
- отсутствие молниезащиты зданий, заземления приборов;
- неправильное хранение легковоспламеняющихся материалов и горючих жидкостей;
- искры, возникающие при точке, резке, шлифовке, ударе металла о металл [1].

Для оценки реальной и прогнозирования возможной обстановки при пожаре рассчитаны параметры пожара согласно ГОСТ Р 12.3.047-98 .

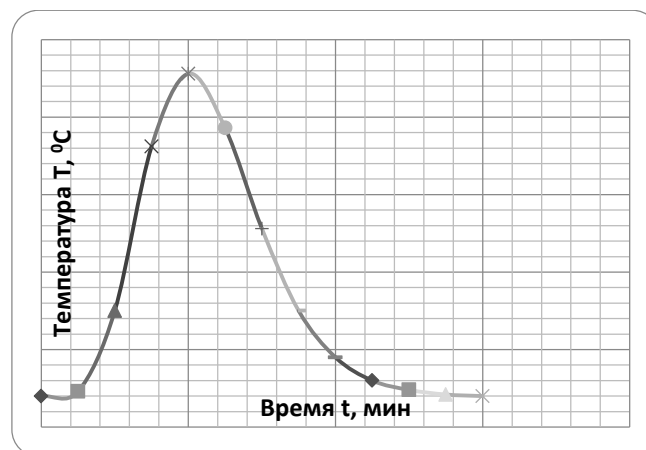


Рисунок 1.2 – Изменение средней температуры поверхности перекрытия при пожаре

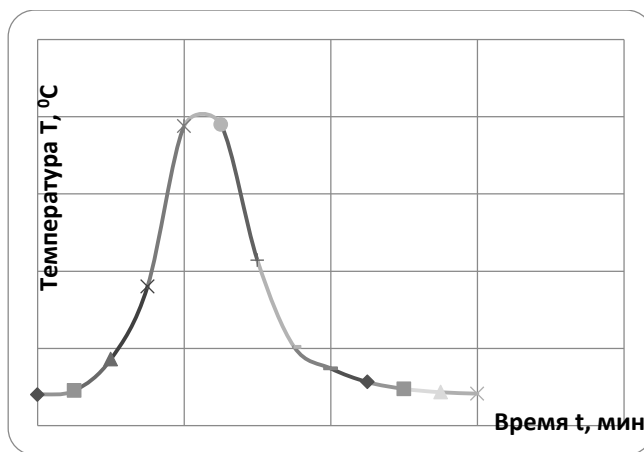


Рисунок 1.3 – Изменение средней температуры поверхности стен при пожаре

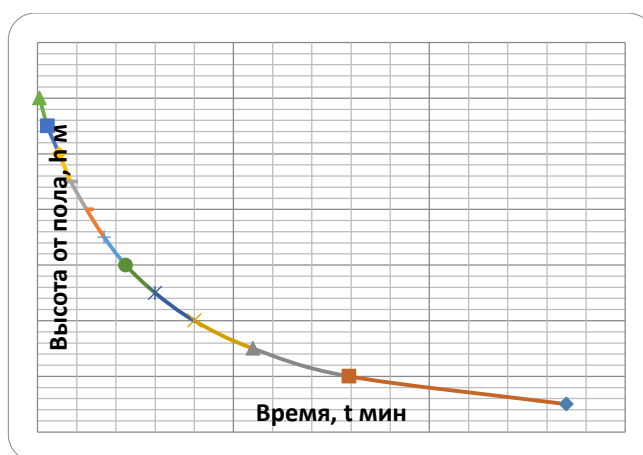


Рисунок 1.4 – График изменения средней задымленности помещения при пожаре

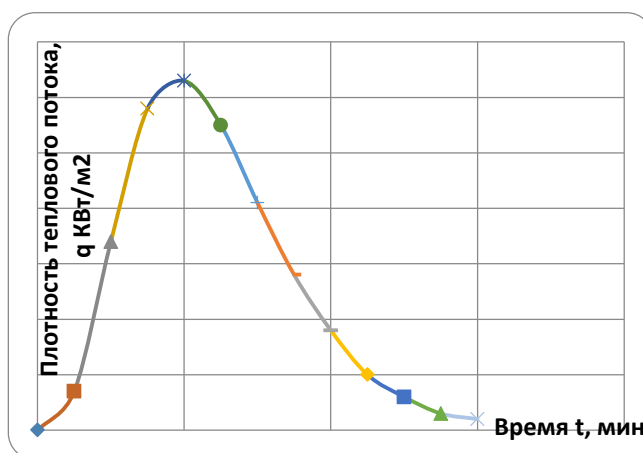


Рисунок 1.5 – Изменение плотности теплового потока в конструкции стен

PyroSim - современный графический редактор создания расчетных сцен для моделирования динамики развития опасных факторов пожара полевым методом с использованием Fire Dynamics Simulator (FDS). Программа FDS реализует вычислительную гидродинамическую модель (CFD) тепломассопереноса при горении. FDS численно решает уравнения Навье-Стокса для низкоскоростных температурно-зависимых потоков, особое внимание уделяется распространению дыма и теплопередаче при пожаре [4].

Для прогнозирования обстановки при пожаре в библиотеке УГАТУ в PyroSim построена 3D модель помещения, где происходит возгорание, расчет распределения температуры и задымленности помещения произведен в программе FDS. Результаты представлены на рисунке 1.6 и 1.7.

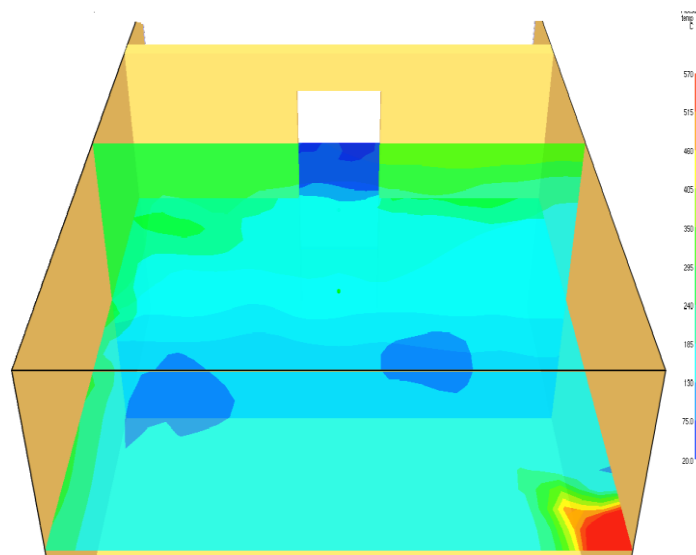


Рисунок 1.6 - Распределение температуры помещения через 7 минут от начала пожара

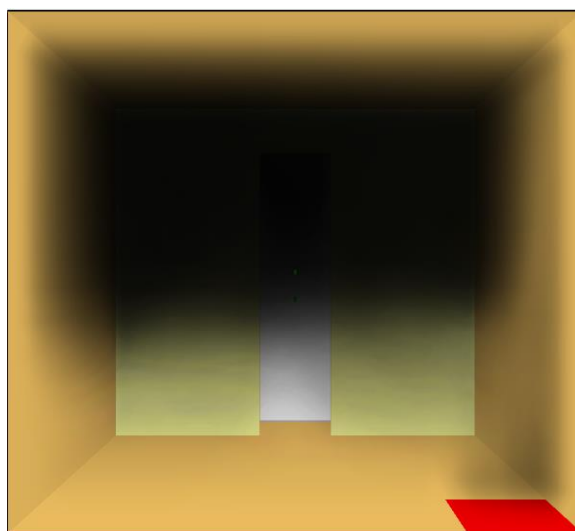


Рисунок 1.7 – Задымленность через 7 минут от начала пожара

Из проведенных расчетов можно сделать вывод, что при данном уровне и времени теплового воздействия, строительные конструкции не потеряют своей прочности, однако начнут гореть окна, двери и внутренняя отделка помещения, существует риск потери целостности и несущей способности деревянных, пластиковых и металлических перегородок, люди попавшие в зону теплового воздействия получат I и II степень ожогов. Время нахождения людей без средств защиты органов дыхания в помещении 2 минуты.

#### **Литература:**

1. Столяров, Ю. Н. Библиотека в экстремальной ситуации [Текст] : учеб.-практ. пособие / Ю. Н. Столяров. - М. : БИБКМ, 2007. - 464 с. : ил.
2. Повзик, Я. С. Справочник руководителя тушения пожара : [справочное пособие для образоват. учреждений, практ. работников Гос. противопожар. службы МВД России] / Я. С. Повзик .— Изд. 2-е .— М. : СПЕЦТЕХНИКА, 2004 .— 361 с.
3. ГОСТ Р 12.3.047-98: Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля.
4. K.B. McGrattan, S. Hostikka, J.E. Floyd, H.R. Baum, and R.G. Rehm. Fire Dynamics Simulator (Version 5), Technical Reference Guide. NIST Special



Publication 1018-5, National Institute of Standards and Technology, Gaithersburg, Maryland, October 2007.

## **СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА АДСОРБЕНТОВ ДЛЯ ОЧИСТКИ МЕТАЛЛСОДЕРЖАЩИХ СТОЧНЫХ ВОД**

Красногорская Н.Н., Мусина С.А., Албогачиева Л.У.

*ФГБОУ ВПО Уфимский государственный авиационный технический  
университет, Уфа, Россия*

Одним из основных источников загрязнения окружающей среды является сброс в поверхностные водные объекты недостаточно очищенных сточных вод промышленных предприятий. Производства машиностроения и металлообработки являются значительными потребителями водных ресурсов, забирающими из водных источников около 12% свежей воды от общего расхода промышленностью страны. Около половины этого количества расходуется на нужды гальванического производства. Оценки количества солей тяжелых металлов, сбрасываемых в России со сточными водами гальванических производств, в целом свидетельствуют о серьезном загрязнении природной среды и расточительном отношении к ресурсам [1].

Гальванопроизводства имеют специфические особенности в использовании воды, свои источники её загрязнения и, следовательно, требуют разработки и внедрения своих конкретных технологических решений проблемы очистки воды с целью её комплексного использования. В результате многолетней практики сложился следующий подход к проблеме очистки сточных вод гальванических производств: раздельное отведение локальных стоков с учетом специфики загрязняющих компонентов с последующей их

обработкой химреагентами [2]. Однако у реагентного метода есть существенные недостатки. Поскольку некоторые металлы обладают амфотерными свойствами, тяжело поддерживать такой диапазон рН, при котором все ионы тяжелых металлов можно было бы осадить до требуемых значений ПДК. Кроме того, анализ технологической схемы очистки сточных вод гальванического производства одного из машиностроительных предприятий города позволил установить, что причиной недостаточной эффективности реагентного метода является также проскок взвешенных веществ, представляющих собой в основном по составу карбонаты и гидроксиды металлов, на стадиях отстаивания и фильтрации [2]. На основе полученных количественных закономерностей влияния взвешенных веществ на увеличение содержания ионов тяжелых металлов в очищенных сточных водах рекомендуемое содержание взвешенных веществ не должно превышать 0,5 мг/л.

Интенсифицировать существующую технологию реагентной очистки металлосодержащих сточных вод возможно путем использования сорбционного метода очистки. При использовании высокотехнологичных адсорбентов повышается эффективность очистки без значительных капитальных затрат и с минимальной реконструкцией существующего оборудования, что актуально в период экономической нестабильности.

Проведем анализ основных адсорбентов, которые могут быть использованы для улучшения очистки металлосодержащих сточных вод.

Наиболее широко используемыми сорбентами, производимыми миллионами тонн в год, являются **активированные угли**. Это универсальные сорбенты, применяемые для удаления примесей самой различной химической природы. Сырьем для получения активированных углей служат органические вещества: природные или искусственные. Природные – это древесина, бурые и каменные угли, тяжелые фракции нефти. В разветвленной системе пор активированных углей присутствуют центры, связывающие молекулы

примесей. При этом пористая структура углей так разнообразна, что каждой молекуле находится подходящее посадочное место [4].

Эффективность сорбционного процесса на активированном угле определяется:

- сорбционной емкостью угля, то есть его предельной способностью к поглощению тех или иных примесей;
- прочностью связывания примесей на материале (силой взаимодействия молекулы с пористой средой угля);
- скоростью поглощения примесей из раствора (скоростью сорбции).

Основными преимуществами при очистке сточных вод гальванических производств на активированных углях являются высокоэффективное удаление запаха, цвета и растворенных органических веществ, использование в широком диапазоне рН, высокая сорбционная емкость и устойчивость к истиранию. В таблице 1 представлены показатели качества сточных вод после очистки на сорбционных фильтрах с активированными углями.

Таблица 1 – Показатели качества сточных вод после очистки на сорбционных фильтрах [5]

Наименование веществ загрязнителей	Степень очистки в % в фильтрах на активированных углях
Аммиак	32,0
Бензол	90,0
Бор	72,0
Железо	70,0
Медь	78,0
Марганец	72,0
Мышьяк	93,0
Нитриты	39,0
Нитраты	13,0
Свинец	90,0
Фосфаты	71,0
Фенол	90,0
Хлор	92,0
Хлорорганика	90,0

Среди недостатков сорбционных систем нужно назвать, прежде всего, быструю "засоряемость". Ресурс сорбента ограничен площадью поверхности, к

которой может "прилипнуть" "грязь". Уголь также при этом представляет собой прекрасную среду для развития микроорганизмов. В теплых условиях, при обилии влаги в активированном угле начинают очень быстро размножаться бактерии, грибки и плесень, и очень скоро активированный уголь превращается в черную слизь. Поэтому, используя сорбционные фильтры, необходимо внимательно следить, чтобы картридж не работал дольше положенного срока, и своевременно заменять его. Для того чтобы избежать размножения бактерий в фильтрах, в сорбент добавляют бактерицидную добавку [5].

**Опоки и диатомиты** используются в промышленности в качестве адсорбентов различных неорганических и органических веществ, как катализаторы и носители катализаторов. Опоки более твердые и темные, чем диатомиты и состоят из мелкозернистого аморфного кремнезема с примесью глины, песка, глауконита и др. Опоки отличаются повышенным содержанием  $Fe_2O_3$  и  $MgO$ . Диатомит – рыхлая или сцементированная кремнистая горная порода белого, светло-серого или желтоватого цвета. Диатомиты обладают большой пористостью, малой плотностью, адсорбционными и теплоизоляционными свойствами. Химически диатомит на 96% состоит из водного кремнезема. На основе природного доломита, изготавливают фильтрующие материалы, которые обладают способностью корректировать pH очищаемой воды [6].

Наиболее эффективно опока и доломит адсорбируют ионы марганца и железа. Сравнительная характеристика процесса сорбции катионов марганца и железа представлена в таблице 2.

Таблица 2 – Сравнение количественных характеристик процесса сорбции катионов марганца (II) и железа в зависимости от вида сорбента [6]

Вид сорбента Фракция 1-2 мм		Степень адсорбции, %
Mn <sup>2+</sup>	Опока	45-81
	ДК	5-7
Железо общее	Опока	41-81
	ДК	12-22

Также среди адсорбентов особого внимания требует **ферроферригидрозоль**, который используется для нейтрализации и удаления тяжелых металлов, а также для обезвреживания других сопутствующих загрязнителей, таких как фосфаты, органические соединения, остатки смазочно-охлаждающих жидкостей, красителей и детергентов. Он представляет собой коллоидную суспензию соединений железа, образующуюся в ходе электролиза при электрокоагуляции. Ферроферригидрозоль (ФФГ) состоит из наночастиц, имеющих очень большую поверхность, которая содержит химически активные группы, действующие как специфические адсорбенты, и соединения железа (II) и железа (III). Удаление тяжелых металлов возможно из-за одновременно работающих различных механизмов: сорбции, коагуляции, восстановления, ферритизации. Метод очистки металлсодержащих сточных вод с помощью ФФГ внедрен в нескольких восточных и западноевропейских странах [7].

При очистке сточных вод с помощью ФФГ образуются осадки (шламы), химический состав которых во многом определяется условиями процессов обработки металлов на машиностроительных, металлообрабатывающих и металлургических предприятиях. Шламы представляют собой пастообразную массу черного, грязно-зеленого или коричневого цвета, в зависимости от их состава, в частности от содержания соединений железа (II) и(III), хрома, никеля и меди.

Полученный после очистки шлам можно безопасно захоранивать на городских свалках или использовать как сырье для производства различных технических продуктов, таких как керамика, пигменты и т.п. Обезвреженная вода может быть возвращена в технологические процессы. Внедрив технологию с применением ФФГ, предприятие со средними финансовыми возможностями в состоянии выполнять самые строгие нормы обезвреживания токсичных стоков [7].

Системы, содержащие такие структуры как ФФГ, имеют переизбыток энергии, поэтому отличаются особенной реактивностью и адсорбирующими свойствами. Анализ литературы по исследованиям параметров очистки с использованием ФФГ показал, что наиболее эффективное удаление тяжелых металлов происходит при рН 7–9, что позволяет уменьшить концентрации ионов металлов до допустимых норм. Допустимые нормы  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Cr}^{4+}$  и других загрязнителей достигались уже через 10–20 минут (таблица 3).

Таблица 3 – Обезвреживание сточных вод при помощи ФФГ [7]

Сорт сточных вод	Ионы металлов	Концентрация, мг/л	
		До очистки	После очистки
Гальваника	Zn	23,1	0,005
	Cr	96	0,01
	Cu	46	0,01
Печатные платы	Zn	0,31	0,002
	Pb	1,56	0,05
	Ni	1,05	0,05
	Fe	113	0,005

Среди основных преимуществ метода очистки сточных вод с использованием ФФГ также можно выделить [3]:

- отличие от обычных реагентов ФФГ не вызывает дополнительного засоления стоков. Этим облегчается возврат воды в производство, рН очищенной воды около 8,5–9;
- нет необходимости разделять стоки по характеру загрязнений;

- присутствие различных лигандов (пирофосфаты, ЕДТА, аммоний и др.) в стоках не препятствует удалению ионов тяжелых металлов до требуемых норм;
- аппаратное оформление технологии можно полностью заимствовать из традиционного реагентного способа;
- нет необходимости использовать флокулянт для ускорения осаждения, так как ФФГ является коагулянтом.

Технология очистки промышленных стоков с использованием активированного алюмосиликатного адсорбента «ГЛИНТ» была разработана в Санкт-Петербургском государственном университете путей сообщения под руководством профессора Е.Г. Петрова. Адсорбент позволяет в корпусе одного фильтра создать условия для осаждения катионов тяжелых металлов (никель, свинец, марганец, медь, хром 3+, железо, цинк, кадмий и др.), гуминовых веществ, а также нефтепродуктов.

Механизм работы адсорбента «ГЛИНТ» заключается в том, что катионы тяжелых металлов, растворенные в стоке, пропускаемом через фильтр, при взаимодействии с адсорбентом переходят в нерастворимые гидроксиды, оседающие на поверхности адсорбента и в межзерновом пространстве [2].

При этом достигается снижение концентраций по сравнению с исходной водой в десятки и сотни раз. Адсорбент может быть регенерирован и активирован непосредственно в фильтре без использования кислот или других агрессивных веществ неограниченное число раз, что значительно упрощает аппаратное оформление и удешевляет технологию. Результаты исследований химических показателей приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Результаты исследования химических показателей при очистке металлосодержащих сточных вод адсорбентом «ГЛИНТ» [2]

№ п.п	Наименование показателя	Единицы измерения	Результаты измерения	
			Исходная	После очистки
1	Никель	мг/дм <sup>3</sup>	94,0	0,0035

2	Свинец	мг/дм <sup>3</sup>	58,5	0,007
3	Кадмий	мг/дм <sup>3</sup>	81,1	0,004
4	Железо	мг/дм <sup>3</sup>	100,0	0,05
5	Марганец	мг/дм <sup>3</sup>	81,0	0,0047
6	Цинк	мг/дм <sup>3</sup>	66,3	0,0024
7	Медь	мг/дм <sup>3</sup>	60,1	0,002
8	Хром+3	мг/дм <sup>3</sup>	180,0	0,006
9	Нефтепродукты	мг/дм <sup>3</sup>	500,0	1,0

Как видно из приведенных данных, использование адсорбента «ГЛИНТ» может значительно сократить расходы предприятия на плату за загрязнение окружающей среды.

Исходя из проведенного анализа, следует прийти к выводу, что очищенные сточные воды после адсорбционного фильтра вполне пригодны для использования на машиностроительном предприятии как для промывки деталей в операциях подготовки поверхности к покрытию (питьевая вода или вода I категории), для приготовления растворов обезжиривания и травления, хозяйственно-бытовых и противопожарных нужд, мойки оборудования и полов, а также в некоторых других технологических операциях [2].

#### **Литература:**

1. Гринберг Д.М., Будрейко Е.Н. Малоотходные и ресурсосберегающие процессы в гальванике/ Материалы семинаров. – М., 1988. – С.17
2. Инженерная защита окружающей среды. Очистка вод. Утилизация отходов / Под ред. Ю.А. Бирмана, Н.Г. Вурдовой: М.: Изд-во АСВ, 2002 – 296 с.; ил. – Библиогр. в конце глав.
3. Будловскис Ю. и др. Применение ферроферригидрозоля для очистки промышленных стоков // Технологии в электронной промышленности – 2011. – №1. – С. 48-53
4. Вольхин В.В. и др. Химические процессы в экологии. – Пермь, 1998 – ПГТУ, кафедра химии.
5. Вода – это жизнь: если её чистить. Часть IV// Снабжение и сбыт. – 2006. – №10. – С. 54-59.



6. Носители катализаторов, адсорбенты, химпоглощители. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.univer.omsk.su/omsk/Edu/kataliz/nosit.html>, свободный. Загл. с экрана. – Яз.рус., 30.03.2014

7. Шкундина С. Очистка сточных вод. Ферроферригидрозоль из наночастиц // Печатный монтаж. – 2011. - №3. – С.146-153.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СВЕРХВЫСОКОЧАСТОТНОГО ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ СОТОВЫХ ТЕЛЕФОНОВ НА ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА**

Белозерова Е.А.<sup>1</sup>, Нафикова Н.В.<sup>2</sup>, Ценарева А.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ФГБОУ ВПО *Уфимский государственный авиационный технический университет, г.Уфа, Россия*

<sup>2</sup>МОБУ *гимназия №1 г. Благовещенска*

За последние годы мобильные телефоны стали неотъемлемой частью нашей жизни. Где бы ни был человек, он просто обязан оставаться на связи 24 часа в сутки, если не хочет пропустить важные события. Однако, о влиянии телефона на здоровье человека мало кто задумывается. Согласно статистике операторов сотовой связи:

- около 70% пользователей разговаривают по телефону более 30 минут в день;
- 30% людей имеют по 2 сотовых и регулярно их используют;
- 40% на ночь кладет телефон на расстояние менее 0,7 метра от головы (хотя даже не звонящий аппарат постоянно связывается с базовой станцией);

– только 20% пользователей знают, что влияние мобильного телефона на человека может быть чрезвычайно вредным.

Результаты последних исследований, проведенных учеными в Швеции, в которых участвовало чуть более чем 350 пациентов, свидетельствуют о негативном влиянии сотовых телефонов на организм человека. Согласно статистическому анализу оказалось, что вероятность развития опухоли в местах максимально близких к передатчику телефона, значительно выше прочих областей. Но при оглашении этих результатов было отмечено, что они не являются подтверждением вреда телефона.

В западных странах уровень влияния телефона на здоровье человека определяется не плотностью потока мощности как в России, а температурой, на которую нагреваются участки тела человека при разговоре по мобильному телефону. Уровень электромагнитного излучения возле головы при разговоре составляет около  $1 \text{ Вт/см}^2$ , т.е. та область головы, к которой прикладываете трубку в процессе разговора, может нагреваться на 1 - 2 градуса, что ведет к изменениям в нормальной работоспособности организма.

Еще одним видом влияния мобильного телефона на человека является взаимодействие электромагнитного излучения от передатчика с биоэлектрическими процессами в мозгу. Таким образом, исследование возможного влияния сотовых телефонов на здоровье человека является весьма актуальным.

С помощью микроамперметра в лаборатории кафедры «Безопасность производства и промышленной экологии» ФГБУ ГОУ ВПО УГАТУ авторами были проведены измерения электрической составляющей электромагнитного поля сотовых телефонов различных марок в различных режимах работы.

Результаты измерений представлены в виде диаграммы изменения плотности потока энергии сотовых телефонов в различных режимах работы (рисунок 1).

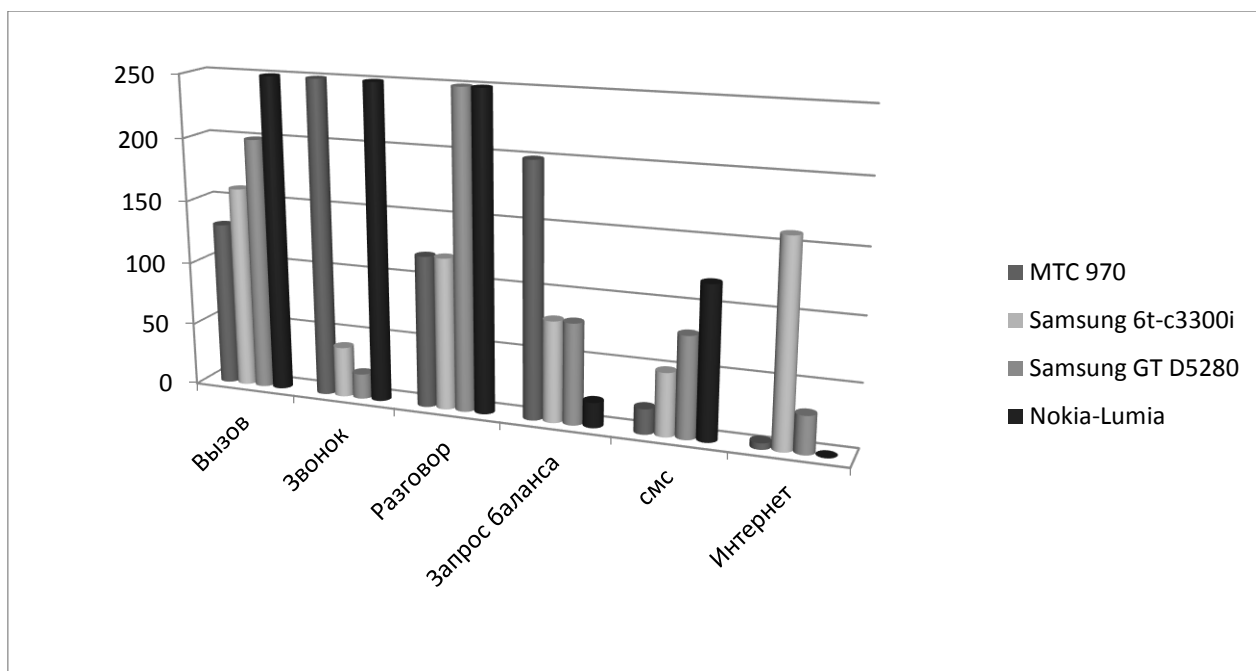


Рисунок 1 - Диаграмма изменения плотности потока энергии сотовых телефонов в различных режимах работы

Из рисунка 1 видно, что наиболее безопасным режимом работы является – «загрузка интернет страницы», наиболее опасным режимом работы всех моделей телефона является - «вызов», «звонок», «разговор». Наиболее безопасным телефоном из представленных является - МТС 970.

В работе так же проведены исследования эффективности средств защиты от электромагнитного излучения сотовых телефонов: «защита расстоянием», «защита временем» и экранирование.

Проведены измерения электрической составляющей электромагнитного излучения каждой модели сотового телефона с помощью микроамперметра в режиме работы «Вызов» на различных расстояниях от источника излучения. Результирующие значения переведены в значения плотности потока энергии (ППЭ). Результаты изменения ППЭ ( $\mu\text{Wt}/\text{cm}^2$ ) исследуемых моделей телефона на различных расстояниях в режиме работы «Вызов» представлены на рисунке 2.

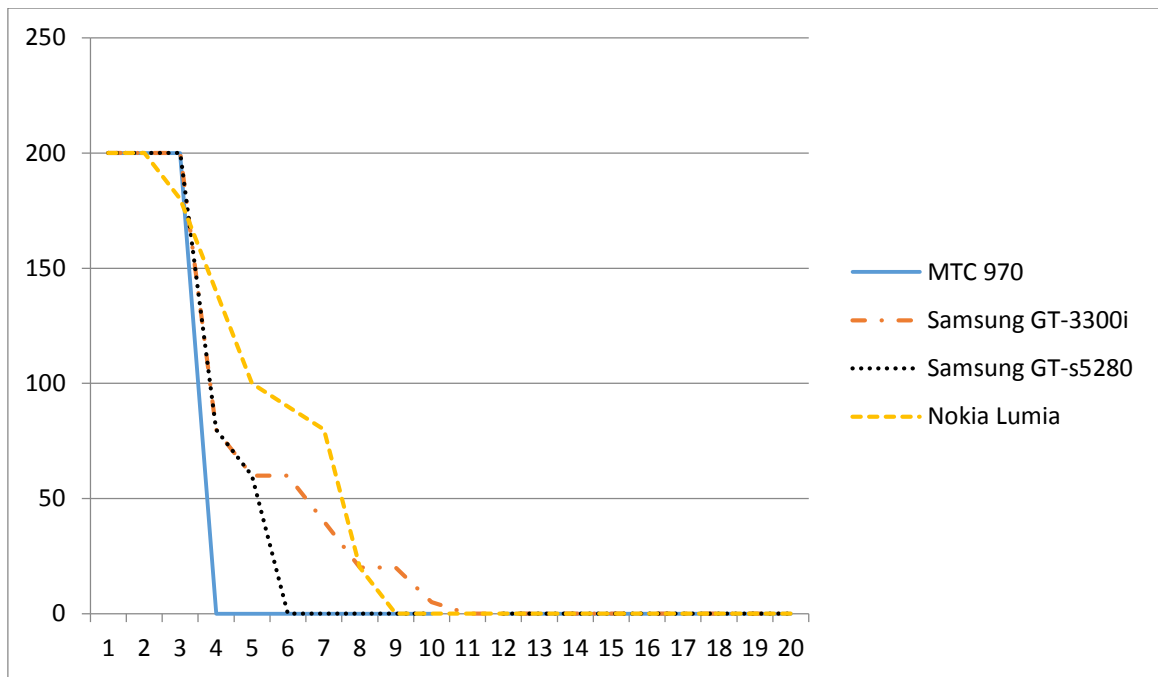


Рисунок 2 – График изменения ППЭ (мкВт/ см<sup>2</sup>) исследуемых моделей телефона на различных расстояниях в режиме работы «Вызов»

Как видно из рисунка 2, с увеличением расстояния от источника излучения значение величины плотности потока энергии всех моделей телефонов уменьшается. Следовательно, защита расстоянием может служить одним из эффективных методов защиты человека от негативного влияния электромагнитного излучения сотовых телефонов.

Расчет безопасного времени использования сотового телефона на организм человека показал, что для всех исследуемых моделей сотовых телефонов безопасное время составляет не более 20 минут.

При исследовании эффективности метода экранирования для защиты от негативного влияния электромагнитного излучения сотовых телефонов на организм человека использовались следующие экраны: Сетка полутомпаковая. ГОСТ 17622-72; Лист алюминиевый ГОСТ 21631- 76; Плита асбестоцементная; Органическое стекло ГОСТ 17622-72; Резина, армированная металлической сеткой; Коврик резиновый ГОСТ 4997-75.

Исследование эффективности экранирования от сверхвысокочастотного излучения 300МГц и 300ГГц сотовых телефонов проводилось в режиме работы

«Вызов». Диаграмма показателей эффективности экранирования для исследуемых моделей сотовых телефонов в режиме «Вызов» представлена на рисунке 3.

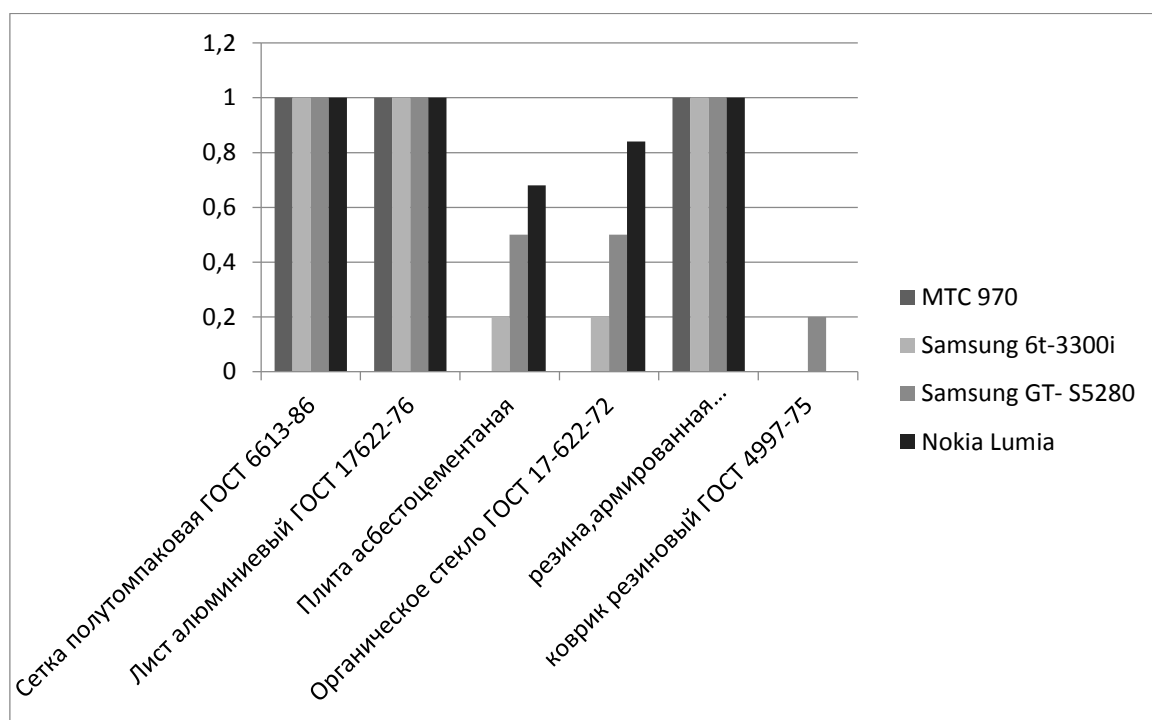


Рисунок 3 - Диаграмма показателей эффективности экранирования для исследуемых моделей сотовых телефонов в режиме «Вызов»

По результатам анализа установлено, что наиболее эффективными экранами являются: сетка полупаковочная. ГОСТ 17622-72; лист алюминия ГОСТ 21631-76; резина, армированная металлической сеткой.

В качестве рекомендаций по результатам исследований можно отметить, что каждый человек, который беспокоится о своем здоровье, имеет возможность снизить вредное влияние электромагнитного излучения сотового телефона, используя наиболее популярные методы:

– защита расстоянием - использование гарнитуры при разговоре может значительно снизить влияние ЭМИ на голову человека;

– защита временем - продолжительность разговоров по телефону не должна превышать 3 минуты в сутки, особенно это касается тех людей, кто использует безлимитные тарифы сотовой связи.

### **Литература:**

1. Безопасность жизнедеятельности: учебник для вузов / Белов С.В., Ильницкая А.В., Козьяков А.Ф. и др.; Под общ. ред. Белова С.В. – М.: Высшая школа, 2006. – 616 с.
2. Безопасность жизнедеятельности: учебное пособие / кол. авторов; под ред. Сидорова А.И. – М.: КНОРУС, 2009. – 496 с.

## **ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ НАСЕЛЕНИЯ И ТЕРРИТОРИИ ПРИ ПЕРЕВОЗКЕ АХОВ АВТОМОБИЛЬНЫМ ТРАНСПОРТОМ (НА ПРИМЕРЕ ТРАНСПОРТИРОВКИ АММИАКА)**

Кострюкова Н.В., Аксенов Д.С., Кислицын М.И.

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

*E-mail: kostrukova@list.ru*

Искусственный холод применяют во многих отраслях для получения температур ниже температуры окружающей среды. Наиболее активно используется в данной сфере аммиак.

Автомобильные трассы, участвующие в процессе транспортировки опасных грузов, являются возможными источникам чрезвычайных ситуаций. В России ежегодно происходит порядка 50 аварий с выбросом АХОВ, и наиболее распространены аварии, связанные с транспортировкой АХОВ.

Среди промышленных объектов, содержащих АХОВ (аварийно химически опасные вещества) самыми многочисленными в Российской Федерации являются предприятия, использующие в технологическом цикле аммиак - свыше 50% от общего числа химически опасных объектов (ХОО). Развитое

промышленное производство, связанное с получением различных химикатов, на территории г.Стерлитамак напрямую связано с потреблением аммиака. В связи с тем, что применение аммиака с каждым годом увеличивается, возрастает риск возникновения аварий с этим веществом.

Актуальность работы заключается в том, что значительное количество ХОО, использующих аммиак, располагается в непосредственной близости от черты городской застройки, поэтому в случае ЧС, требуется принятие особых мер по обеспечению безопасности их функционирования и защите населения, проживающего вблизи этих объектов, от последствий аварий.

Целью работы является прогнозирование, предупреждение и ликвидация чрезвычайной ситуации при перевозке аммиака автомобильным транспортом на территории г.Стерлитамак, а также разработка мероприятий по повышению устойчивости функционирования объектов транспорта и снижению риска возникновения ЧС.

В результате оценки современного состояния проблемы обеспечения безопасности населения и территории при перевозке аммиака автомобильным транспортом выявлены основные свойства опасного вещества, области применения, основы транспортировки. Также проведен анализ основных причин с выбросом аммиака. Выявлено, что наиболее распространенными причинами являются разрушение ресивера и опрокидывание автоцистерны при транспортировке. Анализ причин разгерметизации автоцистерны проведен при помощи «дерева отказов» (рис. 1). Рассчитана общая вероятность возникновения ЧС с выбросом аммиака на территории г.Стерлитамак, составляющая  $6,61 \cdot 10^{-4}$  год<sup>-1</sup>.

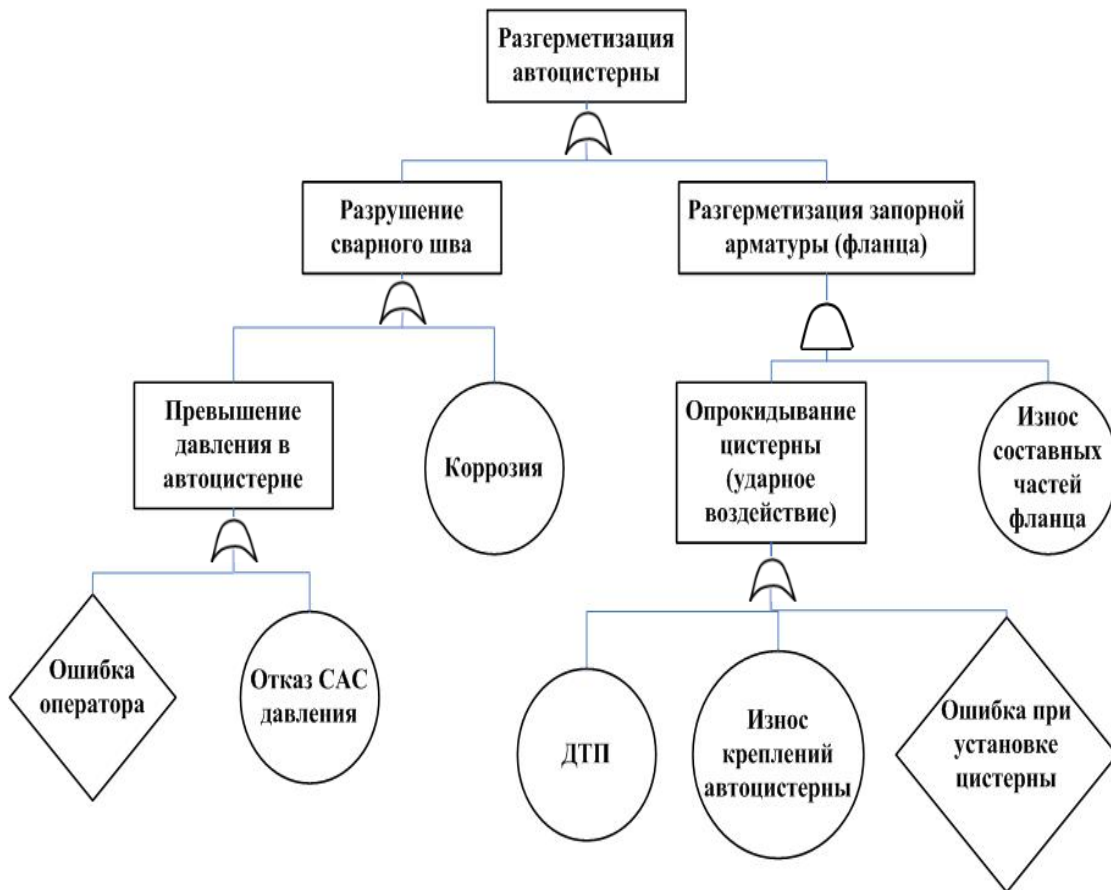


Рисунок 1 - Прогноз чрезвычайной ситуации с выбросом аммиака в результате разгерметизации автоцистерны

Анализ последствий разгерметизации автоцистерны при помощи «дерева событий» (рис. 2) выявил три возможных сценария – наиболее опасный, наиболее вероятный, а также сценарий с наихудшими последствиями для окружающей среды и определены вероятности их возникновения.



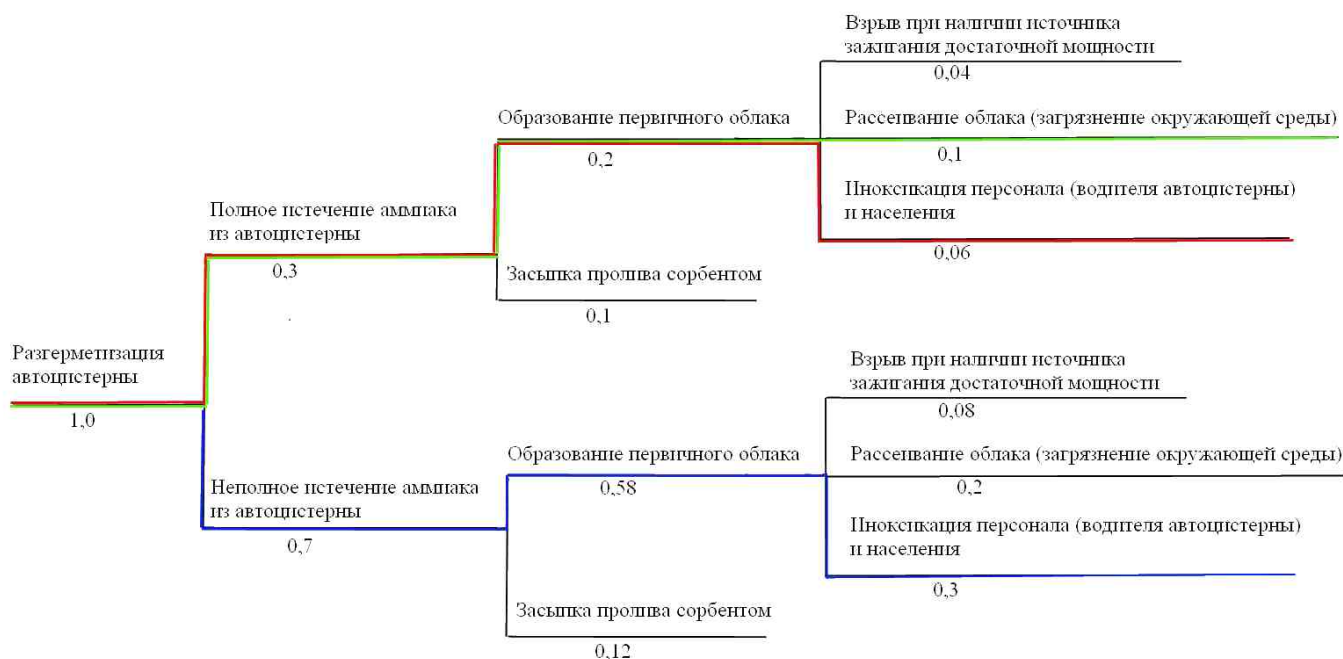


Рисунок 2 - Анализ последствий разгерметизации цистерны с выбросом аммиака при помощи «дерева событий»

В результате прогнозирования химической обстановки при ЧС с выбросом аммиака, вызванной разрушением автоцистерны, рассчитаны зоны возможного и фактического заражения местности для наиболее опасного, наиболее вероятного сценария и сценария с наибольшими негативными последствиями для окружающей среды. При этом выявлено, что при реализации наиболее опасного сценария и сценария с наибольшими негативными последствиями для окружающей среды зоны возможного и фактического заражения местности составят 2,2 и 0,22 км<sup>2</sup> соответственно, при реализации наиболее вероятного сценария 0,42 и 0,043 км<sup>2</sup> соответственно. При этом общая численность пострадавших при реализации наиболее опасного и наиболее вероятного сценария составит 110 и 20 человек соответственно. Среди них численность безвозвратных потерь для наиболее опасного и наиболее вероятного сценария составляет 7 и 38 человек соответственно. Для дальнейшей разработки принят наиболее вероятный сценарий.

Определена номенклатура и перечень АСДНР, необходимых для ликвидации ЧС с выбросом аммиака, вызванной разрушением автоцистерны на территории г.Стерлитамак, проведен расчет необходимых сил и средств для ликвидации ЧС, построены сетевые модели и линейные графики проведения работ с учетом и без учета оптимизации по времени.

При проведении оптимизации по времени работ, выполняемых медицинскими формированиями, общее время ликвидации ЧС сократилось на 10,5 %. Наиболее длительными работами являются мероприятия, выполняемые силами охраны общественного порядка, поскольку не могут быть оптимизированы.

Проведен расчёт всех необходимых видов обеспечения для ликвидации ЧС с выбросом аммиака, вызванной разрушением автоцистерны на территории г.Стерлитамак.

Наибольшие затраты приходятся на единовременные выплаты при потере кормильца и захоронение погибших, а также на финансовые выплаты заработной платы участникам ликвидации ЧС. При этом общие затраты на ликвидацию ЧС составляют 793,7 тыс.руб.

Выполнено планирование организации управления и взаимодействия между органами управления и силами и средствами, участвующими в ликвидации ЧС. Построены схемы управления и оповещения при ликвидации ЧС с выбросом аммиака, вызванной разрушением автоцистерны на территории г.Стерлитамак.

Рассмотрены теоретические основы обеспечения безопасности при проведении работ по ликвидации ЧС, определены негативные факторы, действующие на личный состав в зоне ЧС, организация медицинской помощи при ЧС с выбросом аммиака, рассмотрен комплекс СИЗ участников ликвидации ЧС, также произведен расчет допустимого времени безопасной работы спасателей в непригодной для дыхания атмосфере.

Разработаны технические предложения, направленные на предупреждение ЧС, и как следствие, повышение устойчивости функционирования автомобильных трасс и безопасности транспортировки АХОВ на территории населенной части г.Стерлитамак.

Рассмотрены меры, направленные на обеспечение безопасности при транспортировке аммиака, и включающие в себя технические мероприятия, организационные мероприятия, мероприятия по подготовке к действиям в ЧС, целью которых является подготовка персонала к действиям по предупреждению, локализации и ликвидации ЧС.

## **СТРАТЕГИЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ УТРАЧЕННЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ МОЩНОСТЕЙ РОССИИ ПО АКТИВНЫМ УГЛЯМ**

Олонцев В.Ф.<sup>1</sup>, Белоусов К.С.<sup>1</sup>., Сазонова Е.А.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> *НЦ «Порошкового материаловедения» ФГБОУ ВПО Пермский национальный исследовательский политехнический университет, г. Пермь, Россия*

<sup>2</sup> *ФГБОУ ВПО Пермский институт железнодорожного транспорта  
- филиал УРГУПС, г. Пермь, Россия*

Проблемы экологии и химзащиты более чем на 90% решаются углеродными сорбентами – активированными углями (АУ). Это высокопористые углеродные материалы с развитой структурой сорбирующих пор размером (10 – 15) Ангстрем, или (1,0 – 1,5) нм, в объеме которых происходит поглощение молекул практически любых примесей из жидких, паровых и газовых фаз. Общее производство АУ в мире составляет 400 –

420 тыс. тонн в год. В странах с высоким уровнем развития промышленности и качества жизни удельное производство АУ около 0,5 кг/чел. в год. В СССР оно было 0,15 кг/чел. в год, а в современной России – 20 грамм [1,2].

Этот показатель важен тем, что характеризует технологическую, экологическую, социальную и военную защищённость страны и населения. Общий объем производства всех марок активных углей (АУ) в стране до 1990г. составлял около 40 тыс. тонн.

В современных условиях потребности отечественной промышленности в сорбентах стали закрываться импортными поставками, возрастающими год от года, и к 2013г. они составили около 20 тыс. тонн в год. Одновременно производство наших сорбентов по сравнению с лучшими годами сократилось более чем в 10 раз [1].

Причины катастрофического состояния – низкое качество сырья, устаревшая технология, высокие энергозатраты, что приводит к неконкурентоспособности отечественных АУ и снижению объема выпуска в перспективе до нуля. Отрасль в её существующем технологическом и аппаратурном оформлении находится на завершающей стадии своего жизненного цикла.

Ближайшие реальные конкуренты – страны Европы и Китай. Сильные стороны конкурентов – передовые технологии, слабые – удалённость от сырьевых источников и высокая стоимость труда (Европа). Китай под давлением экологических проблем «завернул» свои объемы на внутренний рынок. В итоге возросли цены на мировом рынке активных углей.

Всплеск адсорбционных технологий в мире, особенно в области экологии, резко сокращает предложения на мировом рынке АУ. Отсюда дополнительный рост цен. Поэтому зависимость страны от импорта чревата серьёзными экономическими последствиями.

Целевая установка – обеспечение национальной химической безопасности страны путем восстановления утраченных производственных

мощностей РФ по активным углям достигается решением следующих задач: использованием технологии брикетирования и принципиально нового вида сырья – гидролизного лигнина. Попутно при этом решается задача безотходного использования стволовой древесины, поскольку исходным сырьем для гидролиза являются отходы ее переработки.

Основой настоящего исследования послужили результаты двух НИОКР по разработке технологий производства АУ из лигнина (типа АЦБ) и из фурфурола (типа ФАС), проведенных в 1970 – 2000 годах, – самых сильных и непревзойдённых до сих пор, поскольку в них участвовал весь отраслевой научно-технический комплекс страны (АЦБ) [3,4].

Актуальность работы диктуется следующими обстоятельствами:

1. Обеспечение национальной химической безопасности, требование ее независимости от импорта АУ, который к настоящему моменту времени в десять раз превосходит объем производства отечественных сорбентов.

2. Использование ценнейшего сырьевого материала – неделовой древесины, древесных отходов, отходов от переработки стволовой древесины, а также лигнина. Их объемы потрясающи – это миллионы тонн по году: остаются на лесосеках, вывозятся в отвалы, сжигаются, уничтожаются всеми возможными способами.

В рамках заданий по спецтехнике ОАО НПО «Неорганика» разработало суперугли марок ФАС из фурфурола. Фурфурол гранулируется в сферические частицы диаметром 0,5-2,0мм. Затем они проходят термические процессы - карбонизацию и активацию. Полученные таким образом активные угли обладают исключительно большим объемом сорбирующих пор (до 1,5см куб./г), высочайшей механической прочностью на истирание, близкой к 100%, и пределом прочности на сжатие –7500 кг/см кв., что сопоставимо с чугуном.

Уголь сверхчистый - содержание золы не более 0,5% , поверхность чистая и гладкая, не пылит.

Элитный уголь соответственно находит применение в элитных сферах. Это – в космической технике (фильтрация воздуха кабин космических кораблей и пилотируемых космических комплексов) по заявкам «Роскосмоса», в медицине (гемо-, плазмо-, лимфо- и энтеросорбция), в многоцикловых адсорбционных процессах с интенсивным режимом эксплуатации (движущийся и псевдооживленный слой), при высоких скоростях потоков, высоких давлениях, и значительных перепадах температур, т.е. там, где другие угли не «стоят» [4,5].

Большую перспективу ФАС показал в многоцикловых гидрометаллургических процессах извлечения благородных металлов, особенно у золотопромышленников в процессе «сорбент в пульпе» для сорбции золота (ОАО «Иргиредмет», г. Иркутск).

Исключительно удачное было применение ФАС в качестве носителя дорогостоящих платино-палладиевых катализаторов для окисления микропримесей органических веществ, как в газовой, так и в жидкой фазе.

Разработана технология производства, в установленном порядке оформлены технологические регламенты и нормативно-техническая документация. По ним выпущены опытные и опытно-промышленные партии АУ и катализаторов на их основе. Далее были снаряжены и испытаны средства защиты. Все работы и их результаты зафиксированы научно-техническими отчетами и соответствующими актами.

Технические показатели активных углей опытно-промышленных партий в 1,5-2,0 раза превосходят как отечественные, так и многие зарубежные аналоги, угли имеют хорошие экспортные возможности.

Образцы сырья, полукокса и АУ были направлены в фирму «Лурги» на испытания. Затем по приглашению немецкой стороны было проведено совещание технических специалистов обеих сторон в г. Франкфурт-на-Майне.

Задача безотходного производства в деревопереработке - наукоёмкая проблема, не решаемая единичными аппаратами или элементарными

приёмами. Однако глобальность объёмов отходов требует решения проблемы, поэтому наше предложение (проект) представляет собой достаточно сложный технологический процесс, наукоёмкую технологию, принцип которой «ничего не сжигать, всё – в дело». Не декларативно, а фактически достигается безотходное производство. Промежуточная цель технологии – получение твёрдого тела в виде полукокса, конечная – выработка в твёрдом теле дефектов преимущественным размером 10,0 - 15,0 Ангстрем, то есть производство сорбентов, причём – всего номенклатурного ряда: газовые, рекуперационные, осветляющие; любого фракционного состава; дроблёные и формованные. Таким образом, имеем производства полукоксов для металлургической промышленности и сорбентов для химзащиты, решения проблем экологии и многих промышленных технологий [6].

Сырьё для предлагаемого исследования лежит в начале технологической цепочки – у лесопереработчиков. Их узкая специализация не включает в круг своих интересов вопросы биотехнологии, лесохимии и физико-химии, что рождает у них упрощенный подход к проблемам отходов переработки древесины.

Поэтому владельцы древесных отходов видят свою задачу в том, чтобы избавиться от них любыми способами, вплоть до абсурдных – сжечь всё, в худшем случае – половину. Тогда как для физико-химиков, ведущих завершающую технологическую стадию, это не отходы, а ценнейший сырьевой материал. В совокупности по РФ это десятки миллионов плотных кубометров по году, если стволую древесину разделявать на территории России и экспортировать готовую продукцию, а не сырьевой «кругляк» [6].

Настоящие исследования будут решать следующие задачи государственного значения:

– Обеспечение национальной химической безопасности и проблем экологии собственными ресурсами.

– Восстановление утраченных производственных мощностей РФ по активным углям на основе инновационных технологий – импортозамещение.

– Высокий уровень качества продукции (АУ), конкурентоспособной на мировом рынке,- экспорт.

– Реализация технологии рационального использования одного из основных природных сырьевых ресурсов страны – безотходная переработка стволовой древесины, ресурсосбережение, рациональное природопользование.

– Введение в хозяйственный оборот нового вида сырьевого материала – гидролизного лигнина, который до настоящего времени позиционируется как отход производства гидролизных заводов.

#### **Литература:**

1. Русьянова Н.Д. Углекислотная химия. М.: Наука, 2003. 316 с.
2. Шапиро М.Д. Уголь – природный полимер. // Химия твердого топлива, 1968. №4. С. 52-54.
3. Асиновский Э.И., Кириллин А.В., Костановский А.В. Экспериментальное исследование термических свойств углерода при высоких температурах и умеренных давлениях. // Успехи физ. наук. 2002. Т. 172, № 8. С. 931.
4. Асиновский Э.И., Кириллин А.В., Костановский А.В. Еще раз об экспериментальном исследовании термических свойств углерода. // Успехи физ. наук. 2003. Т. 173. С. 1380 - 1381.
5. Пат. № 2154603 РФ. Способ получения активного угля из скорлупы орехов. 1999. // Б.И. №21. 2000.
6. Передерий М.А., Носкова Ю.А. Получение углеродных сорбентов из некоторых видов биомассы // ХТТ. 2008. № 4. С. 34.



## **МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ШУМОВЫХ ХАРАКТЕРИСТИК МАШИН В ЦЕХОВЫХ УСЛОВИЯХ**

О.Н. Поболь<sup>1</sup>, Г.И. Фирсов<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Московский государственный университет технологий и управления им.  
К.Г. Разумовского, Москва, Россия*

<sup>2</sup>*Институт машиноведения им А.А. Благонравова РАН, Москва, Россия*

Характеристики шумового режима в производствах и уровни звукового давления в заданных точках при работе машин не могут однозначно характеризовать их звуковую активность, поскольку зависят от акустических характеристик производственных помещений и соседних машин, плотности их установки и эксплуатационных условий. [1-4], Основной стандартной шумовой характеристикой машин, позволяющей объективно оценить их шум и выполнять расчеты шумового режима, является спектр уровней звуковой мощности  $L_p$  в октавных полосах частот. В качестве дополнительных сюда включаются: скорректированный уровень звуковой мощности (УЗМ)  $L_{PA}$ , уровни звукового давления в октавных полосах  $L$  и уровень звука  $L_A$ , измеренные в контрольных точках (обычно на расстоянии 1 м от контура машины  $L_{dIA}$ ). Эти характеристики удобны для выполнения экспресс-оценок и при невозможности определения спектра УЗМ. Подробное описание действующих в настоящее время отечественных и международных стандартов по изменению и нормированию шумовых характеристик машин приведен в работе [5].

Точность измерений шумовых характеристик принято характеризовать величинами средних квадратических отклонений (СКО) результатов измерений уровней шума. Все методы определения шумовых характеристик машин по гарантируемой точности измерений могут быть обобщенно отнесены к трем группам.

1. Точные методы измерений свободного и отраженного поля в заглушенных и реверберационных камерах (СКО соответственно в пределах 1,5 дБ и 1,5-2 дБ). Выполняются в специальных акустических камерах с объемом, превышающим объем машин в 100-200 раз.

2. Технические методы измерений в свободном и отраженном звуковом поле (с использованием образцового источника шума), а также измерений на расстоянии 1 м от наружного контура машины, осуществляемые в обычных производственных помещениях (СКО соответственно в пределах 2-3 дБ и 4-5 дБ). Первые два метода предъявляют особые требования к измерительным помещениям, а последний метод считается ориентировочным.

3. Специальные методы измерений для крупногабаритных машин — методы двух и трех огибающих поверхностей и интенсиметрии, требующие использования специальной аппаратуры. Имеющиеся в литературе сведения о погрешностях измерения звуковой мощности крупногабаритных машин весьма противоречивы, при этом отмечается, что точность часто определяется конкретными условиями измерений. Для некоторых типов машин эти методы обеспечивают повышенную точность, близкую к методам первой группы, однако в ряде случаев допускают большие погрешности (СКО до 7 дБ), связанные с некорректным учетом влияния ближнего звукового поля и отраженного звука [6 - 9].

Рассмотрим уточненный метод определения уровней звуковой мощности машин в производственных условиях, впервые предложенный в работах [1, 9]. Шумовые характеристики вычисляются по результатам измерений уровней звукового давления (УЗД) в контрольных точках на измерительной поверхности. Для машин с наибольшими габаритными размерами  $l_{max}$ , в пределах 1 м наиболее целесообразно применение точного метода измерений в заглушенной камере. Октавные уровни звуковой мощности (УЗМ) определяются по результатам измерений УЗД в точках на сферической или полусферической (в случае камеры с отражающим полом) поверхности радиуса

$r \geq 2l_{max}$   $L_P = L_m + 10 \lg (S/S_0)$ , где  $L_m$  - средний УЗД на измерительной поверхности в данной октаве, дБ;  $S$  - площадь измерительной поверхности, м<sup>2</sup>;  $S_0 = 1$  м<sup>2</sup>.

Для машин с габаритными размерами более 1 м с размерами до 20 м и более, возникают проблемы, связанные с обеспечением требуемой точности измерений. Строительство для измерений специальных акустических камер невозможно по экономическим соображениям, а сами испытания технологического оборудования, включающие определение шумовых характеристик, выполняются в процессе эксплуатации в производственных цехах, при высокой плотности установки машин. На результаты измерений влияют акустические свойства производственного помещения и соседних машин, а также особенности звукового поля самой машины: тип излучателей, их расположение в объеме машины и наличие ближнего поля излучения. Использование для определения УЗМ таких машин метода интенсивности затруднительно ввиду его сложности и требует проведения дополнительных исследований с целью оценки обеспечиваемой точности. Единственным приемлемым по простоте и доступности в условиях эксплуатации методом определения УЗМ крупногабаритных машин является стандартный метод измерений на расстоянии 1 м от наружного контура, однако точность этого метода, допускающего максимальные СКО до 4-5 дБ, не позволяет использовать его без дополнительной корректировки. На его основе разработан уточненный метод определения УЗМ машин на расстоянии 1 м в условиях эксплуатации [1, 10], учитывающий тип и расположение излучателей в объеме машин, конструктивные особенности машин, что учтено в расположении контрольных (измерительных) точек на измерительной поверхности, имеющей форму параллелепипеда. Форма измерительной поверхности в виде параллелепипеда, отстоящего от наружного контура машины на расстоянии  $d = 1$  м, и схема расположения измерительных точек на этой поверхности приняты из удобства измерений с учетом конструктивных особенностей оборудования

отрасли. Измерительные точки располагаются равномерно на измерительной поверхности на двух измерительных линиях на высоте  $0,9 \pm 0,2$  м и  $1,5 \pm 0,2$  м.

Площадь измерительной поверхности определяется по формуле

$$S = 4(a + b + c)(ab + ac + bc)/(a + b + c + d),$$

где  $a = 0,5l_1 + 1$ ,  $b = 0,5l_2 + 1$ ,  $c = 0,5l_3 + 1$  - характерные размеры поверхности в м,  $l_1, l_2, l_3$ , - основные габаритные размеры машины в м.

УЗМ машин по уточненному методу измерений на расстоянии 1 м от наружного контура определяется по формуле  $L_P = L_m + 10 \lg (S/S_0) - K$ , где  $K$  - коррекция на отраженный звук и характер звукового поля,

$L_m = 10 \lg \left( \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m 10^{0,1L_i} \right)$ ,  $L_i$  - УЗД в  $i$ -той измерительной точке,  $m$  — общее число измерительных точек,

$$K = 10 \lg(\psi + 4S/B) \quad (1)$$

$\psi = \psi_1\psi_2$  - коэффициент учета увеличения УЗД в измерительных точках из-за неравномерного расположения локальных источников шума в объеме машины ( $\psi_1$ ) и их ближнего звукового поля ( $\psi_2$ ),  $B$  - акустическая постоянная цеха с площадью ограждающих поверхностей  $S_V$ ,  $B = aS_V / (1 - a)$ ,  $a$  - среднее значение коэффициента звукопоглощения цеха в расчетной полосе частот (характеризует долю поглощенной ограждениями и машинами звуковой энергии). Второе слагаемое в уравнении (1) учитывает влияние на результаты измерений отраженного звука при условии диффузности (однородности и изотропности) звукового поля в измерительной зоне. Для определения коррекции  $K$  необходимо прежде всего знание характеристик звукового поля в проходах между машинами. Большинство цехов на старых фабриках являются соразмерными (отношение длины  $l$  к ширине  $b$  и высоте  $h$  не превосходит для них соответственно 5 и 4), в то время как на предприятиях постройки последних десятилетий они относятся к плоским (отношение длины к ширине и высоте значительно превосходят 5).

Исследованы спады УЗД в проходах между машинами на разных расстояниях  $r$  от точечного образцового источника (паспортные значения СКО для источника в измерительных частотных полосах в пределах 0,7 дБ) как для соразмерных, так и для плоских цехов. Результаты измерений спадов УЗД сопоставлялись с расчетными значениями спадов уровней, определенными в соответствии с классической теорией Сэбина для диффузного отраженного звукового поля в соразмерных помещениях по уравнению

$$L = L_P - 10 \lg (2\pi r^2/S_0) + 10 \lg (1 + 8\pi r^2/B), \quad (2)$$

где  $L_P$  - УЗМ образцового источника шума, дБ.

Как показали исследования, отраженное звуковое поле в зоне измерений для всех цехов является диффузным: спад УЗД в проходах подчиняется уравнению (2). Справедливость этого заключения подтверждается совпадением результатов определения УЗМ однотипных машин по уточненному методу на расстоянии 1 м от наружного контура как в соразмерных, так и в плоских цехах. Коэффициент  $\psi_1$  для машин найден с учетом данных локализации и идентификации источников шума в объеме машины - в полосах измерений преобладают некогерентные точечные излучатели и линейные системы точечных излучателей. Оценка величины коэффициента  $\psi_1$  сводится к нахождению средней плотности звуковой энергии  $w$  прямого излучения на измерительной поверхности  $S$  при известной мощности источника  $P_0$

$$\psi_1 = P/P_0 = w c S / P_0, \quad (3)$$

где  $P$  - измеренная звуковая мощность, Вт;  $c$  - скорость звука в воздухе, м/с.

При излучении в полусфере плотность энергии в точке на расстоянии  $r$  находится из соотношений:

- для локального точечного источника на измерительных линиях

$$w_i = P_0 / 2\pi r^2 c, \quad (4)$$

где  $w_i$  - плотность звуковой энергии в  $i$ -ой точке, Вт с/м<sup>3</sup>;

• для линейного источника длины  $l$  в точках  $D_1$  и  $D_2$ , на измерительных линиях  $AB$ ,  $CE$ ,  $AC$ ,  $BE$ , параллельных и перпендикулярных источнику

$$w_{D_1} = \frac{P_0}{2\pi cl} \int_a^{d+l} \frac{dx}{(x-a)^2 + d^2} = \frac{P_0}{2\pi cl} \left( \operatorname{arctg} \frac{d+l-a}{d} - \operatorname{arctg} \frac{d-a}{d} \right) = \quad (5)$$

$$= P_0(\operatorname{arctg}\theta_2 - \operatorname{arctg}\theta_1)/2\pi cl, w_{D_2} = P_0(\operatorname{arctg}\theta_4 - \operatorname{arctg}\theta_3)/2\pi cl,$$

где  $d$  - расстояние от измерительной линии до источника, м;  $a$  и  $a_1$  - соответственно координаты элемента излучателя и измерительной точки  $D_1$  в прямоугольной системе координат, м;  $\theta_1, \theta_2, \theta_3, \theta_4$  - угловые координаты измерительных точек  $D_1$  и  $D_2$  относительно концов линейного источника, рад.

Применительно к оборудованию текстильной и легкой промышленности можно показать, что прядильные, крутильные, ровничные, мотальные, плоские трикотажные и подобные им длинные машины представляют собой систему параллельных линейных излучателей, состоящих из некогерентных точечных. Ленточные машины, ткацкие станки, круглые трикотажные, швейные и большая часть обувных машин можно рассматривать как точечные излучатели или системы точечных и линейных излучателей.

Из компьютерных расчетов для основных типов машин, при рассмотрении их в виде указанных моделей, в соответствии с уравнениями (3) - (5) найдены значения  $\psi_1 = 1,35 - 1,53$ , средние значения  $\psi_{1cp} = 1,4$ .

Величина коэффициента  $\psi_2$ , учитывающего влияние в зоне измерений ближнего поля машины, может быть найдена из отношения, аналогичного (3)

$$\psi_2 = P_1/P_0 \quad (6)$$

где  $P_1$  - мощность источника в ближнем поле, определяемая по результатам измерения УЗД на измерительной поверхности площади  $S$ , Вт;  $P_0$  - истинная звуковая мощность источника, определяемая интенсивностью его излучения  $I$  в измерительных точках. Для мощностей сферического излучателя порядка  $u$  получены выражения [5]

$$P_0 = \frac{8\rho ckr_0^3}{\left|kr_0 H_{n+1/2}^{(2)}(kr_0) - nH_{n+1/2}^{(2)}(kr_0)\right|^2} V_{r_0}^2,$$

(7)

$$P_1 = \frac{\pi kr_1}{2} \left|H_{n+1/2}^{(2)}(kr_1)\right|^2 \frac{8\rho ckr_0^3}{\left|kr_0 H_{n+1/2}^{(2)}(kr_0) - nH_{n+1/2}^{(2)}(kr_0)\right|^2} V_{r_0}^2,$$

(8)

$$H_{n+1/2}^{(2)}(z) = \left(\frac{2}{\pi z}\right)^{1/2} j^{n+1} e^{jz} \sum_{l=0}^n \frac{(n+l)!}{l!(n-l)!} \frac{1}{(2/z)^l},$$

где  $\rho$  - плотность воздуха, кг/м<sup>3</sup>;  $k = \omega/c$  - волновое число, м<sup>-1</sup>;  $r_0$  - радиус сферического излучателя, м;  $H_{n+1/2}^{(2)}(z)$  - функция Ганкеля аргумента ( $z$ ) для излучателя порядка  $n$ ;  $r_1$  - расстояние от центра источника до измерительной точки, м;  $j = \sqrt{-1}$ ;  $l = 1, 2, 3, \dots$

После подстановки уравнений (7) и (8) в формулу (6) выражение для коэффициента  $\psi_2$ , приобретает вид:

$$\psi_2 = 2/nkr_1 \left|H_{n+1/2}^{(2)}(kr_1)\right|^2.$$

(9)

Выполненные по уравнению (9) расчеты дают следующие значения коэффициента ближнего поля:

- при  $n = 0$  (точечный сферический излучатель)  $\psi_2 = 1$  при любых  $r$ , во всем частотном диапазоне;
- при  $n = 1$  (дипольный излучатель)  $\psi_2 = 1$  при  $r_l \geq 1$  м в частотном диапазоне при  $f > 500$  Гц;
- при  $n = 2$  величина  $\psi_2 \approx 1$  при  $r_l \geq 1$  м в частотном диапазоне при  $f > 1000$  Гц.

Результаты расчетов дают основание для заключения, что для машин с преобладанием излучателей порядков  $n = 0$  и  $n = 1$  для измерительной зоны на расстоянии от основных излучателей  $r_l \geq 1$  м в представляющем практический интерес частотном диапазоне значения коэффициента ближнего поля можно

принимать  $\psi_2 = 1$ . Тогда значение коэффициента  $\psi$  в уравнении (1) составит в среднем  $\psi = \psi_1\psi_2 = 1,4$ , а само уравнение (1) для расчета: коэффициента коррекции будет иметь вид

$$K = 10 \lg(1,4 + 4S/B) \quad (10)$$

Следовательно, найденная при измерениях по стандартному методу на расстоянии 1 м, в котором принято значение коэффициента  $\psi = 1$ , звуковая мощность машин оказывается завышенной в среднем на 40%, а в ряде случаев и более 50%, по причине неравномерности расположения основных источников шума в объеме машины. В уточненном методе эта систематическая погрешность исключена.

Величина коэффициента коррекции  $K$  для производственных помещений в зависимости от отношения его объема  $V$  к площади измерительной поверхности  $S$  установлена на основе статистической обработки результатов массовых измерений и расчетов акустической постоянной помещений (после измерений в них времени реверберации)  $B = A/(1 - \alpha)$ , где  $\alpha$  - средние значения коэффициентов звукопоглощения в расчетных полосах частот.

Эквивалентная площадь звукопоглощения  $A$  производственных помещений определялась при этом по экспериментальным значениям времени реверберации по стандартной методике. Для плоских цехов звукопоглощение  $A$  рассчитывалось также по формуле  $A = \alpha S_V$  с учетом значений КЗП  $\alpha$  для однотипных соразмерных цехов - расчетные и экспериментальные значения практически равнозначны (разница в пределах 4%).

При практических расчетах средние значения коэффициента коррекции  $K$ , найденные по уравнению (10) с учетом данных массовых измерений их акустических характеристик, принимаются согласно таблице в зависимости от отношения объема помещения к площади  $S$  измерительной поверхности.

Значения УЗМ, определенные для машин по описанной выше методике, лежат в основном в диапазоне 70-110 дБ. Анализ точности определения УЗМ машин описанным выше уточненным методом измерений на расстоянии 1 м от



наружного контура выполнен в сравнении с точным методом в заглушенной камере, техническими методами - в свободном звуковом поле и в реверберационном помещении, а также ориентировочным методом. Были определены УЗМ основных типов машин с габаритными размерами от 1 до 20 м. Измерения выполнялись как для одной машины, так и для групп однотипных машин при работе на одинаковых скоростях. Как показали результаты исследований, погрешности средств измерений при использовании прецизионной аппаратуры практически не влияют на результаты и потому средние отклонения можно определять без дополнительной коррекции.

Интервалы изменения акустических параметров	Отношение V/S для обычных цехов, м	Отношение V/S для цехов с сильно отражающими звук поверхностями без технологических звукопоглотителей, м	Коэффициент коррекции K, дБ
1	20 - 50	50 - 100	4,5
2	50 - 90	100 - 200	3,5
3	90 - 300	200 - 600	2,5
4	Свыше 300	Свыше 600	1,5

Доверительные границы результатов измерений для одной машины в случае достаточно высокой доверительной вероятности  $\beta \leq 0,98$  и при числе измерительных точек не менее 8 для среднегабаритных машин и 16 для крупногабаритных определяются уравнением  $a_{В,Н} = L_m \pm s$ , где  $s$  - СКО результатов измерений УЗД. Проведенные исследования показали, что результаты определения УЗМ машин по методам I, II, III следует считать равнозначными как по абсолютным значениям измеренных параметров (разница УЗМ в основном не превосходит 1 дБ), так и по точности их определения. СКО для этих методов составляют в среднем 1,5 - 2,5 дБ и лежат в пределах, допускаемых стандартами для технических методов измерений.

Установлено, что для обеспечения необходимой точности измерений по уточненному методу (I) для среднегабаритных машин размерами в пределах 7 м число измерительных точек должно быть не менее 8, для машин с габаритными размерами более 7 м должно быть не менее 16 измерительных точек. Измерительные точки рекомендуется располагать на двух горизонтальных уровнях на расстоянии 2 - 4 м в продольном направлении и 1 - 3 м в поперечном направлении относительно оси машины.

Метод IV (сравнения с образцовым источником шума) относительно методов I, II, III дает на частотах октавных полос с номинальной частотой 64, 125 и 250 Гц значения УЗМ, заниженные на 2 - 7 дБ. Это объясняется расположением образцового источника вблизи машины (по условиям контрольных испытаний расположить источник на месте машины невозможно), когда наличие ограждающих поверхностей в зоне его расположения приводит к увеличению звуковой мощности  $P_0$  источника до величины  $P$  вследствие появления мнимого источника равной мощности на частотах, где величина критерия  $2kl > 1$  (где  $k = \omega/c$  - волновое число,  $l$  - расстояние до отражающей поверхности)  $P = P_0(1 + \sin 2kl / 2kl)$ . Погрешность измерений в этом случае составляет

$$\delta = 10 \lg \left( 1 + \sum_{i=1}^m \sin 2kl / 2kl \right),$$

(11)

где  $c$  - скорость звука в воздухе, м/с;  $m$  - число отражающих поверхностей;  $i = 1, 2, 3, \dots$

Расчетные значения  $\delta$  по формуле (11) для октавных полос 63, 125 и 250 Гц при расстоянии до отражающей плоскости  $l = 0,2 - 0,3$  м составляют соответственно в среднем 3, 2,3 и 1,7 дБ, а при наличии двух отражающих поверхностей - 5, 4 и 2,2 дБ.

Полученные по ориентировочному методу V значения УЗМ испытанных машин превышают соответствующие значения по методам I, II, III на 1-4 дБ

вследствие неучета расположения локальных излучателей шума в объеме машины и неравномерности распределения измерительных точек на измерительной поверхности. Величины СКО для методов IV и V составляют в среднем 2,5- 3 5 дБ, т.е. эти методы значительно уступают по точности методам I, II, III. Разница между УЗМ по уточненному методу I для одной машины и группы однотипных машин в среднем не превышает 2 дБ и лежит в пределах СКО для одной машины. СКО для групп из 5 и более среднегабаритных машин (с размерами в пределах 7 м) составляют  $s_1 = 4,9 - 6,7$  дБ и для групп из 3 и более крупногабаритных машин равны  $s_2 = 4,2 - 5,4$  дБ и определяют современный технический уровень машиностроения. В случае проведения контрольных испытаний на одной машине измерительные значения УЗМ следует увеличивать на акустический допуск  $\Delta = 0,4$  дБ, который для среднегабаритных машин следует принимать  $\Delta_1 = 3$  дБ и для крупногабаритных  $\Delta_2 = 2$  дБ.

Для обеспечения по этому методу необходимой точности в пределах акустического допуска  $\Delta = 2 - 3$  дБ должно быть испытано не менее 3 крупногабаритных и 5 среднегабаритных однотипных машин. Выполненные исследования точности измерений звуковой мощности машин в условиях эксплуатации с помощью уточненного метода I позволяют гарантировать акустический допуск в пределах 2-3 дБ, в то время как априори эта величина в соответствии со стандартом по статистической обработке результатов определения и контроля уровней шума машин принимается не менее 5 дБ.

Таким образом, разработанный уточненный метод I определения УЗМ машин в производственных условиях, учитывающий конструктивные особенности машин, их установку при испытаниях и усредненные акустические характеристики типовых производственных помещений предприятий, обеспечивает необходимую для проведения контрольных испытаний точность, равнозначную стандартным техническим методам и приближающуюся к точному методу измерений в заглушенной камере.

### Литература:

1. Поболь О.Н. Шум в текстильной промышленности и методы его снижения. – М.: Легпромбытиздат, 1987. – 212 с.
2. Pobol O.N., Panov S.N., Firsov G.I., The Ecological Acoustics of Machines: System Simulation and Machine Control in the Technosphere // Fourth International Congress on Sound and Vibration (St.Petersburg, 24-27 June 1996): Proceedings / Ed. by M.J. Crocker and N.I. Ivanov. Vol. 2. - St.Petersburg: 1996. - P.1107 - 1114.
3. Поболь О.Н., Фирсов Г.И. Проблемы технического нормирования шумовых характеристик текстильных машин и управление шумовым режимом в производственных цехах // Известия Самарского научного центра Российской Академии наук. Специальный выпуск: Безопасность. Технологии. Управление. 2007. Том 1. - Самара: Самарский научный центр РАН, 2007. - С.277-280.
4. Поболь О.Н., Фирсов Г.И. Техносфера, ноосфера и экологические проблемы современных техногенных систем // Вестник Тамбовского университета. Серия Естественные и технические науки. --- 2013. – Т.18, вып. 3. – С.1073-1076.
5. Tsukernikov I.E. Russian and international standards in the field of machinery noise. State and activity perspectives // Proc. of Fourth Int. Congress on sound and vibration. Vol. 2. - SPb.: 1996. – P.709-712.
6. Jacobsen F. A critical examination some of the field indicators that have been proposed in connection with sound power determination using the intensive technique // Proc. of Fourth Int. Congress on sound and vibration. Vol. 2. - SPb.: 1996. – P.1889-1896.
7. Hübner G. Qualification procedures for free-field condition for sound-power determination of sound sources and methods for the determination on the appropriate environmental corrections // Journal of Sound and Vibration. – 1977. – Vol. 61, No. 2. – P.456-464.

8. Hübner G. Sound intensity measurement method-errors in determinant the sound field power levels of machines and its correlation with sound field indicators // Proc. Internois-87. – Beijing, 1987. – P.1227-1230.

9. Kurze U.I. Gerauschemissionsmessungen an grossen Maschinen // Z. Lärmbedämpfung. – 1992. – Bd. 39, No. 5. – S.129-134.

10. Поболь О.Н. Определение уровней звуковой мощности машин в условиях эксплуатации // Измерительная техника. – 1983. - № 1. – С.71-73.

**СНИЖЕНИЕ НЕГАТИВНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ  
ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ПРЕДПРИЯТИЯ ПО ПРОИЗВОДСТВУ  
МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ И  
ЧЕЛОВЕКА**

Риянова Э.Э., Семенова А.Д., Кострюкова Н.В.

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

*E-mail: [riyanovaevelina@mail.ru](mailto:riyanovaevelina@mail.ru)*

Молочное производство, в отличие от химического и других видов промышленности, не относится к основным загрязнителям атмосферы. Тем не менее, выбросы ряда технологических процессов, содержащие пыль, пары, газы, неблагоприятно действуют на окружающую среду, вызывая загрязнение воздуха, почвы, зеленых насаждений. Сточные воды молочных заводов характеризуются высокими концентрациями органических загрязнений. Таким образом, на фоне увеличения антропогенной нагрузки со стороны рассматриваемого предприятия разработка системы защиты среды обитания является актуальной.

«Молочная компания N» на сегодняшний день - это более 30 наименований молочной продукции с широкой географией её поставок. Ежегодный объем переработки молока составляет более 24 тысяч тонн. Предприятие характеризуется наличием современного оборудования и соответствием международным стандартам качества производства цельномолочной продукции.

Основная производственная деятельность предприятия заключается в производстве молочной продукции, содержащая приемно-аппаратный участок, участок розлива, производство творога, сметаны, масла, кисломолочной продукции, сгущенного молока. Наряду с основным функционирует вспомогательное производство, которое включает в себя АТП (АТЦ), электроцех, ремонтно-механический участок, заводоуправление, столовую и деревообрабатывающий цех.

Технология производства молочных продуктов многоэтапна. Технологическая схема основного производства представлена на рисунке 1.

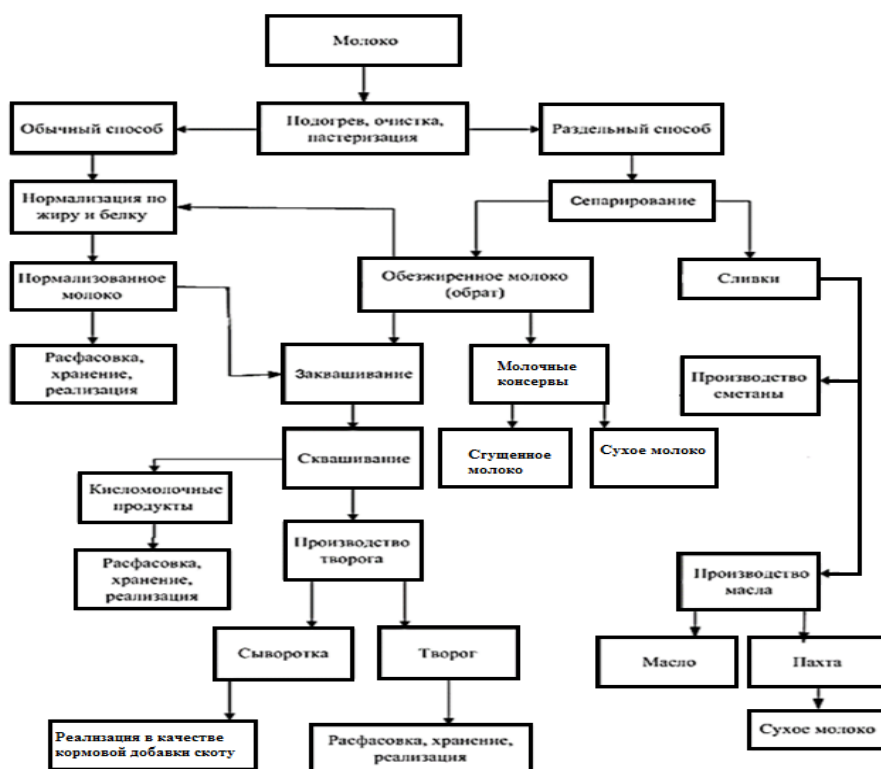


Рисунок 1 – Технологическая схема основного производства «Молочная компания N»

Произведена декомпозиция воздействия на окружающую среду и человека, которая представлена на рисунке 2.

На основе проведенного анализа деятельности предприятия «Молочная компания N», как источника негативного воздействия на среду обитания, составлена общая балансовая схема материальных потоков в системе «производство – окружающая среда», представленная на рисунке 3. Произведен расчет экологического риска для населения. Для населения максимальную опасность представляют такие вещества, как оксид азота и оксид углерода.



Рисунок 2 – Декомпозиция воздействия «Молочная компания N» на окружающую среду и человека

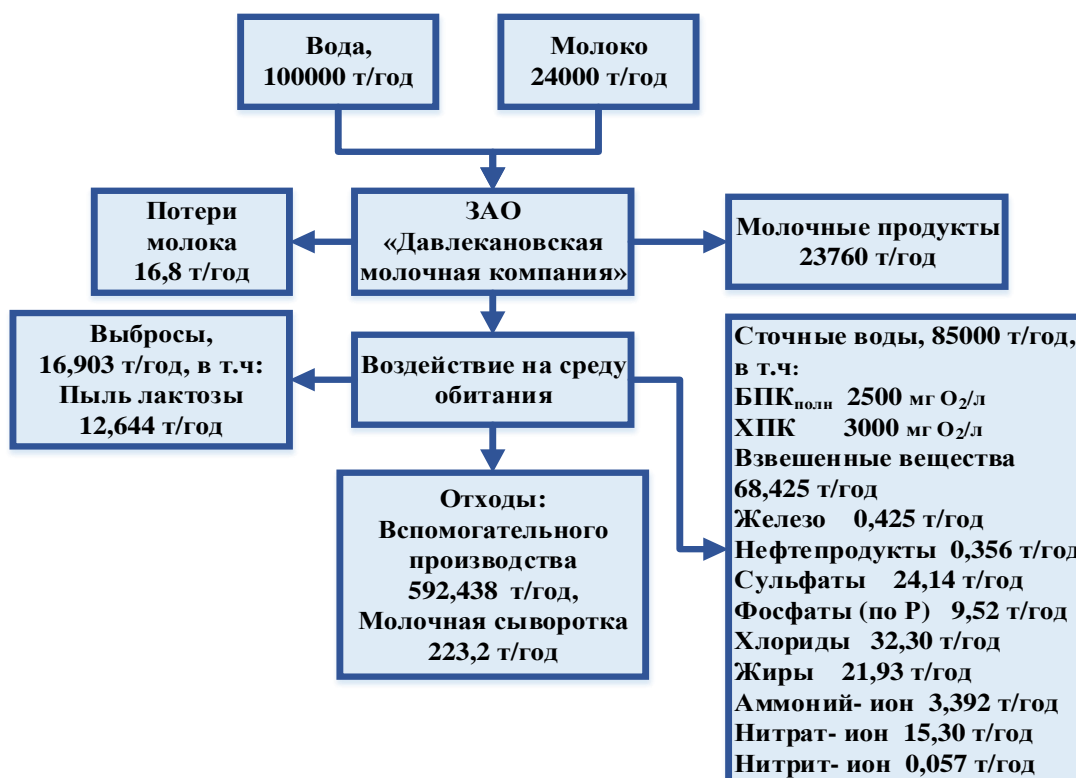


Рисунок 3 – Общая балансовая схема материальных потоков в системе «производство – окружающая среда» на «Молочная компания N»

Произведен расчет ущерба окружающей природной среде, наносимого выбросами загрязняющих веществ в атмосферу. Максимальное значение величины ущерба приходится на оксид углерода и составляет 23118,44руб.

Проведена оценка уровней факторов производственной среды и трудового процесса для оператора распылительной сушильной установки. По результатам оценки условий труда оператору распылительной сушильной установки присвоен 3.1 класс условий труда.

В таблице 1 приведены данные о выбросах в атмосферу загрязняющих веществ молочного завода. По данным показателям можно сделать вывод, что выброс пыли лактозы превышает ПДВ.



Таблица 1 – Сведения о выбросах загрязняющих веществ «Молочная компания N» за 2012 год

№ п/п	Наименование вещества	Выброс, т/год	ПДВ, т/год	Класс опасности
1	Марганец	0,00025	0,00025	2
2	Сажа	0,011	0,0153	3
3	Азота оксид	0,586	0,589	3
4	Аммиак	0,774	0,778	4
5	Диоксид азота	0,056	0,056	3
6	Бензол	0,00025	0,00025	2
7	Бензин	0,0052	0,0052	4
8	Метан	2,07	2,08	4
9	Толуол	0,0053	0,55	3
10	Оксид углерода	0,76	2,15	4
11	Серная кислота	0,0015	0,0015	2
12	Хлор	0,017	0,017	2
13	Пыль лактозы	12,644	12,000	-
	<b>Итого:</b>	<b>16,93</b>	<b>18,24</b>	

На основании проведенного анализа и обоснования выбора методов, и аппаратов очистки воздуха предприятия «Молочная компания N» на участке производства сгущённого молока предлагается следующая схема очистки воздуха: установить циклон (рис.4а) и рукавный фильтр (рис.4б) для очистки воздуха от пыли лактозы. Для данных аппаратов проведены расчеты.

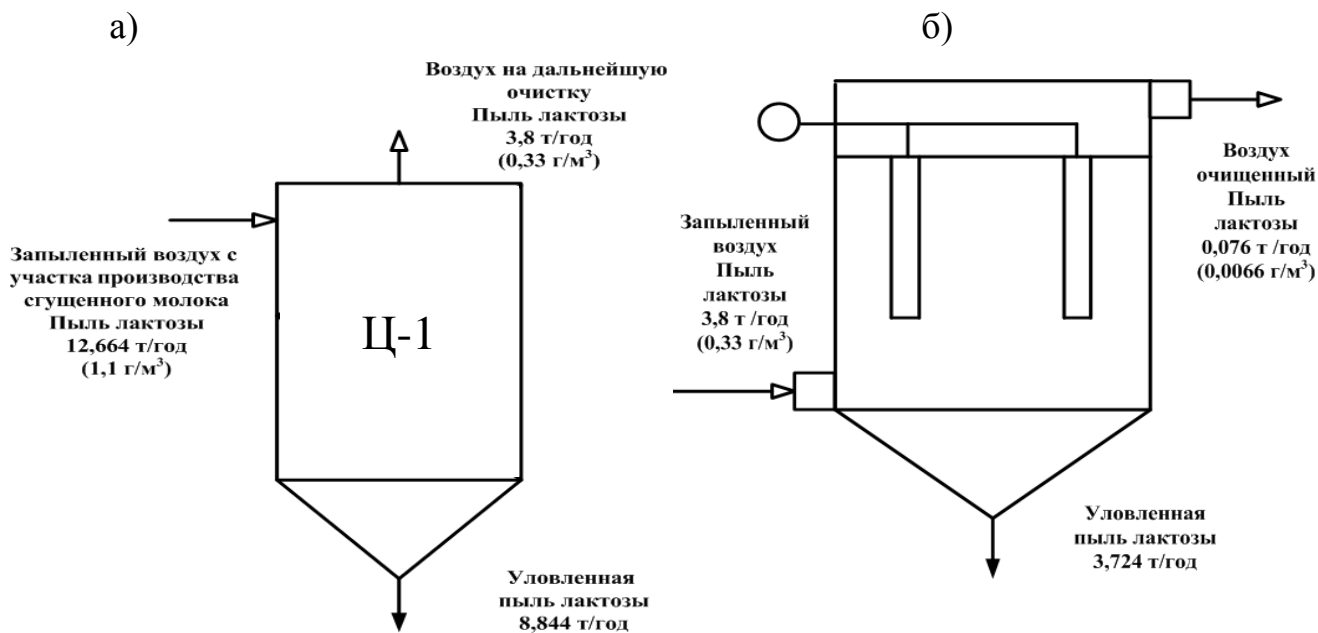


Рисунок 4 – Аппараты для очистки воздуха от пыли лактозы:

а) циклон; б) рукавный фильтр

Рассчитаны материальные балансы для проектируемой системы защиты атмосферы. Анализ балансов показал, что в результате очистки запыленного воздуха по предложенной схеме, удастся достичь значительного снижения выбросов пыли лактозы и ежегодно улавливать более 12 т.

Изучена характеристика сточных вод «Молочная компания N». Установлен факт превышения норм для сброса в городскую канализацию по всем показателям.

Исходя из состава сточных вод и требуемых норм водоотведения, необходима многоступенчатая технология очистки. Технологическая схема очистки стоков включает решетку автоматическую с механической очисткой, жируловитель, усреднитель, напорный флотатор. Рассчитаны аппараты очистки сточных вод. Рассчитаны материальные балансы для проектируемой системы защиты гидросферы.

Проведено мероприятие по улучшению условий труда на рабочем месте оператора распылительной сушильной установки. Была установлена звукопоглощающая облицовка.

Для аварийной ситуации было построено дерево отказов. Где вероятность возникновения головного события составляет  $2 \cdot 10^{-5}$ .

Для анализа возможных путей развития ЧС на «Молочная компания N» построено «дерево событий» для случая разгерметизации компрессора. При разгерметизации компрессора наиболее опасным сценарием является интоксикация персонала и населения.

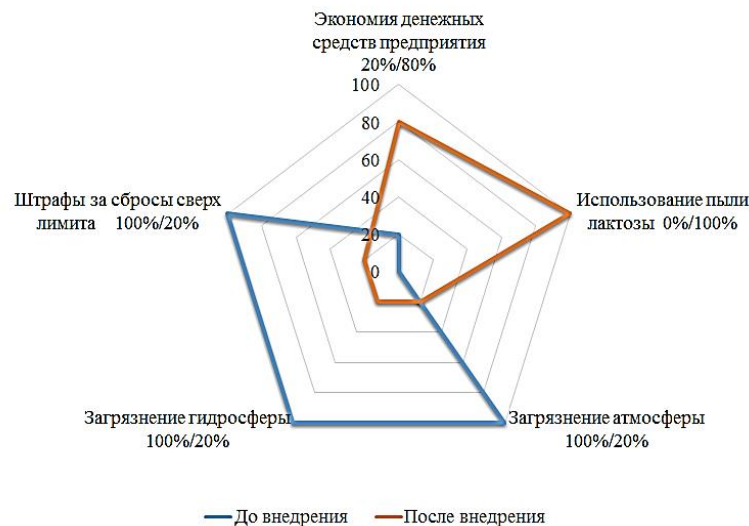


Рисунок 5 - Экоэффективность предлагаемых систем защиты среды обитания для «Молочная компания N»

Проведен расчет платы за сбросы «Молочная компания N» до и после применения разработанной схемы.

Построен «экологический компас» (рис.5), который позволил наглядно отобразить экологическую эффективность разрабатываемых мероприятий.

## **РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ПЕКТИНА ИЗ ОТХОДОВ САХАРНОГО ПРОИЗВОДСТВА**

Риянова Э.Э., Абдуллина Э.Ф., Кострюкова Н.В.

*ФГБОУ ВПО Уфимский государственный авиационный технический  
университет, г.Уфа, Российская Федерация  
E-mail: ryanovaevelina@mail.ru*

В настоящий момент производство пектина в России отсутствует в связи с рядом причин. Одной из главных проблем является сильное отставание в технологии пектина по сравнению с западными фирмами-производителями, держащими параметры производства в строжайшей тайне. Применявшийся ранее в России способ производства пектина не позволял получать конкурентно способный продукт, кроме этого применение высококонцентрированной кислоты вызывало быстрый износ многих частей оборудования. В результате предприятия-производители российского пектина были не в состоянии окупить производство. Еще одной проблемой классической технологии пектина является образование большого количества токсичных отходов. Применение высококонцентрированной соляной кислоты негативно сказывается как на качестве получаемого продукта и на износе оборудования, так и на условиях труда работников. В связи с этим разработка технологии получения пектина из отходов сахарного производства является актуальной.

Пектин представляет собой порошок от белого до серо-коричневого цвета. Пектины содержатся практически во всех фруктах, овощах и ягодах. Их можно получать из отходов производств пищевой промышленности. В Республике Башкортостан следует использовать в качестве

пектиносодержащего сырья жом сахарной свеклы из-за наличия необходимой сырьевой базы – сахарных заводов, на которых в качестве побочного продукта образуется свекловичный жом.

Проведен анализ основных физико-химических и физико-механических, теплофизических свойств пектинов. Следует отметить, что пектины хорошо растворяются в воде, их растворы оптически активны. Вязкость растворов пектина возрастает с повышением концентрации. Пектиновые молекулы относятся к линейным коллоидам. Они являются также полиэлектролитами. Незаменимые свойства пектинов – комплексообразующая и студнеобразующая способность, позволяют использовать пектины в пищевой промышленности, а также для лечебно-профилактических целей.

Пектин является ценным продуктом, который можно использовать в здравоохранении; в пищевых целях; в технологических целях. Но среди множества различных способов применения пектина основная доля его потребления в России составляет использование его в качестве гелеобразующего агента.

Рассмотрены существующие схемы производства пектина: кислотно-спиртовой метод, метод гидродинамической кавитации, с использованием электромагнитной обработки, микробного ферментного аппарата, экстракция водой. Они различаются, прежде всего, выбором пектиносодержащего сырья (яблочные выжимки, жом сахарной свеклы, корзинки подсолнечника, корочки цитрусовых, кормовой арбуз, тыква и т.д.), выбором экстрагента, температурного режима, методами осаждения, очистки и т.д.

Производство пектина по вышеперечисленным технологиям в России было остановлено в 1992 году, так как производство было затратным, связанным с большим оборотом воды и образованием кислотных сточных вод.

Разработана принципиальная технологическая схема получения пектина со схемой КИПиА по методу кавитационной обработки свекловичного жома. Достоинством новой схемы является использование роторно-пульсационного

аппарата кавитационной обработки в процессе экстракции, что приводит к существенному снижению загрязнения гидросферы.

Сухой свекловичный жом, измельченный и взвешенный, подают в емкость, откуда транспортером – в экстрактор. Который представляет собой роторно-пульсационный аппарат кавитационного типа. Из реактора – смесителя насосом в экстрактор поступает гидролизующий агент. В качестве гидролизующего агента используют воду, раствор лимонной кислоты и молочную сыворотку.

Процесс гидролиза-экстракции осуществляется в роторно-пульсационном аппарате – экстракторе. За счет центробежных сил, создаваемых вращающимся ротором происходит экстракция пектина из жома в водную фазу.

Полученная пульпа насосом поступает на нутч-фильтр, работающий под вакуумом. В нутч-фильтре происходит разделение на жидкую (экстракт пектина) и твердую (жом) фазы.

Полученный отфильтрованный экстракт пектина идет на центрифугу осадительного типа, где происходит осаждение твердых частиц, имеющих вес больший, чем у жидкой фазы. Осветленная жидкость (экстракт пектина) подается насосом в вакуум-выпарной аппарат.

В вакуум-выпарном аппарате происходит сгущение пектинового концентрата до содержания в нем 8-14% пектиновых веществ при помощи подачи пара, необходимого для процесса выпаривания, в ходе чего образуется конденсат и вторичный пар. Принудительная циркуляция поддерживается насосом постоянной производительности. Как один из целевых продуктов, пектиновый концентрат подают на фасовку.

Для получения пектина, пектиновый концентрат насосом поступает на сушильную установку. Высушенный пектин в виде порошка подается на фасовку.

Предлагаемая линия позволяет получать в едином непрерывном технологическом потоке следующие ценные целевые продукты:

- пектиновый концентрат: вязкая жидкость темно-бежевого цвета, содержание сухих веществ до 20%, содержание пектина – 5- 10%;
- пектин: порошок светло-коричневого цвета;
- пектин с высокой уронидной составляющей: светло-желтый порошок с влажностью 12%, уронидной составляющей 55-75%, что соответствует стандарту (ГОСТ 29186-91) [10].

Подобраны средства автоматизации с учетом технологических параметров. Для измерения уровня свекловичного жома и высушенного пектина установлен Уровнемер 5300. Диск-250П показывает и сигнализирует верхнее и нижнее значения уровня с помощью сигнальных ламп Л-1. Для измерения уровня экстракта и концентрата пектина установлен Уровнемер 5600. Диск-250П показывает, сигнализирует значения, преобразованные прибором Метран-950. Регулирующим клапаном выбран КМР-Э, служащий для автоматического регулирования расхода и перекрытия жидки и газообразных сред. Для измерения расхода воды, лимонной кислоты и молочной сыворотки выбран расходомер Rosemount 8800D. Прибор Диск-250П показывает и регистрирует значения. Для измерения расхода греющего пара установлена диафрагма камерная ДКС 10-100.

Выбрана запорно-регулирующая арматура в соответствии с технологическими параметрами среды. С целью дозировки подачи лимонной кислоты перед смесителем выбран клапан регулирующей прямоходный КМР-Р с ручным приводом, а также вентиль стальной фланцевый 15с65нж, для герметичного перекрытия подачи греющего пара в случае отказа средств автоматизации. Проведен расчет материального баланса экстракции пектина кавитационным методом. В результате которого сделаны следующие выводы: для обеспечения заданной производительности установки в 1,00 т/сут по продукту необходимо 6,67 т/сут свекловичного жома, 1,87 т/сут молочной сыворотки, 1,47 т/сут лимонной кислоты, 3,33 т/сут воды. Рассчитаны фактические расходные коэффициенты по свекловичному жому и

гидролизующему агенту, которые составили 6,67 и 6,67 соответственно. Выход пектина составил 20%.

Проведен анализ мероприятий по безопасности труда и охране окружающей среды, предложены мероприятия по снижению отрицательного воздействия производства на окружающую среду и здоровье человека. Производство пектина предполагается разместить на сахарном заводе, чтобы напрямую использовать свекловичный жом. Воздействие производства пектина на окружающую среду схематично показано на рисунке 1.

Усовершенствование технологии получения пектина позволит организовать данное производство в Республике Башкортостан, для этого необходимо проводить мероприятия по защите окружающей среды (рис.2).

На предприятиях сахарной промышленности проводят мероприятия по охране атмосферного воздуха, почв, водоемов, недр, растительного и животного мира от производственных загрязнений.

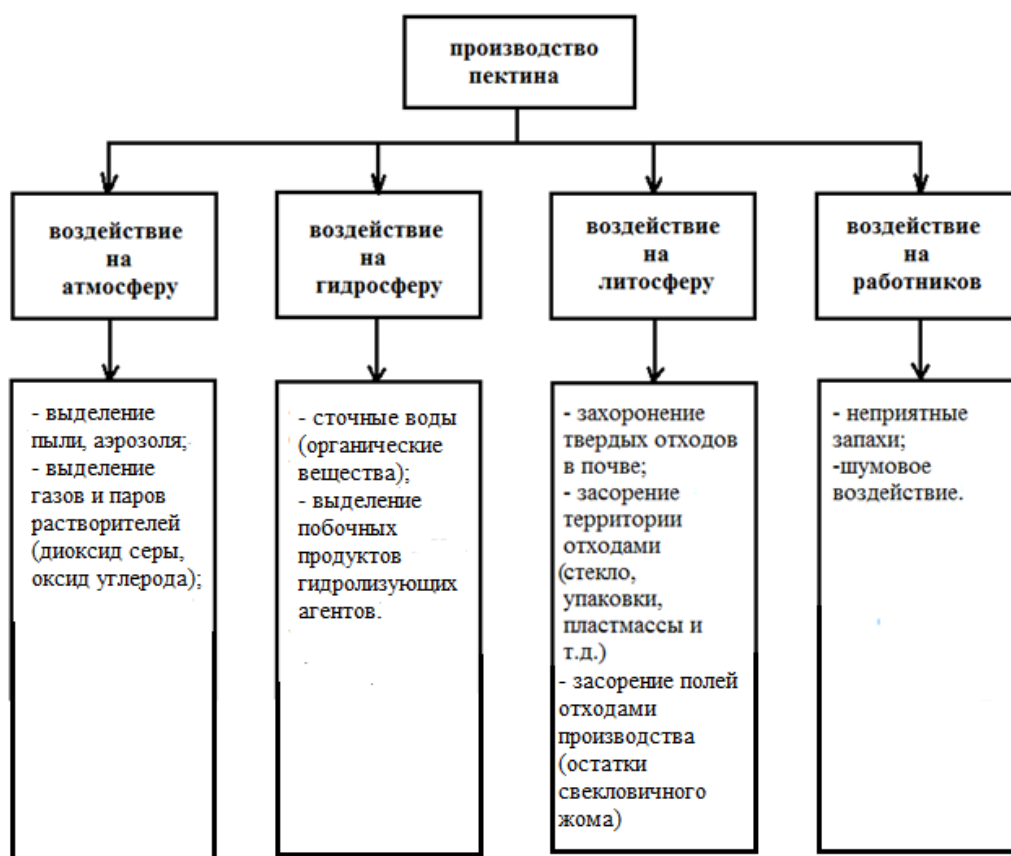


Рисунок 1 – Воздействие производства пектина на окружающую среду





Рисунок 2 – Мероприятия по безопасности труда и охране окружающей среды

Таким образом, на предприятиях по получению пектина, к примеру, размещенному на сахарном заводе, следует проводить следующие мероприятия по защите окружающей среды:

- 1) использовать альтернативные источники энергии вместо традиционного угля и мазута;
- 2) использовать эффективные методы очистки сточных вод, атмосферного воздуха;
- 3) по максимуму использовать отходы производства сахарной промышленности.

# **РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЙ ПО СНИЖЕНИЮ НЕГАТИВНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ БИОЛОГИЧЕСКИХ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ**

Кусова И.В., Сатлыкова Д.Х.

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

При эксплуатации биологических очистных сооружений образуются отходы в виде осадков сточных вод. В исходном виде осадки сточных вод, вне зависимости от их химического или бактериального состава, представляют собой потенциально опасный источник загрязнения биосферы. Вместе с тем, процессы очистки сточных вод идут непрерывно и в значительных объемах, удаляемый с биологических очистных сооружений избыточный активный ил накапливается. Встает необходимость проведения мероприятий по снижению негативного воздействия биологических очистных сооружений на окружающую среду и разработка технологии утилизации осадков сточных вод [1]. В связи с этим рассматриваемая тема является актуальной.

Целью данной работы является анализ мероприятий по снижению негативного воздействия осадков сточных вод и разработка технологии их утилизации.

Как показывает опыт, метановое сбраживание является единственно приемлемым методом стабилизации больших объемов осадков, достигаемым в результате микробиологического разложения органического вещества. Метод позволяет избежать обильного выделения запахов и взрывоопасных газов в результате гниения при хранении осадков; получить значительное количество энергии из выделяющегося биогаза. Анализ литературных данных показал, что

в настоящее время разработаны и используются технологии, использующие избыточный активный ил для получения биогаза.

Так, например технология *Seaborn* позволяет получить биогаз, очищенный от сероводорода и углекислого газа (рисунок 1) [2].

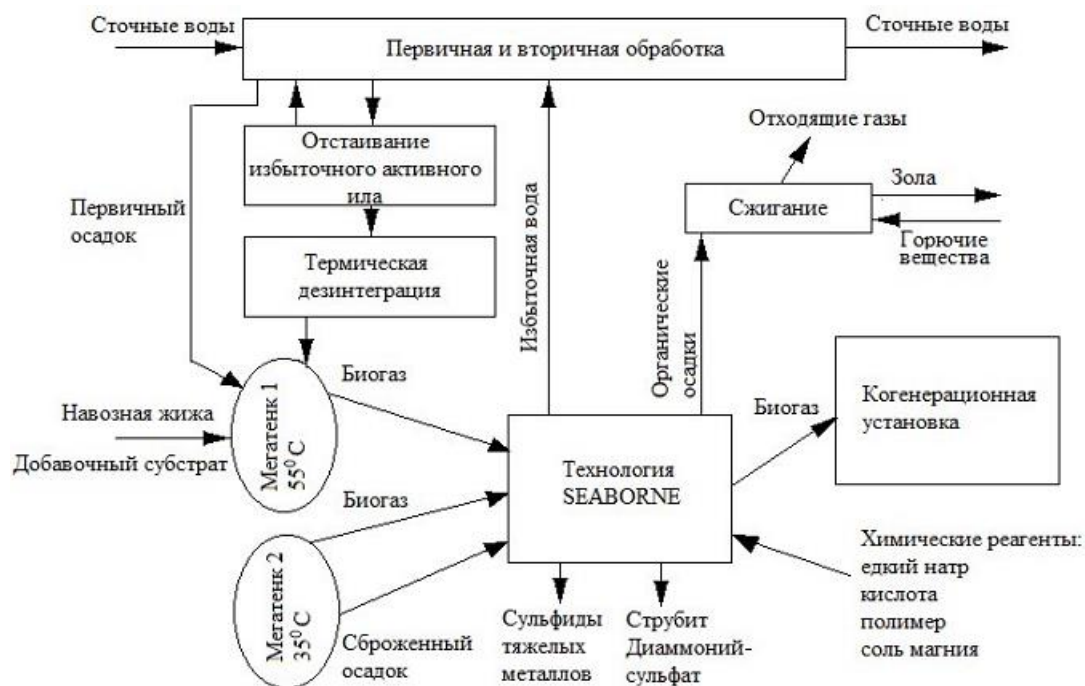


Рисунок 1 – Блок-схема технологии *Seaborn*

Данная технология обеспечивает одновременное извлечение биогенов и удаление тяжелых металлов из сброженного осадка и состоит из трех участков. На первом участке проводят анаэробное сбраживание осадка и его гидролиз в кислой среде. Осадок гидролиза отделяют от жидкой фазы, сушат и направляют на сжигание. Золу возвращают на гидролиз. Биогаз с высоким содержанием сероводорода используется на установке для осаждения сульфидов тяжелых металлов. На втором участке из раствора гидролиза выделяют биогены в виде  $MgNH_4PO_4 \cdot 6H_2O$  (струвит) и  $(NH_4)_2SO_4$  (диаммоний сульфат), пригодные для производства удобрений. На третьем участке проводится очистка биогаза [2, 3].

В настоящее время известна технология получения биогаза с помощью метановой ферментации, которая проходит в 3 стадии. В данной технологии происходит разложение органических субстратов до  $CO_2$  и  $CH_4$  при

совместном культивировании метаногенных и ацетогенных бактерий. Метановая ферментация по современным представлениям протекает в три стадии, которые представлены на рисунке 2.



Рисунок 2 - Схема метановой ферментации

Приблизительно 65 - 70% метана образуется за счет метильной группы уксусной кислоты. Остальное количество образуется из диоксида углерода и водорода бактериями рода *Methanosarcina*. Таким образом, разложение органических субстратов до  $\text{CO}_2$  и  $\text{CH}_4$  происходит при совместном культивировании метаногенных и ацетогенных бактерий. Каждая из этих групп развивается на определенных субстратах и в весьма ограниченных диапазонах внешних условий. Тем не менее, они сосуществуют в одном объеме анаэробного реактора и при непрерывном культивировании могут рассматриваться как один биоценоз, сбраживающий сложный субстрат [4].

Анализ литературных данных показал, что использование метаногенеза при сбраживании органических отходов - один из перспективных путей решения энергетических и экологических проблем.

Основными фазами биохимического окисления (образования биогаза) являются:

1. *Гидролизная фаза.* Во время протекания гидролизной фазы, в результате жизнедеятельности бактерий, устойчивые субстанции (протеины, жиры и углеводы) разлагаются на простые составляющие (аминокислоты, глюкозу и жировые кислоты).

2. *Кислотообразующая фаза.* Образованные во время гидролизной фазы простые составляющие разлагаются на органические кислоты (уксусная, пропионовая, масляная), спирт, альдегиды, водород, диоксид углерода, а также на аммиак и сероводород. Этот процесс протекает до тех пор, пока развитие бактерий не замедляется под воздействием образованных кислот.

3. *Ацетогенная фаза.* Под воздействием ацетогенных бактерий из образованных во время кислотообразующей фазы кислот, вырабатывается уксусная кислота.

4. *Метаногенез.* Уксусная кислота разлагается на метан, углекислый газ и воду. Водород и углекислый газ преобразуется в метан и воду.

Процесс метанообразования (метаногенез) - источник энергии для ацетогенных и метаногенных бактерий, так как метановое брожение представляет собой один из видов анаэробного дыхания, в ходе которого электроны с органических веществ переносятся на углекислый газ, который восстанавливается до метана. В результате жизнедеятельности биоценоза бактерий происходит снижение концентрации органических веществ и образование биогаза [5].

В работе спроектирована технология утилизации осадков сточных вод с использованием метантенка и газгольдера (рисунок 3).

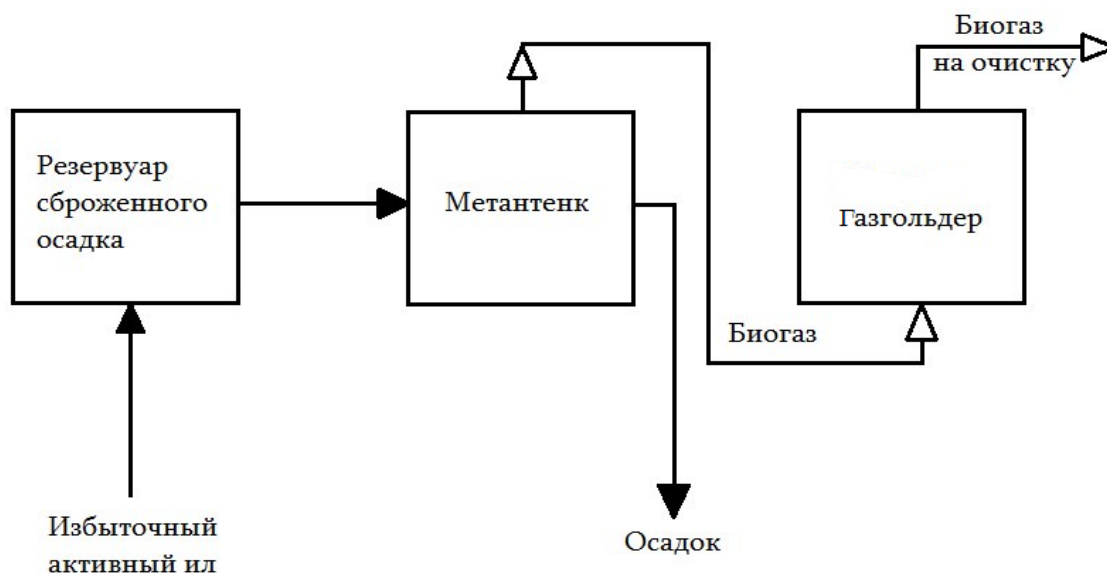


Рисунок 3 – Блок-схема технологии утилизации осадков сточных вод

Мезофильный режим при периодическом перемешивании смеси ферментируемых веществ является наиболее благоприятным для процесса брожения. Качество получаемого биогаза зависит от множества факторов: влажности осадка сточных вод, pH, температуры, давления.

Выполнен расчет экологического ущерба от складирования осадков сточных вод до и после использования технологии утилизации осадков сточных вод. Показано, что применение предлагаемых технических решений позволит снизить негативное воздействие объекта на окружающую среду.

На основании вышеизложенного следует отметить, что использование технологий по утилизации осадков сточных вод позволяет решить проблему, связанную с загрязнением окружающей среды, изъятием территорий под складирование отходов биологических очистных сооружений и позволяет получить дополнительные энергетические ресурсы в виде биогаза.

#### Литература:

1. Седых В.Н., Новиков С.В. Использование активного ила и осадков, образующихся при очистке сточных вод // БСТ Содружество.- 2009.- №7.- С. 60-63.

2. В.Я. Кофман Как поступают в Европе с осадками очистных сооружений канализации // Водоснабжение и санитарная техника.- 2013.- №4.- С. 18-23.
3. Ditchtl N., Rogge S., Bauerfeld K. Novel strategies in sewage sludge treatment // Clean. – 2007-№35.- Р. 24-29.
4. Т. Лебрен Biolysis- способ сокращения объема осадков сточных вод// Водоснабжение и санитарная техника -2006.- №5.- С. 41-44.
5. Ветошкин А.Г. Теоретические основы защиты окружающей среды: учеб. пособие. М.: Абрис, 2012. 397 с.

## **К ВОПРОСУ ОПРЕДЕЛЕНИЯ НЕФТЯНЫХ УГЛЕВОДОРОДОВ В ВОДНЫХ ОБЪЕКТАХ**

Сатлыкова Д.Х.<sup>1</sup>, Хатмуллина Р.М.<sup>2</sup>, Сафарова В.И.<sup>2</sup>

*<sup>1</sup>ФГБОУ ВПО Уфимский государственный авиационный технический  
университет, г. Уфа, Российская Федерация*

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

Предприятия нефтяной отрасли являются одними из крупнейших источников загрязнения окружающей среды. Поскольку нефтехимические и нефтеперерабатывающие предприятия являются крупными водопотребителями, они территориально привязаны к водным объектам, и являются потенциальными источниками загрязнения гидросферы. В связи с этим информация о загрязнении водных объектов в зоне влияния предприятий нефтяной отрасли является необходимым инструментом для принятия и реализации природоохранных решений. Как известно, нефть представляет собой

сложную смесь органических и неорганических химических веществ. Элементарный состав нефти относительно постоянен, варьируя по каждому компоненту в диапазоне 3-4 % [1]. Основными элементами являются углерод (до 82-87 %) и водород (до 12-14 %). В нефтях могут присутствовать также сера (до 6,0 %), азот, кислород, многочисленные микроэлементы, минеральные соли. Углеводородный состав различных типов нефти меняется в широком диапазоне. В настоящее время в нефтях идентифицировано около 1000 индивидуальных органических веществ. В состав нефти входят метановые, ароматические и нафтеновые углеводороды, а также их кислородные, сернистые и азотистые производные. Содержание углеводородов в различных типах нефти может составлять от 30 до 100 % [1].

Многокомпонентный состав нефти создает определенные трудности при контроле нефтяного загрязнения водной среды. Дополнительные сложности связаны также и с тем, что в окружающей среде происходит относительно быстрая деструкция вследствие протекания физических, химических и микробиологических процессов отдельных компонентов нефти, так и их перераспределение в природной среде за счет различия физико-химических свойств. В ходе трансформации углеводороды нефти могут образовывать также и более токсичные соединения, обладающие канцерогенными свойствами.

Для определения нефтяных углеводородов в объектах окружающей среды, в том числе в воде, используются дифференциальные (газовая, газожидкостная и высокоэффективная жидкостная хроматографии, хромато-масс-спектрометрия) и интегральные (гравиметрия, УФ- и ИК-спектрофотометрия, люминесценция) методы. Дифференциальные (например, хроматографические) методы позволяют установить содержание индивидуальных компонентов в пробе, а интегральные – оценить совокупность нескольких загрязняющих веществ [2]. При этом результатом анализа является так называемый интегральный показатель – приблизительная оценка суммарного содержания группы аналитов, схожих по структурным или



функциональным характеристикам [3]. Концентрацию определяемых компонентов находят путем пересчета обобщенного аналитического сигнала на какое-либо стандартное вещество или их смесь. Одним из таких показателей являются «нефтепродукты», под которым понимают сумму неполярных и малополярных соединений, растворимых в гексане (четырёххлористом углероде) и отделенных от полярных примесей колоночной хроматографией.

Следует отметить, что при выборе методов анализа для определения нефтяных углеводородов в природной воде должны учитываться их чувствительность, селективность, возможность широкого использования. Большинству из этих требований (чувствительность, относительная простота использования, доступность) отвечает ИК-спектрофотометрия, основанная на измерении поглощения -СН-связей метильных и метиленовых групп (СН<sub>3</sub>- и -СН<sub>2</sub>) в ближней инфракрасной области спектра (2700-3100 см<sup>-1</sup>).

Как показали результаты многолетних наблюдений, использование только показателя «нефтепродукты» во многих случаях не позволяет однозначно установить уровень загрязненности водной среды нефтяными углеводородами. Погрешность определения возрастает в том случае, когда загрязнение воды нефтепродуктами происходило из различных источников. Например, наличие в пробах ароматических углеводородов приводит к получению заниженных данных, а в присутствии изо- и циклоалканов найденная методом ИК-спектрофотометрии концентрация значительно больше. В некоторых случаях результаты анализа растворов углеводородов известной концентрации методом ИК-спектрометрии до 40 раз отличаются от заданной. Проведенные эксперименты методом «введено-найденно» также подтверждают, что результаты анализа в значительной степени зависят от компонентного состава пробы.

Таким образом, метод ИК-спектрометрии не может быть применен для анализа нефтепродуктов различного состава, особенно в тех случаях, когда источник их поступления неизвестен. Однако интегральные методы позволяют

относительно быстро получить информацию о загрязненности объектов окружающей среды и, в случае необходимости, как можно быстрее приступить к ликвидации данного загрязнения. В связи с этим не уменьшается актуальность использования ИК-спектрометрии для экспрессной оценки суммарного содержания нефтяных компонентов. Необходимым является совершенствование экоаналитического мониторинга нефтяных углеводородов для повышения эффективности контроля гидросферы и источников ее загрязнения. Решением проблемы может быть определение условий или разработка критериев применения интегральных показателей для оценки того или иного загрязнения.

#### **Литература:**

1. Камьянов В.Ф. Проблемы и достижения в исследовании нефти / В.Ф. Камьянов. - Томск: Томский филиал СО АН СССР, 1990. - С. 65-90.
2. Воронцов А.М. Обобщенные показатели состояния в системе индексов качества природных сред: проблемы и перспективы / Экологическая химия. 2004. № 14. С. 1 – 10.
3. Вершинин В.И., Т.В. Антонова / Надежность интегральных показателей как оценок суммарных содержаний углеводородов и фенолов в природных и сточных водах / Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 2013. Т.79. № 10. С. 3 - 10.

## **ВОЗДЕЙСТВИЕ ЭЛЕГАЗА И ПРОДУКТОВ ЕГО ТЕРМИЧЕСКОГО РАЗЛОЖЕНИЯ НА ЧЕЛОВЕКА И ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ**

Сафиуллин Т.Р., Исаева О.Ю.

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

Гексафторид серы (элегаз или шестифтористая сера SF<sub>6</sub>) – бесцветный, нетоксичный, негорючий тяжелый газ, при нормальных условиях в 6 раз тяжелее воздуха. Молекула элегаза имеет октаэдрическую конфигурацию (рис. 1).

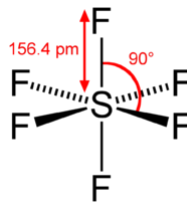


Рисунок 1- Строение молекулы элегаза

Название элегаз шестифтористая сера получила от сокращения «электрический газ». Гексафторид серы является значительно более эффективным диэлектриком, чем воздух, или сухой азот. Уникальные свойства элегаза впервые были открыты в России в 30-х годах XX века ученым Ленинградского физико-технический института Б. М. Гохбергом [1]. Массовый выпуск элегаза начался с 70-х годов, т.е. длится около 40 лет.

Элегаз химически чрезвычайно инертен. Не взаимодействует со щелочами, кислотами, окислителями, восстановителями. Гексафторид серы очень слабо растворяется в воде, но растворяется в неполярных органических растворителях. При атмосферном давлении возгоняется из твердого состояния в газообразное, минуя жидкое. Основные физико-химические свойства элегаза приведены в таблице 1.

Гексафторид серы получают [2]:

- непосредственным взаимодействием фтора с жидкой или газообразной серой с последующей очисткой от примесей (другие фториды серы) и конденсацией  $S + 3 F_2 = SF_6$ ;

- по реакции фтора с четырехфтористой серой  $SF_4$  в присутствии катализатора;

- термическим разложением  $SF_5Cl$  при 200-300°C.

Таблица 1- Физико-химические свойства элегаза [2]

Параметр	Значение
Молекулярная масса	146,06 г/моль
Плотность газа при 20 °С , давлении 1 атм.	6,139 г/л
Температура плавления при 0,227 МПа	-50,8 °С (222 К)
Критическая температура	45,6 °С (318 К)
Температура сублимации	-63,8 °С (209 К)
Критическое давление	3,76 МПа
Критическая плотность	740 кг/м <sup>3</sup>
Плотность при температуре 20 °С и атмосферном давлении	6,139 г/л
Плотность твердого продукта при -195,2°С	2,683 г/см <sup>3</sup>
Плотность жидкого продукта при -50 °С	1,878 г/см <sup>3</sup>
Теплота образования	-1221,66 кДж/моль
Теплота испарения при 20 °С	9,6419 кДж/моль

Гексафторид серы используется:

- как газообразный диэлектрик в высоковольтных трансформаторах, газонаполненных кабелях, высоковольтной аппаратуре, ускорителях электронов;

- как хладагент (благодаря высокой теплоемкости, низкой теплопроводности и низкой вязкости);

- как реагент для плазмохимического травления полупроводников;
- в качестве метки при изучении скоростей и направлений движения потоков воздуха в зданиях и вентиляционных системах;
- как рабочее тело в газовых химических лазерах;
- для лазерохимического разделения изотопов серы;
- при исследовании кровеносных сосудов ультразвуком.

Согласно СП 5.13130.2009 [3] в России шестифтористая сера применяется в качестве газового огнетушащего вещества, наряду с диоксидом углерода, азотом, аргоном, инергеном, хладоном 23, хладоном 125, хладоном 218, хладоном 227ea и хладоном 318Ц. Нормативная объемная огнетушащая концентрация шестифтористой серы находится на уровне 7, 2 – 14,4 % (об.), что соответствует огнетушащим концентрациям для хладонов и существенно ниже, чем для диоксида углерода, азота, аргона, инергена.

Согласно ГОСТ 12.1.007-76 элегаз по степени воздействия на организм человека относится к 4 классу опасности – малоопасные вещества. Предельно допустимая концентрация (ПДК) в воздухе рабочей зоны производных помещений 5000 мг/м<sup>3</sup>. Предельно допустимая концентрация в атмосферном воздухе - 0,001 мг/м<sup>3</sup> [4].

С экологической точки зрения интерес представляют утечки элегаза из оборудования. Утечкам элегаза может способствовать проницаемость поверхностей оборудования, недостаточная герметичность или несоответствующее обращение с оборудованием, в том числе во время заправки.

Данный аспект регулируется законодательно – по международным стандартам утечки из высоковольтных аппаратов должны составлять не более 1 % в год от массы заправки. Таким образом, утечки элегаза являются нежелательным процессом, но при соблюдении установленных правил эксплуатации и допустимых уровней они не представляют собой особой опасности, несмотря на то, что официально элегаз признан парниковым газом с

большим временем жизни в атмосфере - 3200 лет (согласно подсчетам экспертов из Межправительственной группы по изменению климата IPCC). Но вследствие чрезвычайно низкой концентрации элегаза в атмосфере, его вклад в глобальное потепление является исчезающе малой величиной (менее 0,001%). Хотя по данным IPCC эта величина составляет 0,1% [5].

При соприкосновении с открытым пламенем, раскаленными поверхностями элегаз разлагается с образованием высокотоксичных продуктов - фтористый водород и низших фторидов серы (например, пятифтористая сера). Разложение элегаза происходит при температуре выше 1100 °С. Газообразные продукты разложения элегаза ядовиты и обладают резким, специфическим запахом. Основные продукты при термическом разложении элегаза приведены в таблице 2.

Таблица 2 - Продукты разложения элегаза и их воздействие на организм человека [6]

Название вещества, краткая характеристика	Формула	Токсикологическая характеристика	ПДК в России, мг/м <sup>3</sup>	ПДК в других странах ppm (1 % = 10000 ppm)
Шестифтористая сера, газ без цвета и запаха	SF <sub>6</sub>	Безвредная	5000	1000 ppm – об. (6000 мг/м <sup>3</sup> )
Четырехфтористая сера, резкий характерный запах	SF <sub>4</sub>	Головная боль, недомогание, раздражение дыхательных путей	-	0,1 ppm – об. 0,4 мг/м <sup>3</sup>
Двухфтористая сера	SF <sub>2</sub>	-	-	5 ppm – об. 18 мг/м <sup>3</sup>
Однофтористая сера	S <sub>2</sub> F <sub>2</sub>		-	0,5 ppm-об. 2,5 мг/м <sup>3</sup>
Димер пятифтористой серы, газ без цвета и запаха	S <sub>2</sub> F <sub>10</sub>	Вызывает отек легких	-	0,025 ppm-об. (0,25 мг/м <sup>3</sup> )
Окись димера пятифтористой серы	S <sub>2</sub> F <sub>10</sub> O		-	0,01 ppm-об. 0,11 мг/м <sup>3</sup>
Фтористый тионил, характерный запах	SOF <sub>2</sub>	Головная боль, недомогание, раздражение дыхательных путей.	-	0,6 ppm – об. 2,1 мг/м <sup>3</sup>
Фтористый сульфурил, газ без цвета и запаха	SO <sub>2</sub> F <sub>2</sub>	Депрессия, отек легких, удушье конвульсии	-	5 ppm – об. 20 мг/м <sup>3</sup>
Четырехфтористый тионил	SOF <sub>4</sub>	Подобен SOF <sub>2</sub>	-	2,5 мг/м <sup>3</sup>
Серный ангидрид	SO <sub>3</sub>	-	1	-
Сернистый газ	SO <sub>2</sub>	Раздражение дыхательных путей, спазм бронхов	10	2 ppm- об. 12 мг/м <sup>3</sup>

Четырехфтористый углерод	CF <sub>4</sub>	-	-	10 ppm- об. 2,5 мг/м <sup>3</sup>
Сероуглерод, жидкость с приятным запахом	CS <sub>2</sub>	Наркотическое действие	1	10 ppm – об. 30 мг/м <sup>3</sup>
Сероокись углерода, без цвета и запаха	COS	Поражение центральной нервной системы	-	-

Низшие фториды серы являются реакционноспособными соединениями и могут вступать во взаимодействие с кислородом, водой и другими соединениями, образуя ряд серосодержащую и фторсодержащих соединений, способных к дальнейшему гидролизу с образованием сернистого газа и кислот (плавиковой, сернистой, серной).

Таким образом, элегаз при нормальных условиях оказывает незначительное воздействие на окружающую среду и человека. Степень разложения элегаза при пожаре зависит от площади очага возгорания, температуры пламени и времени контакта огнетушащего газа с пламенем. Для уменьшения токсичности продуктов термического разложения элегаза необходимо обнаруживать пожар на ранней стадии и снижать время подачи газа в объем защищаемого помещения [7].

#### **Литература:**

1. Гохберг Б.М. Ленинградский физико-технический институт Академии наук СССР // Успехи физических наук. -1940. - В. 1. - Т. XXIV. - С. 11-20.
2. Элегаз [Электронный ресурс] URL: [http://elegas.ru/elegaz\\_opt.html](http://elegas.ru/elegaz_opt.html).
3. СП 5.13130.2009. Системы противопожарной защиты. Установки пожарной сигнализации и пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования/
4. ГОСТ 12.1.007-76 ССБТ. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности.
5. IPCC. Changes in Atmospheric Constituents and in Radiative Forcing.

6. Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий // ОНД—86 Госкомгидромет. Л.: ГИДРОМЕТЕОИЗДАТ, 1987. С. 5 - 6.

7. Средства пожарной автоматики. Область применения. Выбор типа: Рекомендации. – М.: ВНИИПО, 2004. – 96 с.

## **ИЗУЧЕНИЕ ФЛУКТУИРУЮЩЕЙ АСИММЕТРИИ ЛИСТЬЕВ БЕРЕЗЫ ПОВИСЛОЙ (BETULA PENDULA) ДЛЯ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА СРЕДЫ**

Кузнецов Т. А., Ганцева Е.М.

ФГБОУ ВПО Уфимский государственный авиационный университет, г.Уфа,  
Российская Федерация

Устойчивость экосистемы определяться по состоянию видов - дефекаторов природного сообщества, от состояния которых зависит его дальнейшее существование. Для оценки состояния городских экосистем такими объектами являются древесные растения. В качестве биоиндикаторов выбирают наиболее чувствительные к исследуемым факторам биологические системы или организмы.

Метод мониторинга окружающей среды, основанный на исследовании воздействия изменяющихся экологических факторов на различные характеристики биологических объектов и систем, дает представление о механизмах и закономерностях формирования реакции биологических систем на совместное действие факторов разной природы, биоиндикационные показатели ясно отражают картину состояния самих растительных организмов. В нормальных условиях организм реагирует на воздействие среды посредством сложной физиологической системы буферных гомеостатических механизмов. Эти механизмы поддерживают оптимальное протекание процессов



развития. Под воздействием неблагоприятных условий эти механизмы могут быть нарушены, что приводит к изменению развития. Изменение гомеостаза развития отражают базовые изменения функционирования живых существ и находят выражение в процессах, протекающих на разных уровнях, от молекулярного до организменного, и соответственно, могут быть оценены по разным параметрам с использованием различных методов. Прежде всего, уровень гомеостаза развития может быть оценен с морфологической точки зрения. Для этой цели применяется метод флуктуирующей асимметрии. Флуктуирующей асимметрией называют небольшие ненаправленные (случайные) отклонения от двусторонней симметрии у организмов или их частей (например, листьев березы). Величину флуктуирующей асимметрии у разных видов организмов используют как индикатор состояния среды, степени антропогенного загрязнения.

Флуктуирующая асимметрия позволяет оценить нестабильность развития организма. Флуктуирующей асимметрией -это небольшие ненаправленные различия между правой и левой ( $R - L$ ) сторонами различных морфологических структур, в норме обладающих билатеральной симметрией. Большинство авторов предлагает считать определение флуктуирующей асимметрии одним из морфологических методов оценки состояния и динамики биосистем, а сам показатель флуктуирующей асимметрии – индексом стабильности развития организма (2).

Основное требование к признакам, по которым ведется определение флуктуирующей асимметрии – относительно равная их величина, отсутствие влияния на них ряда факторов, среди которых большое значение имеет вычленение из общей асимметрии двух ее форм: направленной асимметрии и антисимметрии.

С.Г. Баранов и Д. Е. Гавриков в своей работе «Сравнение методов оценки флуктуирующей асимметрии листовых пластин *Betula pendula* Roth» (1) сравнивали разные методы оценки окружающей среды с помощью

исследования морфологических показателей и пришли к выводу, что данный метод может быть использован для оценки качества здоровья среды, так как разными методами были выявлены сходные тенденции в флуктуации листовых пластин березы повислой.

Для древесных растений лучшим вегетативным органом является лист растения. При антропогенных воздействиях в листьях происходят морфологические изменения (появление асимметрии, уменьшение площади листовой пластины). Хорошими биоиндикаторами в городе являются листья березы, дерева с высокими поглотительными качествами.

При формировании листовой пластины, по мере накопления токсических веществ, происходит торможение ростовых процессов, и деформация листа. При окончательном формировании листовых пластин на деревьях, испытывающих высокую техногенную нагрузку, их площади меньше, чем на деревьях, произрастающих в более благоприятных экологических условиях.

В настоящее время использование показателей флуктуирующей асимметрии листовой пластинки березы повислой рекомендовано в нормативных документах экологических служб (2).

Последствия в нарушении стабильности развития березы повислой, или бородавчатой были выявлены в ответ на самые различные антропогенные воздействия и для оценки степени нарушения стабильности развития, была разработана пятибалльная шкала (2). Диапазон значений интегрального показателя стабильности развития до 0,040 соответствует первому баллу (условная норма), от 0,040 до 0,044 – второму баллу, от 0,045 до 0,049 – третьему баллу, от 0,050 до 0,054 – четвертому баллу, от 0,054 и выше – пятому баллу (критическое состояние). Первый балл шкалы - условная норма. Значения интегрального показателя асимметрии (величина среднего относительного различия на признак), соответствующие первому баллу наблюдаются, обычно, в выборках растений из благоприятных условий произрастания, например, из природных заповедников. Пятый балл - критическое значение, такие значения

показателя асимметрии наблюдаются в крайне неблагоприятных условиях, когда растения находятся в сильно угнетенном состоянии (2). В табл. 1 представлена пятибалльная шкала оценки отклонений от условной нормы.

Таблица 1 - Пятибалльная шкала оценки отклонений состояния организма от условной нормы по величине интегрального показателя стабильности развития для берёзы повислой (*Betula pendula*)

Балл	Величина показателя стабильности развития	Состояние окружающей среды
I	< 0,040	Условно нормальное
II	0,040 – 0,044	Начальные (незначительные) отклонения от нормы
III	0,045 – 0,049	Средний уровень отклонений от нормы
IV	0,050 – 0,054	Существенные (значительные) отклонения от нормы
V	> 0,054	Критическое состояние, крайне неблагоприятные условия

В качестве объекта исследования была использована берёза повислая, или берёза бородавчатая.

Берёза бородавчатая, или повислая - *Betula pendula* Roth (*B. Verrucosa* Ehrh.)-дерево с белой корой, достигающее 25м высотой, из семейства березовых (*Betulaceae*). Ствол стройный, крона раскидистая. Веточки тонкие, обычно повисающие. Листья черешковые, голые, треугольно-ромбические, в основании клиновидные, двоякопильчатые, заостренные. Дерево однодомное. Берёза светолюбива, нетребовательна к почве, быстро заселяет вырубку и другие невозделываемые участки. Доживает до 100 и даже до 200 лет. Видовую принадлежность особей определяли по форме листовой пластинки.

Берёзовые листья были собраны в следующих точках: ул. Октябрьской революции (БГПУ им.Акмоллы) и парк Салавата Юлаева (Телецентр).

При сборе материала необходимо строго придерживаться методических требований, которые изложены в Методическом пособии В.М. Захарова, А.С. Баранова и др. «Здоровье среды. Методика оценки» (2).

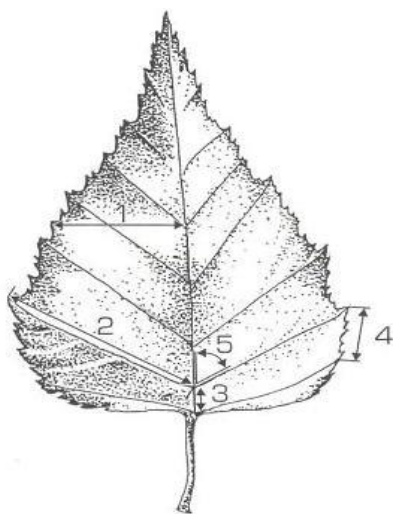
Так как сбор материала следует проводить после остановки роста листьев, то сбор листьев производился в октябре 2013года. С каждой улицы было взято по пятьдесят листьев (по десять образцов с пяти деревьев). Листья были собраны из одной и той же части кроны с максимального количества доступных веток относительно равномерно вокруг дерева. Для измерения были отобраны листья среднего размера. Все листья с одной территории

упаковывались в полиэтиленовый пакет, в него также помещали этикетку с наименованием места.

Материал был обработан сразу после сбора. Обработка материала включает в себя по 5 измерений левой и правой половины каждого листа по отдельности и расчет их различий, то есть величины асимметрии листьев. Для начала необходимо сложить лист пополам, совмещая верхушку с основанием листовой пластинки. Затем разогнуть лист и по образовавшийся складке произвести измерения. С каждого листа снимают показатели по пяти промерам с левой и правой сторон листа (рис. 1).

Для измерений требуются: измерительный циркуль, линейка и транспортир. Необходимо произвести следующие измерения:

1. ширину половинки листа (посередине листовой пластинки);
2. длину второй от основания листа жилки (слева и справа от центральной жилки);
3. расстояние между первой и второй жилкой, считая от черешка, в месте прикрепления их к центральной жилке (слева и справа);
4. расстояние между первой и второй жилкой, считая от черешка, с внешнего края листа (слева и справа от центральной жилки);
5. угол наклона второй жилки к центральной (слева и справа).



- 1-Ширина половинки листа (измеряется посередине листовой пластинки)
- 2-Длина второй от основания листа жилки второго порядка
- 3-Расстояние между основанием первой и второй жилки второго порядка.
- 4-Расстояние между концами этих жилок
- 5-Угол между главной жилкой и второй от основания листа жилкой второго порядка.

Рисунок 1 - Схема промеров листа берёзы повислой (*Betula pendula* Roth.)

Измерения проводятся в сантиметрах (пункты 1-4) и градусах (пункт 5).

Расчеты полученных данных проводятся по методике В.М. Захарова.

В первом действии для каждого промеренного листа вычисляем относительные величины асимметрии для каждого признака. Для этого разность между промерами слева (L) и справа (R) делят на сумму этих же промеров:  $(L - R)/(L + R)$ .

Во втором действии вычисляем показатель асимметрии для каждого листа. Для этого суммируем значения относительных величин асимметрии по каждому признаку и делят на число признаков.

В третьем действии вычисляем интегральный показатель стабильности развития - величина среднего относительного различия между сторонами на признак. Для этого вычисляем среднюю арифметическую всех величин асимметрии.

Листовая пластина березы имеет четко выраженную двустороннюю симметрию. Принцип метода основан на выявлении нарушений симметрии развития листовой пластины, которые адекватно отражают уровень техногенного воздействия на растительность. Они характеризуются следующими интегральными показателями стабильности развития (усредненная величина показателей асимметрии по 100 листьям в выборке). Итоговые интегральные показатели стабильности развития представлены в табл.2.

Таблица 2 - Интегральные показатели стабильности развития

<b>Измеряемое дерево</b>	<b>Величина показателя стабильности развития</b>	<b>Балл</b>	<b>Состояние окружающей среды</b>
Дерево 1	0,054	IV	Существенные (значительные) отклонения от нормы
Дерево 2	0,037	1	Условно нормальное
Дерево 3	0,051	IV	Существенные (значительные) отклонения от нормы

Измеряемое дерево	Величина показателя стабильности развития	Балл	Состояние окружающей среды
Дерево 4	0,056	V	Критическое состояние, крайне неблагоприятные условия
Дерево 5	0,054	IV	Существенные (значительные) отклонения от нормы
Дерево 6	0,062	V	Критическое состояние, крайне неблагоприятные условия
Дерево 7	0,080	V	
Дерево 8	0,053	V	
Дерево 9	0,073	V	
Дерево 10	0,076	V	

При балльной оценке используется таблица соответствия баллов качества среды значениям коэффициентов асимметрии (табл.3).

Таблица 3 - Балльная система качества среды обитания

Балл состояния				
1	2	3	4	5
<0,040 (условная норма)	0,040-0,044	0,045-0,049	0,050-0,054	>0,054 (критическое состояние)

Выборка по ул. Октябрьской революции соответствует 3-4 баллу (загрязнено) по классификации Захарова (2), характерного для территорий с неблагоприятной экологической ситуацией.

Состояние здоровья среды в районе Телецентра вызывает беспокойство, т.к. показатель асимметрии самый высокий, что соответствует 5б. по шкале Захарова В.М., это критическое значение.

Исходя из полученных результатов, можно сделать вывод о том, что наибольшая степень флуктуирующей асимметрии, характеризующая стабильность развития березы повислой, установлена около Телецентра, следовательно, состояние окружающей среды здесь критическое. На ул. Октябрьской революции состояние среды характеризуется, как существенные

(значительные) отклонения от нормы. Растения в таких условиях находятся в сильно угнетенном состоянии, поэтому у них проявляются сильные отклонения от билатеральной симметрии. Неблагоприятная экологическая обстановка влияет не только на растения, но, вероятно, на животных и на человека.

#### **Литература:**

1. Баранов С.Г., Д.Е. Гавриков «Сравнение методов оценки флуктуирующей асимметрии листовой пластинки *Betula pendul* Roth »
2. Захаров, А.С. Баранов, В.И. Борисов, А.В. Валецкий, Н.Г. Кряжева, Е.К., Чистякова, А.Т. Чубинишвили. - М.: Центр экологической политики России, 2000. Здоровье среды: методика оценки. Оценка состояния природных популяций по стабильности развития: методическое пособие для заповедников.

### **СРАВНЕНИЕ ГАЗОВЫХ ОГНЕТУШАЩИХ ВЕЩЕСТВ ПО ОГНЕТУШАЩЕЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ И ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ**

Тангатарова К.А., Гареева А.М., Альмеева Л.Р., Исаева О.Ю.

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

Мировая тенденция развития пожаротушения направлена на использование установок с применением «чистых газов», которые безопасны для человека и окружающей среды, а также обладают высокой эффективностью подавления пожара, не нанося при этом даже минимального ущерба защищаемому объекту и персоналу.



Ожидается, что к 2015 году будет достигнуто десятикратное сокращение объема используемых хладонов, а к 2030 г. станет возможным полный отказ от применения газовых огнетушащих веществ (ГОТВ), способствующих глобальному потеплению. Первыми под действие запрета попали бромсодержащие хладоны типа 12B1 (CF<sub>2</sub>ClBr), 13B1 (CF<sub>3</sub>Br) и 114B<sub>2</sub> (CF<sub>2</sub>BrCF<sub>2</sub>Br), признанные озоноразрушающими веществами.

В настоящее время в установках газового пожаротушения в зависимости от механизма тушения используют две группы газовых огнетушащих составов.

1 группа - хладоны. Останавливают процесс горения на химическом уровне, обладая также свойством поглощения тепла. Попадая в зону горения, эти вещества интенсивно распадаются с образованием свободных радикалов, которые вступают в реакцию с первичными продуктами горения. К ним относятся:

- хладон 23 (CF<sub>3</sub>H);
- хладон 227ea (C<sub>3</sub>F<sub>7</sub>H);
- хладон 125 (C<sub>2</sub>F<sub>5</sub>H);
- хладон 218 (C<sub>3</sub>F<sub>8</sub>);
- хладон 318Ц (C<sub>4</sub>F<sub>8</sub>Ц).

2 группа - инертные газы. Снижают содержание кислорода в зоне горения ниже 12% и образуют среду, исключаящую горение. К ним относятся:

- азот (N<sub>2</sub>);
- диоксид углерода (CO<sub>2</sub>);
- аргон;
- инерген (азот-52 % (об.), аргон-40 % (об.), двуокись углерода-8 % (об.));
- шестифтористая сера (SF<sub>6</sub>).

Рассмотрим некоторые особенности при тушении пожаров инертными газами и хладонами. На рис.1 приведена зависимость остаточной концентрации кислорода в помещении после выпуска газа от расчетной концентрации ГОТВ.

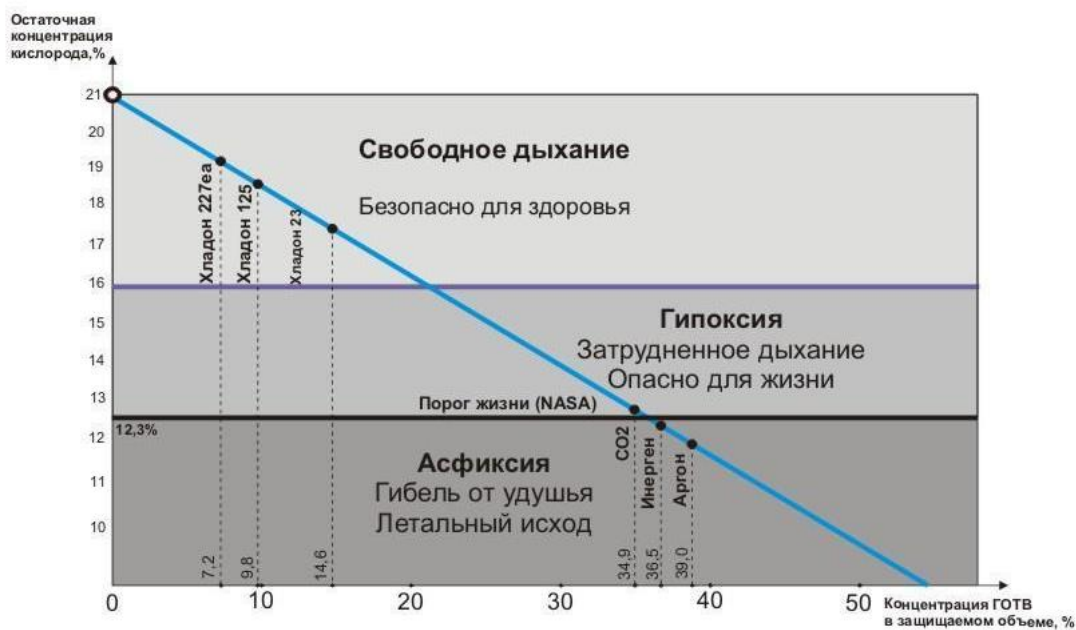


Рисунок 1 - Остаточная концентрация кислорода при тушении пожаров различными типами ОТВ [1]

Огнетушащая концентрация инертных газов составляет от 36 % и более. Как огнетушащие средства, инертные газы эффективны в концентрациях, обеспечивающих снижение содержания кислорода в замкнутом пространстве до 10 - 14 % об. [2].

По данным НАСА концентрация кислорода менее 12,3% приводит к 100% летальному исходу, наступает асфиксия (удушье) [3]. При прогнозировании такого уровня недостатка кислорода в газовой среде должна предусматриваться быстрая эвакуация людей, не имеющих дыхательных аппаратов.

Огнетушащая концентрация хладонов в несколько раз ниже, чем для инертных газов и составляет от 7,2 - 14,6 % об. При такой концентрации хладона остаточная концентрация кислорода составляет 17,3 - 19,9 %, что обеспечивает человеку свободное дыхание [2].

В табл. 1 представлены огнетушащие концентрации (ОТК) и показатели опасности различных огнетушащих веществ. Очевидно, что превышение NOAEL (наибольшая концентрация, при которой не наблюдается кардиосенсибилизирующее или кардиотоксическое действие) над ОТК является

критерием безопасности ОТВ для человека в помещении, где сработала система газового пожаротушения.

Таблица 1 - Показатели опасности ОТВ [3]

Огнетушащее вещество	Нормативная ОТК, % об.	Расчетная ОТК, % об.	NOAEL, % об.	Превышение NOAEL над расчетной ОТК, крат.
Хладон 23	14,6	18,8	30	1,596
Хладон 227ea	7,2	8,6	9	1,045
Хладон 125	9,8	12,0	7,5	0,625
Инерген	36,0	45	43	0,956
Азот	34,6	45	43	0,956
Аргон	39,0	47	43	0,915
СО <sub>2</sub>	34,9	40	5	0,125

Из этого сравнения следует применять не нормативную, а расчетную ОТК, которая больше нормативной в 1,2-1,5 раза. Незначительное превышение NOAEL над расчетной ОТК (как, например, в случае с хладоном-227ea) не может служить гарантией безопасности.

Поэтому самым безопасным из приведенных ОТВ может считаться хладон-23. И хотя в многочисленных источниках утверждают о безопасности хладона-227ea, данные таблицы 1 показывают обратное.

Токсичность хладонов существенно зависит от степени их очистки от примесей химических веществ, загрязняющих основное вещество при производственных процессах, которые представляют наибольшую опасность (табл. 2). При температурах 180-380°C и выше за счет термоокислительной деструкции хладонов в окружающую среду выделяются сопутствующие примеси: фтороводород, тетрафторэтилен, 2-трифторметил, пентафторпропен и прочие, которые определяют картину интоксикации [4].

Таблица 2 - Токсикологическая характеристика ГОТВ [4]

Наименование вещества	Токсикологический показатель $CL_{100}^*$ , г/м <sup>3</sup>	Признаков интоксикации не наблюдается при длительном вдыхании	Объемная доля основного вещества в ГОТВ в %	Хроническое воздействие интоксикации не наблюдается	ПДК <sub>р.з.</sub> , мг/м <sup>3</sup>	Стандартная ОТК г/м <sup>3</sup> (об%)	Время создания ОТК в помещении, с
хладон 23	(2 часа) 900	14,3 – 28,7 г/м <sup>3</sup>	99,8	90 суток 14,3 – 28,7 г/м <sup>3</sup>	3 000	417 (14,6***)	10
хладон 125	(4 часа) 500	2 мес. 490г/м <sup>3</sup> 10% (об) по 16 часов	99,5		3 000	480 (9,8***)	10
хладон 318	(1 час) 4 000	24 часа 82 г/м <sup>3</sup>	99,8	90 суток 818г /м <sup>3</sup>	3 000	630 (7,8***)	10
хладон 227	нет данных	нет данных	99,7	нет данных	ОБУВ 4500 (Германия)	499 (6,3***)	10
хладон 218	$CL_{84}$ (2 часа) 7160 93% об.*	нет данных	99,8	46 суток 3000 мг/м <sup>3</sup>	150**	560 (7,3***)	10

Примечания:

\* $CL_{100}$  – среднесмертельная концентрация на уровне  $CL_{84}$ ;

\*\* ПДК герметичных помещений;

\*\*\* По данным ПКФ «Поли-трейд» 2007 г.

При сравнительной характеристике токсикологических показателей хладонов и их стандартных огнетушащих концентраций можно заметить, что наиболее благоприятным является хладон 318.

Если рассматривать выбор огнетушащего вещества с экологической точки зрения (табл. 3), то наиболее вредным является хладон-23, так как потенциал глобального потепления гораздо выше, чем у других огнетушащих веществ.

Таблица 3 - Экологическая опасность ОТВ [3]

Огнетушащее вещество	Озоноразрушающий потенциал (ОРП)	Потенциал глобального потепления (ПГП)
Инерген	0	0
СО <sub>2</sub>	0	1
Хладон-125	0	2800
Хладон-227еа	0	2900
Хладон-23	0	11700

Таким образом, можно сказать, что наиболее эффективными и безопасными для человека газовыми огнетушащими веществами являются хладоны, причем самым безопасным из рассмотренных веществ можно считать хладон-23.

#### **Литература:**

1. Газовое пожаротушение. [Электронный ресурс]. URL: <http://os-info.ru/pozharotuschenie/gazovoe-pozharotushenie.html>.
2. Оценка опасности токсического воздействия огнетушащих газов и аэрозолей, применяемых для объемного пожаротушения. Методическое пособие. – М: ВНИИПО, 2005.
3. Дауэнгауэр С. Сравнение систем пожаротушения // Алгоритм безопасности. – 2009. - № 3.
4. Мухамедиева Л.Н., Марданов Р.Г., Новиков Д.З., Себенцов Д.А. Огнетушащие газы: вопросы безопасности для человека // Системы безопасности. - 2007. - №5. – С. 150-151.

## МЕТОДЫ ЗАЩИТЫ ОТ ПОВЕРХНОСТНЫХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ

Терпигорева И.В.

*ФГБОУ ВПО Уфимский государственный авиационный технический  
университет г. Уфа, Россия*

Известно, что попадание нефти в водоемы нарушает естественный обмен влаги, тепла и газов между атмосферой и водоемами. Под влиянием волнений и ветра нефтяная пленка прибивается к берегам, загрязняя их и прибрежную растительность.

Часто нефть и нефтепродукты при окислении, становясь тяжелее воды, оседают на дно водоемов, накапливаются в придонном слое и длительное время являются источниками вторичного загрязнения отдельных участков водоема

В связи с этим при попадании нефтепродуктов в водоемы чрезвычайно важно принять срочные меры по уменьшению последствий загрязнения. Для этой цели на основных ручьях, проходящих по территории месторождений, сооружают нефтеловушки, которые представляют собой плотины с подъемными шиберами. В случае попадания нефти в ручьи шибера опускаются и останавливают сток. В результате уровень воды перед плотиной поднимается.

Действуя шиберами, добиваются такого положения уровня, при котором нефть с поверхности ловушки начинает поступать по обводному каналу в специальный накопитель, откуда ее откачивают и вывозят.

Кроме того, на ручьях через определенные расстояния предусматривают устройства, позволяющие за короткий период соорудить временные запруды. С этой целью поперек ручья забивают несколько опорных металлических стоек. В случае попадания нефти в ручей к стойкам, расположенным ниже места попадания, прикрепляют металлические сетчатые секции, перед которыми на поверхность воды набрасывают солому. Это нехитрое сооружение позволяет

надежно задержать нефть в том случае, если заграждение выполнено правильно.

Основное требование, которое необходимо соблюдать: заграждение следует сооружать в местах, имеющих спокойное течение. Таких запруд сооружается несколько, что позволяет осуществлять замену нефтеудерживающего материала без пропуска нефти вниз по течению.

Сбор нефти, накопившейся перед запрудой, осуществляется вручную черпаками в специальные емкости, имеющие в нижней части вентиль для спуска отстоявшейся воды.

Для задержания нефти в реках, пересекающих территорию месторождения, используют специальные плавучие бонные устройства, представляющие собой надувные рукава из прорезиненной ткани, прикрепленные к канату и имеющие в нижней части продольный заградительный ласт. Бонное устройство наполняется воздухом и устанавливается на поверхности воды ниже места попадания нефти под углом 45° относительно берегов. Задержанная на поверхности воды нефть течением сбивается к берегу и ее черпаками собирают в емкости. В случае большого количества нефти, попавшей в реку, около берега сооружают приямок, в который с поверхности воды сливается и откачивается насосным агрегатом нефть. Также для задержания нефти используют и существующие мосты. С этой целью так же, как и на ручьях, сооружают сетчатые заграждения с соломой.

В первые моменты после попадания нефти на поверхности воды удерживается 80-90% общего ее количества. Одновременно с образованием поверхностного слоя начинается испарение легких углеводородов. В дальнейшем количество нефтепродуктов в воде уменьшается за счет процессов химического и биохимического окисления.

Интенсивность самоочищения воды от нефти в значительной степени зависит от метеорологических условий. При температуре 20-25°C за 20 суток окисляется 50-80% от общего количества поступившей нефти, тогда как при

5°C лишь 10-20%. Максимальная скорость очищения пресных вод от пленки нефти отмечается во время дождя, когда большая часть нефти потопляется и захватывается донными осадками. При изменении метеорологических условий потопленная нефть способна циркулировать между дном и поверхностью водоема до полного ее разложения.

На самоочищение воды от нефти оказывает влияние водная растительность, которая в 2-3 раза ускоряет разрушение нефтяной пленки.

Гораздо сложнее обстоят дела при попадании в водоемы пластовых вод. Если нефть способна, в основном, удерживаться на поверхности воды и ее можно описанными выше способами собрать и утилизировать, то при попадании высокоминерализованной воды в пресноводные бассейны происходит быстрое ее перемешивание с повышением общей минерализации. В связи с этим единственным надежным способом является исключение попадания высокоминерализованных вод в пресноводные горизонты.

Важной проблемой является предотвращение загрязнения земельных угодий и восстановление почвы, ранее подвергнутой загрязнению. Известно, что загрязнение почвы нефтепродуктами вызывает серьезные экологические последствия, т. к. приводит к значительным изменениям физико-химических свойств почвы: снижается ее водопроницаемость, ухудшается азотный режим, уменьшается количество микроорганизмов и бактерий, ухудшается воздушный режим, приводящий к недостатку кислорода и избытку органических веществ. Все это приводит к снижению плодородия почвы. Следует отметить, что основными загрязнителями являются тяжелые фракции сырой нефти, наиболее стойкие, трудно поддающиеся деструктивным изменениям.

Устранение вредного влияния нефти на земельные угодья осуществляется путем биологического окисления микроорганизмами и химического окисления.

Эту проблему решают путем вывоза на загрязненные участки органических удобрений из расчета 300 тонн на гектар. Положительную роль играет известкование почвы. Значительно ускоряют процесс очищения



дождевые осадки, которые вымывают соли и тем самым снижают их концентрацию в верхних слоях почвы. Это явление используется путем создания искусственного дождевания через специальную систему трубопроводов.

Практика показывает, что влияние нефтепромысловых сточных вод на агрохимические свойства почв происходит в пониженных участках рельефа и поймы рек. Распределение солей по профилю почв обуславливается характером засоления. Преобладающим в большинстве случаев является поверхностное засоление, по мере углубления количество солей резко снижается. В составе солей преобладают хлориды. Засоленные почвы страдают от недостатка одних и избытка других элементов.

При разливе высокоминерализованных сточных вод плодородный слой земли восстанавливается около 20 лет, но этот срок может быть сокращен за счет применения агротехнических приемов. В заключение следует отметить, что главными в решении экологических проблем являются разработки новых технологических и технических решений в добыче нефти.

## **ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ НА ХАРАКТЕР РАСПРЕДЕЛЕНИЯ АММОНИЙНОЙ ФОРМЫ АЗОТА В ГЕТЕРОГЕННОЙ СРЕДЕ ПОЧВО-ГРУНТОВ**

Федосеева В. И.<sup>1,2</sup>, Аргунова Н. Г.<sup>2</sup>, Федосеев Н. Ф.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*ФГБУН Институт мерзлотоведения им. П. И. Мельникова СО РАН,*

<sup>2</sup>*ФГБОУ ВПО Северо-восточный федеральный университет им. М. К.*

*Аммосова, г.Якутск, Российская Федерация*

Адсорбция играет большую роль, являясь, по существу, основой многих химических и физических процессов, протекающих в гетерогенных системах. В

природе почва является главным адсорбентом, который удерживает элементы, необходимые для растений. Известно, что содержание азота в почвах часто недостаточно для питания растений, поэтому роль использования азотных удобрений трудно переоценить. Однако, необоснованное иногда их применение может привести к загрязнению окружающей среды и тяжелым заболеваниям человека и животных. О значительном загрязнении окружающей среды соединениями азота свидетельствуют повышение уровня концентрации нитратов и аммиачного азота в природных водах в 2 – 4 раза [1].

В почво-грунтах растворимые формы азота содержатся в пленках порового раствора, компоненты которого могут взаимодействовать с дисперсными минеральными составляющими, в значительной мере представленными оксидами и глинами. Обладая высокой сорбционной способностью и большой удельной поверхностью, глинистые минералы играют важную роль в аккумуляции и детоксификации загрязняющих веществ. Фиксация загрязняющих веществ понижает их токсическое влияние на растения и опасность загрязнения почвенно–грунтовых вод. Поэтому изучение адсорбции азота в аммонийной форме на поверхности минеральных компонентов почво-грунтов представляет теоретический и практический интерес.

Растворенные формы азотсодержащих ионов почвенных растворов способны к адсорбционному взаимодействию с гидроксильной поверхностью оксидов и глин, входящих в почвенный комплекс. В качестве модели для изучения адсорбционных закономерностей распределения аммонийного азота в гетерогенной водной среде использовался оксид алюминия. Природные глинистые минералы были представлены в исследовании бентонитом. Новизна работы заключается в том, что адсорбцию аммонийного азота на гидроксильной поверхности адсорбентов изучали комплексно при разных температурах и в широком интервале значений pH.

Распространение растворимых химических веществ в массивах почвогрунтов происходит благодаря наличию пленок порового раствора, посредством которых осуществляется миграция веществ. Благодаря повышенной энергии твердых веществ химическое вещество может сорбироваться на границе раздела жидких пленок с твердой фазой. Адсорбция микроэлементов на поверхности оксидов и глин зависит от того, в составе какого химического соединения мигрирует элемент, вида и концентрации сопутствующих ионов, температуры, а также от состояния поверхности адсорбентов, которое также определяется условиями среды, основными из которых являются рН растворов и температура.

Согласно данным [2] активные группы поверхности оксида алюминия в зависимости от рН представлены  $=Al-O^+H_2$ ,  $=Al-OH$ ,  $=Al-O^-$ . Относительное их содержание показано для  $\gamma$ -  $Al_2O_3$  на рис. 1а. Нейтральные гидроксильные группы присутствуют при значении  $pH_0$ , называемом точкой нулевого заряда поверхности. Для оксида алюминия  $pH_0$  обычно наблюдается в нейтральной или слабощелочной области [3]. Для оксида, представленного на рис. 1а,  $pH_0 = 8,6$ , оксида, используемого в настоящей работе  $pH_0 = 7,6$ .

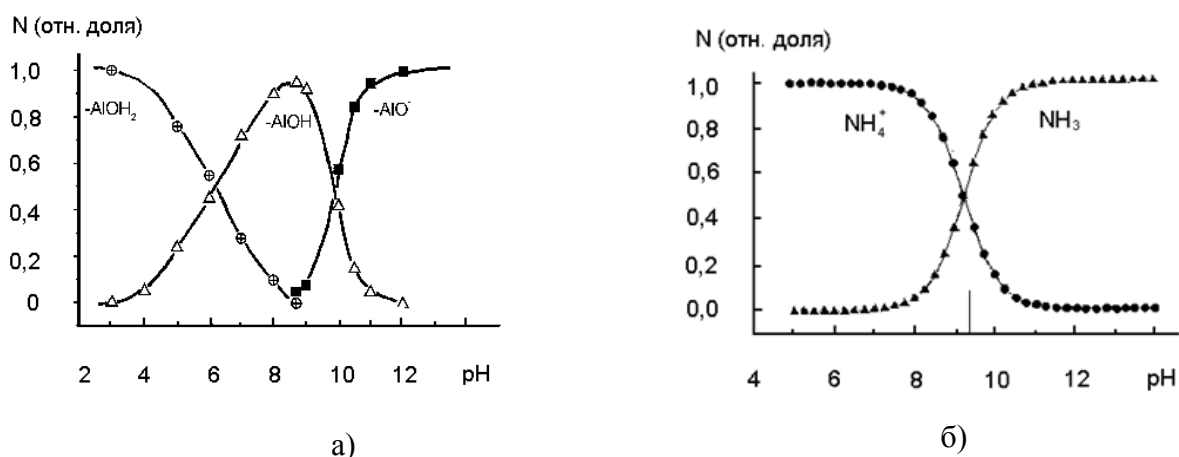


Рисунок 1 - Состояние поверхностных гидроксильных групп оксида алюминия (а) и аммонийной формы азота в растворе (б) (рассчитано по [4]) в зависимости от рН

Глинистые минералы представляют собой слоистые силикаты, построенные из двумерных сеток кремнекислородных тетраэдров и промежуточного слоя октаэдров, образованных атомами алюминия, кислорода и гидроксильными группами. Вследствие изоморфного замещения кремния на алюминий и алюминия на магний или железо (II) базисная поверхность кристаллов глин обладает суммарным отрицательным зарядом, который в основном не зависит от pH раствора, по крайней мере, в интервале значений pH 3 – 11 [5]. На ребрах глинистых чешуек имеется зависящий от pH поверхностный заряд, подобный поверхностному заряду оксидов, который возникает благодаря гидроксигированию разорванных связей Si - O и Al - O и последующей ионизации гидроксильных групп.

Адсорбция однозарядных ионов обычно имеет электростатический характер. Этот вывод был основан на том, что pH точки нулевого заряда оксидов не зависит от концентрации электролита [3]. Способность к поглощению у одновалентных катионов возрастает в ряду:  $\text{Li}^+ > \text{Na}^+ > \text{K}^+ > \text{Rb}^+ = \text{NH}_4^+ > \text{Cs}^+$ . Установленная экспериментально подвижность ионов калия и хлора на поверхности  $\text{SiO}_2$  и  $\text{Al}_2\text{O}_3$  по величине не ниже подвижности в объеме раствора [3], что можно предполагать и относительно ионов аммония.

Адсорбционная активность физически адсорбирующихся однозарядных катионов металлов на поверхности оксидов возрастает с понижением температуры [6].

Аммиак в свободном виде в почвах практически не встречается. Он может продуцироваться в больших количествах при разложении органических удобрений. При растворении аммиака в воде образуются гидраты  $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$  (или  $\text{NH}_4\text{OH}$ ), частично диссоциирующие по уравнению:  $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$ . Константа равновесия реакции  $K = [\text{NH}_4^+] \cdot [\text{OH}^-] / [\text{NH}_3]$  равна  $1,76 \cdot 10^{-5}$  при  $18^\circ\text{C}$  [4]. Взаимодействие химических форм аммонийного азота ( $\text{NH}_3$  или  $\text{NH}_4^+$ ) с гидроксигированной поверхностью оксидов и глин зависит от соотношения этих форм в растворе (см. рис. 1б).

Аммонийная форма азота в растворе полностью представлена ионами  $\text{NH}_4^+$ . в области  $\text{pH} < 7$ . При  $\text{pH} > 7$  количество свободного аммиака нарастает и становится максимальным при  $\text{pH} \sim 10-11$ .

Так как всякая поверхность, то есть граница раздела двух фаз, не насыщена, взаимно скомпенсированы лишь поля молекул, находящихся внутри вещества, то, как правило, такие поверхности легко загрязняются за счет адсорбции различных газов, паров воды или органических веществ. Уже при кратковременном соприкосновении с атмосферой твердая поверхность обычно покрывается пленкой, что резко изменяет ее свойства, даже если пленка мономолекулярна [7], поэтому предназначенные для экспериментов адсорбенты предварительно отмывались от адсорбированных анионов и катионов, выдерживанием, соответственно, в щелочной ( $\text{pH} 9-10$ ) и кислой ( $\text{pH} 2-4$ ) среде на фоне  $0,1 \text{ M}$  раствора  $\text{KCl}$ , затем дистиллированной водой до  $\text{pH}$  точки нулевого заряда.

Для адсорбционных экспериментов использовались растворы хлорида аммония с концентрацией  $n \cdot 10^{-3} - m \cdot 10^{-2}$  моль/л при соотношении жидкой и твердой фаз  $10:1$  для оксида алюминия и  $50:1$  для бентонита. Исходные растворы до требуемых значений  $\text{pH}$  в интервале от 2 до 13 доводились добавлением соляной кислоты ( $\text{HCl}$ ) или гидроксида калия ( $\text{KOH}$ ). Экспериментально было установлено, что для достижения адсорбционного равновесия достаточно двух часов. Определение концентрации ионов аммония в системе до и после адсорбции проводилось спектрофотометрически (с реактивом Несслера) [8].

При исследовании адсорбции при пониженной температуре ( $2 \text{ }^\circ\text{C}$ ) перед добавлением адсорбента в растворы их выдерживали в течение 4 час в термостатирующей камере.

Зависимость величины адсорбции аммонийного азота на оксиде алюминия и бентоните от  $\text{pH}$  имеет выпуклую форму (рис. 3), но для бентонита адсорбция наблюдается в более широком интервале значений  $\text{pH}$ .

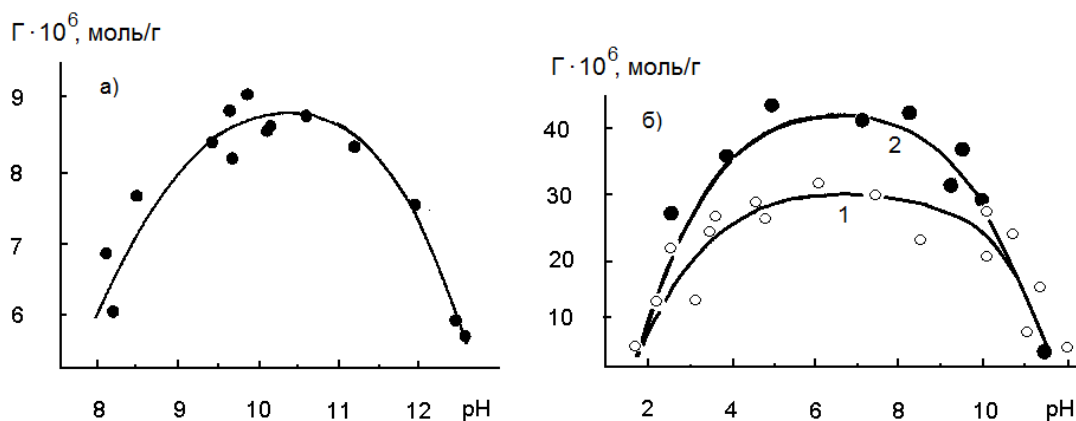


Рисунок 3 - Зависимость адсорбции аммонийной формы азота на оксиде алюминия (а) и бентоните (б) от рН и температуры. Начальная концентрация ионов аммония  $7,0 \cdot 10^{-3}$  (а) и  $2,0 \cdot 10^{-3}$  (б) моль/л. Температура  $25 \text{ }^\circ\text{C}$  (а, б – кривая 1) и  $2 \text{ }^\circ\text{C}$  (б - кривая 2)

Такая форма кривых свидетельствует, что адсорбция азота в аммонийной форме на оксиде алюминия, наблюдаемая при  $\text{pH} > 8$ , обусловлена взаимодействием ионов  $\text{NH}_4^+$  с отрицательно заряженными активными центрами поверхности и молекул аммиака с нейтральными гидроксильными группами (с образованием протонированной формы). Значимая адсорбция на бентоните наблюдается уже при  $\text{pH} 2-3$  и, главным образом, может быть обусловлена взаимодействием ионов аммония с отрицательно заряженной базисной плоскостью кристаллов глины. В слабо щелочной и щелочной среде ионы аммония взаимодействуют как с этой поверхностью, проявления которой не зависят от  $\text{pH}$ , так и с ионизированными гидроксильными группами на сколах кристаллов глин. Важным результатом является то, что величина адсорбции при пониженной температуре возрастает при всех значениях  $\text{pH}$ , что подтверждает мнение о физической адсорбции однозарядных ионов на оксидах и глинах.

По зависимости адсорбции от  $\text{pH}$  для оксида алюминия и бентонита при разных исходных концентрациях аммонийной формы азота, рассчитали изотермы адсорбции при разных значениях  $\text{pH}$  и температуры. Форма изотерм

подчинялась уравнению адсорбции Ленгмюра [4]. На рис.4 показаны изотермы для бентонита.

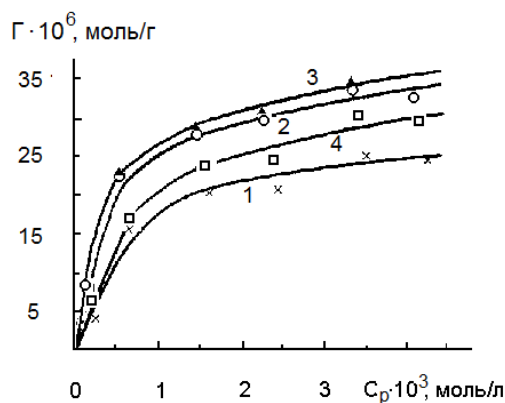


Рисунок 4 - Изотермы адсорбции аммонийной формы азота на поверхности бентонита при pH 3 (1), 5 (2), 7 (3), 9 (4) Температура 25 °С

Адсорбционные константы:  $\Gamma_m$  – величина максимального заполнения монослоя на поверхности частиц адсорбента и  $B$  – адсорбционная константа, дающая энергетические характеристики ( $-\Delta G$ ) процесса, - были вычислены по линейной форме преобразованного уравнения Ленгмюра (рис. 5) и приведены в табл. 1. Из данных таблицы видно, что адсорбционная способность глин намного выше, чем оксида. Это касается не только сорбционной емкости вследствие большей удельной поверхности глин, но, главным образом, более высоких значений адсорбционной константы. То есть способность удерживать аммонийный азот почвами, содержащими глинистые минералы, значительно выше. Вследствие того, что природа адсорбции физическая, при обеднении почв аммонийным азотом глинистые частицы могут отдавать азот.

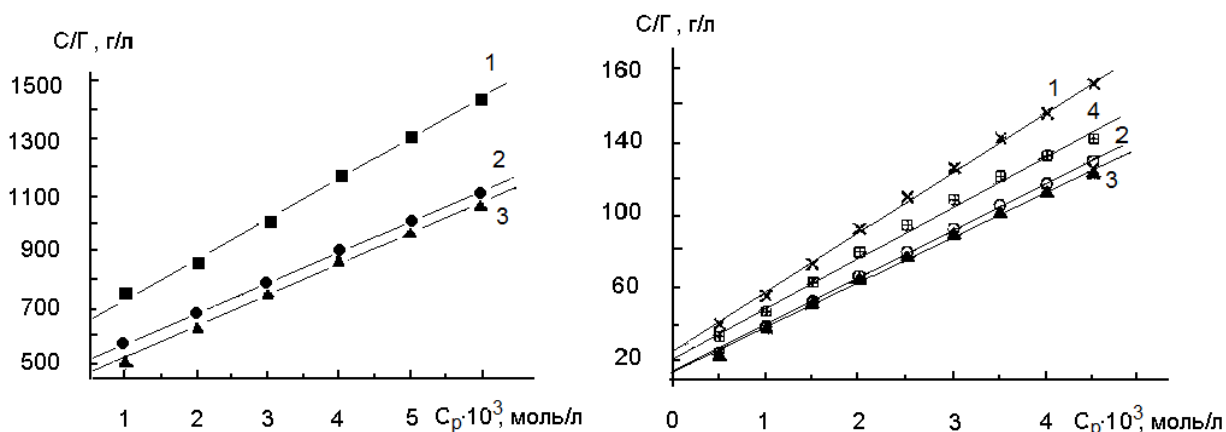


Рисунок 5 - Линейная форма уравнения Лэнгмюра для адсорбции аммонийной формы азота на оксиде алюминия (а) при рН: 8 (1), 9 (2), 10 (3) и на бентоните при рН: 3 (1), 5 (2), 7 (3), 9 (4) при 25 °С

Таблица 1 - Значения  $V$ ,  $\Gamma_m$  и  $-\Delta G$  для адсорбции аммонийной формы азота на бентоните и оксиде алюминия при разных значениях рН и температуры

Адсорбент	Бентонит				Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>			
	рН	3	5	7	9	8	9	10
Адсорбционные характеристики								
	при 25 °С							
$\Gamma_m \cdot 10^6$ , моль/л	30,0	38,0	40,0	36,0	7,0	5	9,1	
$V$ , г/л	<b>1410</b>	<b>2110</b>	<b>2060</b>	<b>1310</b>	<b>270</b>	<b>250</b>	<b>280</b>	
$-\Delta G$ , кДж/моль	25,6	26,5	26,4	25,4	21,8	21,6	21,92	
	при 2 °С							
$\Gamma_m \cdot 10^6$ , моль/г	38,0	52,0	54,0	47,0	Исследования не проводились			
$V$ , г/л	<b>1920</b>	<b>4040</b>	<b>4500</b>	<b>2180</b>				
$-\Delta G$ , кДж/моль	26,3	28,0	28,2	26,6				

Таким образом, присутствие глинистых минералов в почво-грунтах может заметно влиять на соотношение неподвижного и подвижного аммонийного азота, что в свою очередь определяет его доступность для растений. Важным результатом изучения адсорбционного взаимодействия аммонийной формы азота с поверхностью адсорбентов является установленное повышение адсорбционной способности минеральных компонентов грунта с гидроксидированной поверхностью при понижении температуры.

Согласно полученным данным, миграция ионов аммония в почво-грунтах при наличии градиента концентрации будет проходить более интенсивно при повышенных температурах, а при наличии температурного градиента будет



способствовать накоплению аммонийной формы азота в частях почво-грунта с более низкой температурой.

**Литература:**

1. Орлов Д. С. Химическое загрязнение почв и их охрана: Словарь – справочник. М.: Агропромиздат, 1991. 303 с.
2. Kammert R., Stamm W. I. The surfase complexation of organic acid on hydrous  $\gamma$ - $\text{Al}_2\text{O}_3$  // I. Colloid. Interfase Sci. 1980. V. 75 № 2. P. 373.
3. Нечаев Е. А. Хемосорбция органических веществ на оксидах и металлах. Харьков: Выща школа, 1989. 144 с.
4. Лурье Ю. Ю. Справочник по аналитической химии. М.: Химия, 1979. 480 с.
5. Ottewill R. H., Holloway L. R. Electrokinetic properties of parficles // Phys. and chem. Res. Rept. 1975. № 1. P. 599.
6. Sahai N. Estimating adsorption enthalpies and affinity sequences of monovalent electrolite ions on oxide surfaces in aqueous solution // Geochimica et Cosmochimica Acta. 2000. V. 64. №21. P. 3629.
7. Комаров В. С. Адсорбенты и их свойства. Минск: Наука и техника, 1977. 248с.
8. Лурье Ю. Ю. Аналитическая химия промышленных сточных вод. М.: Химия, 1984. 448 с.

# ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКАЯ ОЧИСТКА МЕТАЛЛСОДЕРЖАЩИХ СТОЧНЫХ ВОД НА ПРИМЕРЕ КАТОДНОГО ОСАЖДЕНИЯ МЕДИ НА СТАЛЬНОМ ЭЛЕКТРОДЕ

Хакимова М.М., Мусина С.А.

*ФГБОУ ВПО Уфимский государственный авиационный технический  
университет, Уфа, Россия*

Комплексное и рациональное использование сырья в металлургии предполагает рациональную полноту извлечения основных и сопутствующих элементов, утилизацию отходов добычи, обогащение руд с минимальным негативным влиянием на окружающую среду. Несмотря на наличие технологий извлечения ценных попутных компонентов из железной руды на большинстве комплексных месторождений, полезные материалы сбрасываются в отвалы. Среди ценных компонентов руд черных металлов (Fe, Mn, Cr) встречаются W, Ti, Co, Ni, Zn, Cu, редкие металлы. При хранении отходов, содержащих тяжелые металлы, происходит постепенное их выщелачивание в грунтовые воды и накопление в водоемах различного типа. В ряде случаев содержание тяжелых металлов, например, меди в подотвальных, шахтных и рудничных водах достигает десятков и сотен миллиграмм в литре воды, что в десятки тысяч раз превышает ПДК для водоемов рыбо-хозяйственного назначения ( $\text{ПДК}_{\text{рв}}(\text{Cu})=0.001 \text{ мг/дм}^3$ ) [1]. При обогащении и обработке руд большое количество отходов при соответствующей обработке может стать товарными продуктами.

Электрохимические методы очистки являются перспективными, так как позволяют извлекать металлы из подотвальных рудничных и шахтных вод в виде целевых компонентов.

Очистка промышленных сточных вод с использованием электрохимических процессов в соответствии с общепринятой классификацией

относятся к физико-химическим процессам очистки водных систем. Они отличаются многостадийностью и относительной сложностью происходящих в аппаратах водоочистки физико-химических явлений. Электрохимическая очистка производственных сточных вод имеет свои преимущества перед обработкой сточных вод химическими реагентами и другими физико-химическими способами, поскольку позволяет извлечь из воды ценные химические продукты и металлы, значительно упростить технологическую схему очистки, уменьшить производственные площади, необходимые для размещения очистных сооружений [2].

Электрохимические способы очистки сточных вод основаны на анодном окислении или катодном восстановлении содержащихся в них органических и неорганических веществ, и могут применяться на локальных установках при относительно небольших расходах воды. В нашей стране электрохимические способы применяют для очистки сточных вод от цианидов на предприятиях машиностроительной и металлообрабатывающего профиля, для удаления красителей и поверхностно-активных веществ из сточных вод предприятий легкой промышленности и предприятий по производству товаров бытовой химии, а также для электрохимического извлечения меди и других цветных из высоко- и малоконцентрированных сточных вод [3].

Эффект очистки производственных сточных вод электрохимическим методом зависит от их исходного химического состава (рН, общее содержание минеральных солей), применяемых электродов и расстояния между ними, плотности тока, удельного расхода электричества, интенсивности перемешивания в процессе электролиза, температуры. Эффект очистки возрастает в случае разделения анодного и катодного пространств полупроницаемыми диафрагмами из различных материалов. Применение электрохимической очистки производственных сточных вод наиболее целесообразно при относительно высокой их электропроводности, обусловленной наличием в сточных водах минеральных кислот, щелочей или

солей (при значениях рН сточных вод, лежащих в нейтральной области, их общее солесодержание должно составлять не менее 0,3 г/л).

В настоящее время получение меди из «черновой меди» осуществляют только электролитическим способом: «черновая медь» растворяется на аноде, а на катоде выделяется чистая медь. Толстые пластины (аноды) подвешивают в ванну, содержащую раствор медного купороса. В качестве катодов используют тонкие листы чистой меди, на которые во время электролиза осаждается выделяемая медь. На аноде происходит растворение. Ионы меди передвигаются к катоду, принимают от катода электроны и переходят в атомы:  $Cu^{2+} + 2e^{-} \rightarrow Cu$ . Чистая медь оседает на катоде.

Аноды, используемые для рафинирования меди, являются многокомпонентными сплавами, содержащими различные элементы – примеси. По электрохимическим свойствам все примеси, присутствующие в черновой меди, можно разделить на три группы [4]:

1. Примеси, потенциалы которых более электроотрицательные, чем медь: Zn, Fe, Ni, Sn, Pb. Эти металлы почти полностью переходят в раствор и не осаждаются на катоде. При сравнительно небольшой концентрации их в растворе они не оказывают влияния на процесс электролиза.

2. Примеси, потенциалы которых близки к потенциалу меди: As, Sb, Bi. Эти элементы переходят в раствор, образуя сернокислые соли, но затем подвергаются гидролизу и выпадают в осадок в виде гидратов. При этом образуются студенистые коллоидные хлопья, которые осаждаются на катоде вместе с медью и загрязняют ее.

3. Примеси, потенциалы которых значительно отрицательнее потенциала меди: благородные металлы – золото и серебро и металлы платиновой группы – платина, палладий, иридий, осмий и др. По мере растворения анода эти примеси выпадают в виде шлама на дно электролизера, а затем удаляются на переработку.

Условия электролиза (состав раствора, плотность тока, температура) различно влияют на показатели процесса (качество осадка, расход электроэнергии, выход по току) выделения меди. При выборе состава электролита следует учитывать, что он должен обеспечивать необходимое качество катодной меди и обладать высокой электропроводностью. С учетом содержания примесей в анодах (прежде всего никеля) и плотности тока, концентрацию меди в электролите поддерживают в пределах 35 - 50 г/л. Концентрацию серной кислоты в электролитах поддерживают в пределах 125 - 230 г/л [4].

В настоящее время в технологии электролитического рафинирования меди наметились две тенденции [4]:

- интенсификация процесса;
- механизация и автоматизация процесса, ведущая к повышению производительности труда.

Для интенсификации процесса очистки было изучено влияние методов перемешивания на катодное выделение меди на стальном электроде из разбавленных сульфатных растворов, содержание меди в которых сопоставимо с содержанием меди в сточных водах горнорудных предприятий (таблица 1) [5].

Таблица 1 - Влияние режима перемешивания на эффективность электрохимического выделения меди из разбавленных кислых сульфатных растворов

C(CuSO <sub>4</sub> ), М	Способ интенсификации	Напряжение на ванне, В	Выход по току, %
0.002	Без перемешивания	1,95	15
	Ультразвук	1,69	15
	Механическое перемешивание	1,65	88
0.01	Без перемешивания	1,88	64
	Ультразвук	1,35	40
	Механическое перемешивание	1,37	84

На основе полученных данных установлено, что наиболее эффективным способом интенсификации катодного выделения меди на стальном электроде при плотности тока  $1,1 \text{ мА/см}^2$  является механическое перемешивание.

В заключении необходимо отметить, что в настоящее время появились методы, позволяющие сконцентрировать растворы с низким содержанием меди. Медь из таких растворов экстрагируется, а затем с повышением кислотности она реэкстрагируется с получением более богатого раствора медью [4]. Следовательно, работа по интенсификации технологии электролитического рафинирования меди требует дальнейших исследований.

#### **Литература:**

1. Предельно допустимая концентрация вредных веществ в воздухе и воде. Изд. 2-е, пер. и доп. Л, «Химия», 1975 г. – с.10, 132.
2. Очистка промышленных сточных вод электрохимическими методами. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://mediana-eco.ru/information/electrochem/>, свободный. Загл. с экрана. – Яз.рус., 27.11.2014
3. Электрохимическая очистка производственных сточных вод. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://engineeringsystems.ru/ee/elektrohimicheskaya-ochistka.php>, свободный. Загл. с экрана. – Яз.рус., 27.11.2014
4. Гидроэлектрометаллургия. Учебное пособие по курсу «Основы электрохимической технологии». Сосновский Г. Н., Сосновская Н. Г.. Ангарская государственная техническая академия. – Ангарск: АГТА, 2005. – 96 с.
5. Хакимова М.М., Мустафин А.Г, Кузьмина Е.В. - Башкирский государственный университет (г. Уфа), Институт органической химии УНЦ РАН (г. Уфа) – «Интенсификация катодного выделения меди из разбавленных сульфатных растворов», г.Уфа, 2014 г.

## **ПРИМЕНЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДОВ В ЭЛЕМЕНТНОМ АНАЛИЗЕ ВОД ОЗЕР И МОРЕЙ**

Цыбукова Т.Н.<sup>1</sup>, Петрова Е.В.<sup>2</sup>, Зейле Л.А.<sup>1</sup>, Тихонова О.К.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*ФГБОУ ВПО Сибирский государственный медицинский университет*

<sup>2</sup>*ФГБОУ ВПО Томский государственный университет,*

*г.Томск, Российская Федерация*

Академик А.П.Виноградов открыл закон распределения химических элементов в литосфере и биосфере, а также установил, что содержание элементов в живом веществе обратно пропорционально их порядковому номеру в Периодической системе Д.И.Менделеева.

Установлено, что многие заболевания обусловлены повышенным или пониженным содержанием в организме какого-либо элемента[1,2]. Биогенные элементы играют особую физиологическую роль в работе многих систем организма человека. Так, например, натрий – главный внеклеточный ион, он поддерживает осмотическое давление плазмы крови на необходимом уровне. Калий – внутриклеточный ион, необходим для работы сердечной мышцы; благодаря определенному соотношению ионов натрия и калия поддерживается нормальный ритм мышечной работы. Ионы кальция положительно влияют на проницаемость клеточных мембран, возбуждают и регулируют работу сердца, а также выполняют защитную роль в процессе свертывания крови. Ионы железа входят в состав жизненно важных соединений: гемоглобина, миоглобина, цитохромов, недостаток которых вызывает анемию и малокровие. Кобальт входит в состав витамина В<sub>12</sub> (цианокобаламин), который стимулирует кроветворение, влияет на обмен углеводов и липидов. Цинк входит в состав многих металлоферментов; один из важнейших – фермент поджелудочной

железы карбоксипептидаза, который участвует в биосинтезе гормона инсулина. Медь регулирует окислительно-восстановительные процессы клеточного дыхания. Марганец активизирует синтез гемоглобина, жирных кислот, улучшает усвоение глюкозы.

Элементы-загрязнители часто называют «тяжелые металлы», т.к. это прежде всего химические элементы с массой 50 а.е.м. и более (хотя к токсичным элементам относят также более легкие – Be, F, Cl и неметаллы - галогены, As, Sb, Se). Поэтому корректнее использовать термин «токсичные элементы».

В настоящее время установлено, что некоторые заведомо токсичные элементы в микроколичествах играют положительную роль в обмене веществ у растений, живых организмов и, в частности, человека: Cd стимулирует рост животных; Pb необходим растениям и животным для углеводного обмена; As химически близок к фосфору и потому способен замещать его при гликолизе, брожении; участвует в процессах нуклеинового обмена, кроветворения и синтеза гемоглобина; Se участвует в окислении липидов, разрушении перекисных радикалов; Be стимулирует обмен веществ некоторых живых организмов; F – ион фтора замещает гидроксид-ион в основном фосфате кальция костной ткани, в неминерализованных тканях и ферментах. На территориях, бедных фтором, распространен эндемический кариес зубов.

Выходит, что понятие «токсичные элементы» не столько качественная категория, сколько количественная [3]. Хотя, безусловно, в первую очередь при экологическом мониторинге природных объектов следует устанавливать содержание в них ртути, свинца, кадмия, сурьмы, мышьяка, хрома. Эти данные нужны прежде всего для определения степени чистоты питьевой воды и продуктов питания. Изучение химического состава природных вод Хакасии представляют значительный интерес в связи с возможным использованием их в лечебных целях[4]. Воды теплых морей, кроме обеспечения хорошего отдыха,



укрепления здоровья и иммунитета, представляют интерес с научной и экологической точки зрения.

**Цели.** 1. Исследовать элементный состав трех озер республики Хакасия (Западная Сибирь), входящих в курортную зону региона.

2. Изучить элементный состав пяти морей: Черного (Крым, Севастополь); Южно-китайского (Китай, о.Хайнань, Санья); Ионического (Греция); Средиземного (Турция, Алания); Красного (Египет, Шарм-эль -Шейх).

**Материалы и методы.** Для элементного анализа использовали современные физические методы [5].

*Нейтронно-активационный анализ (НАА)* – для данного метода характерна высокая чувствительность и сходимость результатов при анализе природных объектов, возможность определения большого числа элементов (до 30-35 из одной навески образца), малая величина требуемой навески, хорошая сходимость результатов [6, 7]. Образцы анализировали на ядерном реакторе (пос. Спутник, г. Томск), снабженным анализаторной системой «CANBERRA» с детектором из чистого германия. Пробы воды упаривали до сухого остатка, упаковывали в алюминиевую фольгу и вместе со стандартными образцами облучали в вертикальном канале в потоке тепловых нейтронов  $2,2 \cdot 10^{13}$  н/см<sup>2</sup> · сек в течение 7 часов.

*Пламенная фотометрия* – определяли содержание натрия и калия. Определение проводили на атомно-абсорбционном спектрометре SOLAAR M<sub>5</sub> производства THERMO ELECTRON (США) в режиме эмиссии с пламенным источником атомизации (пропан-бутан – воздух).

*Атомно-эмиссионная спектроскопия (АЭС)* с дуговым источником возбуждения и многоканальным анализатором эмиссионных спектров (МАЭС). В работе использовали атомно-эмиссионный комплекс «Гранд», включающий спектроаналитический генератор «Везувий-3», полихроматор «Роуланд» и многоканальный анализатор эмиссионных спектров МАЭС [8].

**Результаты.** В исследованных образцах были определены биологически активные элементы Na, K, Ca, Mg, Fe, Cu, Zn, Mn, Co; редкие элементы Ag, Au, U; токсичные элементы As, Sb, Se, Pb.

К макроэлементам относятся Na, K, Ca, Mg ( $10^{-2}$  %), все остальные – микроэлементы ( $10^{-4}$ ... $10^{-8}$  %). В табл.1 приведены результаты содержания некоторых элементов, найденных в озерах Иткуль, Белё и Ши́ра (данные представлены в порядке увеличения степени минерализации исследованных проб).

Таблица 1 - Содержание макро- и микрокомпонентов в озерах Хакасии (% от массы воды)

№	Элемент		Na, $10^{-2}$	K, $10^{-2}$	Ca, $10^{-2}$	Mg, $10^{-2}$	Fe, $10^{-4}$	Zn, $10^{-6}$	Co, $10^{-6}$	Cu, $10^{-6}$
1	<b>Иткуль</b> минерализация 0,04%	<b>А</b>	0,41	–	0,21	–	0,12	0,01	0,01	–
		<b>Б</b>	0,52*	0,08*	0,1	0,4	0,2	нн	<0,1	<0,1
2	<b>Белё</b> минерализация 0,46%	<b>А</b>	0,15	–	0,71	–	0,73	0,4	0,05	–
		<b>Б</b>	0,29*	0,7*	нн	1,0	1,0	нн	<0,1	<0,1
3	<b>Ши́ра</b> минерализация 1,68%	<b>А</b>	24,7	–	0,98	–	0,98	0,1	0,12	–
		<b>Б</b>	32,3*	0,5*	1,0	1,0	1,0	нн	<0,1	<0,1

Примечания: (А) – метод НАА, (Б) – метод АЭСА;

(\* ) – Na и K найдены методом пламенной фотометрии;

(нн) – элемент не найден (очень низкое содержание);

(–) – элемент не определялся данным методом.

Продолжение таблицы 1

№	Элемент:		Mn, $10^{-6}$	Se, $10^{-6}$	Ag, $10^{-6}$	As, $10^{-6}$	Sb, $10^{-6}$	Pb, $10^{-6}$	U, $10^{-6}$	Au, $10^{-8}$
1	<b>Иткуль</b> минерализация 0,04%	<b>А</b>	–	<0,1	0,1	0,16	0,06	–	0,02	0,01
		<b>Б</b>	нн	–	0,2	–	–	нн	–	–
2	<b>Белё</b> минерализация 0,46%	<b>А</b>	–	<0,1	0,34	0,15	0,62	–	0,03	1,61
		<b>Б</b>	нн	–	0,1	–	–	нн	–	–
3	<b>Ши́ра</b> минерализация 1,68%	<b>А</b>	–	<0,1	0,2	7,8	0,12	–	1,96	3,84
		<b>Б</b>	нн	–	0,3	–	–	<0,1	–	–

Анализ табл.1 показывает, что в озере Ши́ра максимальная концентрация Na, Fe, Co, As, U, Au. Озеро Белё содержит повышенное количество K, Mg, Fe, Zn, Ag, Sb, Au. В воде озера Иткуль концентрация всех элементов минимальна. Следует отметить хорошую сходимость по содержанию Na, Ca, Fe, Ag, полученную двумя различными методами анализа.

Также исследовали пробы воды пяти морей, взятые в популярных курортных зонах. Результаты анализа приведены в табл.2 и также расположены в порядке увеличения степени минерализации исследованных образцов.

Таблица 2 - Содержание макро- и микрокомпонентов в морях (% от массы воды)

№	Элемент:		Na, 10 <sup>-2</sup>	K, 10 <sup>-2</sup>	Ca, 10 <sup>-2</sup>	Mg, 10 <sup>-2</sup>	Fe, 10 <sup>-4</sup>	Zn, 10 <sup>-6</sup>	Co, 10 <sup>-6</sup>	Cu, 10 <sup>-6</sup>
1	<b>Черное море</b> (Крым, Севастополь) минерализация 2,32%	<b>А</b>	45,0	–	1,4	–	1,35	0,13	0,35	–
		<b>Б</b>	6,0*	2,0*	0,43	0,86	0,14	<0,1	<0,1	0,8
2	<b>Южно-китайское море</b> (Китай, о.Хайнань, Санья) минерализация 3,71 %	<b>А</b>	90,1	1,8	1,64	–	60,7	17,7	2,1	–
		<b>Б</b>	101*	3,8*	20,0	1,1	70,0	10,6	3,4	0,6
3	<b>Ионическое море</b> (Греция) минерализация 3,82%	<b>А</b>	52,0	–	2,4	–	1,8	3,4	0,22	–
		<b>Б</b>	0,13*	4,0*	0,52	0,9	0,42	<0,1	<0,1	<0,1
4	<b>Средиземное море</b> (Турция, Алания) минерализация 4,31%	<b>А</b>	111,0	–	2,9	–	3,1	32,0	0,44	–
		<b>Б</b>	110,0*	4,5*	1,0	0,6	1,0	20,0	<0,1	1,0
5	<b>Красное море</b> (Египет, Ш.-эль-Шейх) минерализация 4,48%	<b>А</b>	72,1	–	6,0	–	2,14	0,21	0,05	–
		<b>Б</b>	18,0*	7,0*	1,0	2,4	1,4	<0,1	<0,1	<0,1

Примечания:

(А) – метод НАА, (Б) – метод АЭСА;

(\* ) – Na и K найдены методом пламенной фотометрии;

(нн) – элемент не найден (очень низкое содержание);

(–) – элемент не определялся данным методом.

Продолжение таблицы 2

№	Элемент		Mn, 10 <sup>-6</sup>	Se, 10 <sup>-6</sup>	Ag, 10 <sup>-6</sup>	As, 10 <sup>-6</sup>	Sb, 10 <sup>-6</sup>	Pb, 10 <sup>-6</sup>	U, 10 <sup>-6</sup>	Au, 10 <sup>-8</sup>
1	<b>Черное море</b> (Крым, Севастополь) минерализация 2,32%	<b>А</b>	–	0,22	0,26	10,0	0,4	–	6,42	1,03
		<b>Б</b>	0,5	–	0,23	–	10,0	0,24	–	–
2	<b>Южно-китайское море</b> (Китай, о.Хайнань, Санья) минерализация 3,71 %	<b>А</b>	–	0,45	1,8	7,1	0,17	–	0,03	1,4
		<b>Б</b>	2,4	–	1,0	–	<0,1	0,9	–	–
3	<b>Ионическое море</b> (Греция) минерализация 3,82%	<b>А</b>	–	0,29	0,96	8,2	0,2	–	2,5	0,95
		<b>Б</b>	2,7	–	1,5	–	25,0	1,4	–	–
4	<b>Средиземное море</b> (Турция, Алания) минерализация 4,31%	<b>А</b>	–	0,98	3,0	1,3	0,1	–	0,12	0,90
		<b>Б</b>	0,8	–	5,0	–	<0,1	<0,1	–	–
	<b>Красное море</b>	<b>А</b>	–	0,74	0,43	17,2	0,2	–	4,32	1,75

5	(Египет, Ш.-эль-Шейх) минерализация 4,48%	Б	1,2	–	0,37	–	<0,1	<0,1	–	–
---	--	---	-----	---	------	---	------	------	---	---

Соленость Черного моря минимальна (2,32%) и такие элементы, как Na, K, Ca, Mn, Se, Ag содержатся тоже в минимальных количествах. Однако содержание U в Черном море максимально по сравнению с другими пробами, но не превышает ПДК. Степень минерализации Средиземного и Красного морей максимальна (4,31и 4,48%) и в водах этих морей находятся в максимальных концентрациях следующие элементы: в Средиземном море –Na, Zn, Se; в Красном - K, Mg, As, Au. Следует отметить в пробе Ионического моря повышенное содержание Mn, Pb и Sb, а в Южно-китайском море –Ca, Fe, Co.

Данные по содержанию Fe, Zn и Ag, найденные методами НАА и АЭС, удовлетворительно совпадают.

**Выводы.** 1. Методами НАА, АЭС и пламенной фотометрии определено содержание 16 элементов в пробах воды из трех озер республики Хакасия. Отмечена достаточно хорошая сопоставимость результатов анализа макро- и микроэлементов Na, Ca, Fe, Ag, полученных методами НАА и АЭС.

2. Методами НАА, АЭС и пламенной фотометрии определено содержание 16 элементов в пробах воды пяти морей России, Китая, Греции, Турции, Египта. Отмечена достаточно хорошая сопоставимость результатов анализа, полученных методами НАА и АЭС, для Fe, Zn и Ag.

3. Проведенные исследования являются актуальными, их результаты могут быть интересны для специалистов, работающих в различных областях знаний.

#### Литература:

- 1.Добровольский В.В. Основы биогеохимии. – М.: Академия, 2003. – 400с.
- 2.Эмсли Дж. Элементы. - М.: Мир, 1993. – 256 с.
- 3.Иванов В.В. Экологическая геохимия элементов: Справочник в 6 томах. – М.: Недра, 1994-1999.

4. Природные воды Ширинского района республики Хакасия / под ред. В.П. Парначева. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 2003. – 183 с.

5. Гильберт Э.Н., Шабанова О.В. Современные многоэлементные методы анализа объектов окружающей среды // Сибирский химический журнал. – 1992. – Вып.3. – С.5–14.

6. Инишева Л.И., Цыбукова Т.Н., Зарубина Р.Ф., Ефимова А.Н. Применение высокочувствительных методов анализа торфов // Журнал аналитической химии. – 1996. – Т.51. – №3. – С.1–4.

7. Цыбукова Т.Н., Инишева Л.И., Тихонова О.К., Зейле Л.А., Юсубов М.С. Комплексная оценка содержания редких элементов в торфяном сырье единого болотного ландшафта // Химия растительного сырья. – 2001. – №4. – С.103–106.

8. Соломенцева Н.С., Шуваева О.В. Определение микроэлементов в природных водах методом атомно-эмиссионной спектроскопии сухих остатков на торцах графитовых электродов // Журнал аналитической химии. – 2007. – Т.62. – №7. – С.719–723.

**ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ  
ПРИ ФУНКЦИОНИРОВАНИИ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ  
ГАЛЬВАНИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА**

Шайбекова А.Ф., Кусова И. В.

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

Гальваническое производство - один из наиболее крупных источников образования сточных вод в машиностроении. Основными загрязнителями

сточных вод гальванических производств являются ионы тяжёлых металлов, неорганических кислот и щелочей.

В настоящее время стоит проблема снижения негативного воздействия гальванического производства на окружающую среду, а также внедрения ресурсосберегающих технологий, создание оборотного водоснабжения на предприятии. Все это определяет актуальность разработки технологии защиты гидросферы при функционировании гальванического производства машиностроительного предприятия.

Целью работы является разработка технологии защиты гидросферы при функционировании гальванического производства машиностроительного предприятия.

Процессы нанесения гальванического покрытия связаны с образованием сточных вод, содержащих загрязняющие вещества: сульфаты, хлориды, взвешенные вещества, растворы кислот, щелочей, а также соли железа, меди, цинка, никеля и хрома.

По содержанию загрязнений сточные воды гальванических цехов делят на три группы:

- кисотно-щелочные, содержащие кислоты, щелочи, ионы тяжелых металлов и их соли;
- циансодержащие воды, в состав которых входит циан, цианистые соединения цинка, кадмия, меди, различные соли;
- хромсодержащие воды, в состав которых входят хроматы, трехвалентные хром, железо, медь, никель, кислоты, цинк [1].

В гальванических цехах образуется две группы сточных вод: отработанные концентрированные растворы, сбрасываемые не периодически из основных ванн и постоянно поступающие после промывки изделий. Отработанные растворы сбрасывают в специальные емкости для обезвреживания, затем - в соответствующую сеть канализации.

Сточные воды гальванического производства машиностроительного предприятия отправляют на станцию нейтрализации, где они подвергаются очистке реагентным методом, затем отправляются на общезаводские механические очистные сооружения, после чего сбрасываются в реку Белая.

Имеющаяся реагентная очистка сточных гальванического производства не обеспечивает эффективную очистку сточной воды от взвешенных веществ, тяжелых металлов, по которым отмечается превышение нормативов ПДС, согласно формы 2ТП-водхоз, кроме того, ведет к образованию гальванического шлама, требующего последующей утилизации. В связи с чем необходимо усовершенствовать существующую систему очистки сточных вод гальванического производства, которая бы обеспечивала эффективную очистку от взвешенных веществ, тяжелых металлов без образования источников вторичного загрязнения.

На сегодняшний день существуют различные методы очистки сточных вод гальванического производства от взвешенных веществ и тяжелых металлов: механический, химический, физико-химический [2].

Основное преимущество механических способов очистки сточных вод заключается в их доступности, простоте эксплуатации. Однако, самостоятельно они не могут обеспечить эффективную очистку сточных вод, поэтому применяются, как правило, лишь для подготовки сточных вод к последующей очистке более эффективными методами.

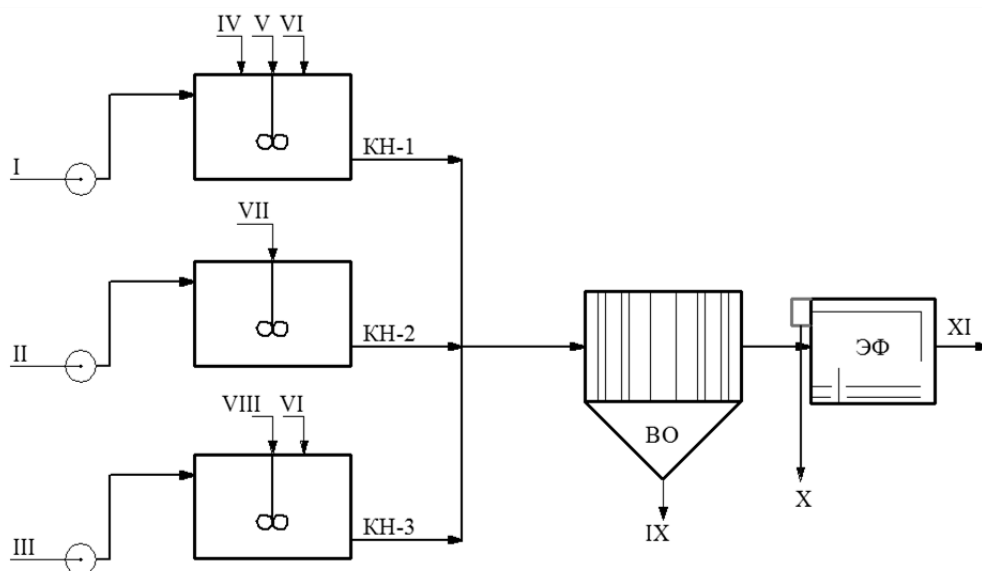
Достоинствами химического метода очистки сточных вод являются широкий интервал начальных концентраций ионов тяжелых металлов, универсальность, простота эксплуатации. К недостаткам метода относятся неполная очистка сточных вод от тяжелых металлов, большой расход реагентов, дополнительное загрязнение сточных вод вновь образованными химическими соединениями, невозможность возврата в оборотный цикл очищенной воды из-за повышенного содержания солей, невысокая степень

извлечения тяжелых металлов из шлама, потребность в территории для складирования шламов.

Физико - химические методы очистки сточных вод, как правило, обеспечивают очистку до требований ПДС, но сопровождаются расходом электроэнергии.

Исходя из анализа существующих методов очистки сточных вод от взвешенных веществ и тяжелых металлов, выявлено, что наиболее простыми в эксплуатации и, в то же время, обеспечивающими эффективную очистку сточных вод от взвешенных веществ и тяжелых металлов являются электрохимические методы.

Усовершенствуем существующую реагентную технологию очистки сточных вод, заменив реагент соду в реакции нейтрализации гидроксидом кальция, который является отходом при производстве ацетилена цеха машиностроительного предприятия. Для доочистки сточных вод применим электрофлотатор. Усовершенствованная технология очистки сточных вод гальванического производства машиностроительного предприятия представлена на рисунке 1.



I - хромистый поток, II - цианистый поток, III - кислотно-щелочной поток, IV - сульфит натрия, V - сода, VI - серная кислота, VII - хлорная известь, VIII - известковое молоко, IX - гальванический шлам, X - флотошлам, XI - очищенная вода, КН-1 - КН-3 - камера нейтрализации, ВО - вертикальный отстойник со спирально-навитой насадкой, ЭФ - электрофлотатор.



Рисунок 1- Усовершенствованная технология очистки сточных вод гальванического производства машиностроительного предприятия

Сточные воды гальванического производства поступают на очистные сооружения тремя потоками: хромистым (I), кислотнo-щелочным (II), цианистым (III).

Хромистые стоки (I) поступают в камеру нейтрализации (КН-1). Обезвреживание хромистых стоков заключается в восстановлении шестивалентного хрома до трехвалентного раствором сульфита натрия  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  (IV) в кислой среде. Дальнейшее осаждение хрома производится раствором соды (V). Серная кислота (VI), участвующая в процессе восстановления хрома, берется в избытке таким образом, чтобы в смеси хромосодержащей жидкости и сульфита натрия содержание серной кислоты в конечный момент нейтрализации хрома было не менее 50 мг/л, а до введения сульфита натрия рН среды в реакторе должна быть равным 2.

Цианистые стоки (II) поступают в камеру нейтрализации (КН-2). Обезвреживание цианосодержащих сточных вод основано на переводе цианидов в цианаты раствором хлорной извести (VII) в щелочной среде. Кислотно-щелочные стоки (III) поступают в камеру нейтрализации (КН-3). Нейтрализация производится добавлением известкового молока (VIII) (отход ацетиленовой станции машиностроительного предприятия) или кислоты (VI) для поддержания рН среды на выходе из нейтрализатора в пределах от 6,5 до 8,5.

Далее стоки отправляются в вертикальный отстойник со спирально-навитой насадкой (ВО). Гальванический шлам (IX) из вертикального отстойника, содержащий, преимущественно, тяжелые металлы в малорастворимой форме, отправляется на утилизацию.

После вертикального отстойника (ВО) сточные воды поступают в электрофлотатор (ЭФ), где происходит доочистка сточных вод от тяжелых металлов. Флотошлам (X) из электрофлотатора (ЭФ) отводится как отход на

утилизацию. После прохождения электрофлотатора (ЭФ) очищенная вода (XI) отправляется на промывку деталей травильного отделения гальванических цехов. Таким образом, усовершенствованная технология очистки сточных вод гальванического производства машиностроительного предприятия от взвешенных веществ и тяжелых металлов позволяет повторно использовать ее для промывки деталей в травильном отделении. Вместе с тем, усовершенствование реагентной очистки сточных вод в реакции нейтрализации кислотно - щелочных стоков за счет замены реагента соды гидроксидом кальция, являющегося отходом при производстве ацетилен на машиностроительном предприятии, позволяет использовать отход самого предприятия, что обеспечивает снижение платы за его размещение.

#### **Литература:**

1. Обратное водоснабжение промышленных предприятий Д.В. Павлов, С.О. Вараксин, В.А. Колесников. // Водоподготовка. // Сантехника №2, 2010

2. Методы очистки сточных вод [Электронный ресурс] - URL:

[http://www.o8ode.ru/article/planetwa/rekuche/purewater/metody\\_o4ictki\\_cto4nyhvod.htm](http://www.o8ode.ru/article/planetwa/rekuche/purewater/metody_o4ictki_cto4nyhvod.htm)

## **РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ОЧИСТКИ ФИЛЬТРАТА ПОЛИГОНА ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ**

Кусова И.В., Шарафутдинова А.Р.

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

Основным фактором, определяющим негативное воздействие полигона захоронения ТБО на гидросферу, является инфильтрация в пределах площади складирования отходов отжимной воды, выделяющейся из свалочного тела в процессе складирования, уплотнения и разложения отходов – свалочного

фильтрата. На протяжении жизненного цикла полигона ТБО фильтрат является постоянным источником загрязнения подземных вод. Декомпозиция воздействия свалочного фильтрата полигона ТБО на состояние гидросферы представлена на рисунке 1.

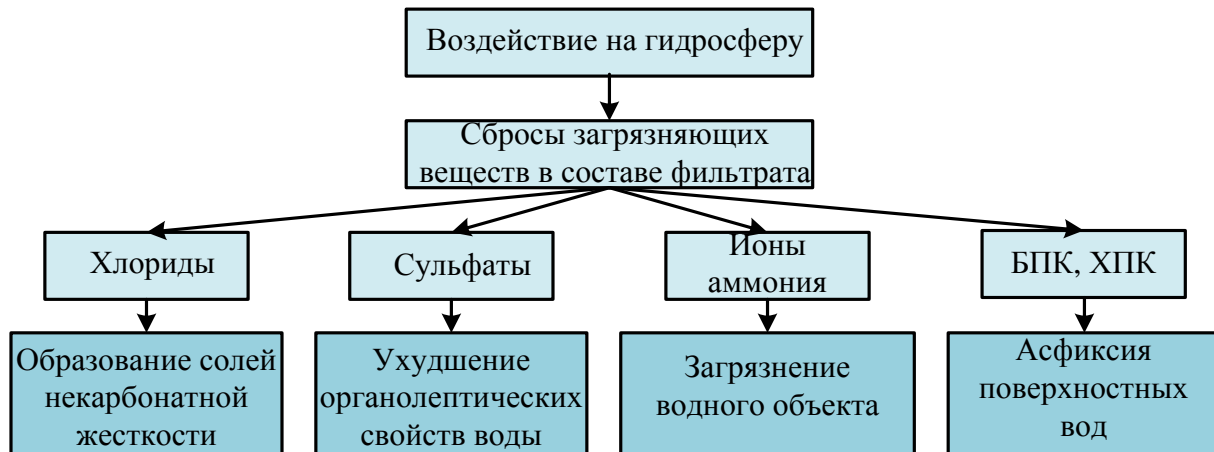


Рисунок 1 – Декомпозиция воздействия свалочного фильтрата полигона ТБО на гидросферу

Из рисунка 1 видно, что основными веществами, содержащимися в наибольшем количестве в составе фильтрата полигона ТБО являются: хлориды, сульфаты, ионы аммония, БПК и ХПК [1].

Образование свалочного фильтрата происходит в результате следующих процессов: инфильтрация атмосферных осадков и других вод через толщу складированных ТБО, их водоотдача под действием давления вышележащих слоев, биохимическое разложение отходов и др. Основное влияние на объем образующегося фильтрата оказывает количество выпадающих осадков, обусловленное географическим расположением полигона ТБО. Помимо климатических особенностей территории складирования, количество фильтрата определяется характеристиками объекта: морфологическим составом и влажностью ТБО, возрастом объекта захоронения отходов, характером непрерывно протекающих процессов разложения.

При отсутствии кислорода под действием бактерий сульфаты восстанавливаются до сероводорода и сульфидов, которые при появлении в природной воде кислорода снова окисляются до сульфатов. Растения и бактерии извлекают растворенные в воде сульфаты для построения белкового вещества. После отмирания живых клеток в процессе разложения сера протеинов выделяется в виде сероводорода, легко окисляемого до сульфатов в присутствии кислорода. Повышенные содержания сульфатов ухудшают органолептические свойства воды и оказывают физиологическое воздействие на организм человека – они обладают слабительными свойствами. Сульфаты и хлориды кальция и магния образуют соли некарбонатной жесткости. Аммоний-ион ( $\text{NH}_4^+$ ) – в природных водах накапливается при растворении в воде газа – аммиака ( $\text{NH}_3$ ), образующегося при биохимическом распаде азотсодержащих органических соединений. Наличие иона аммония в концентрациях, превышающих фоновые значения, указывает на свежее загрязнение водного объекта [2].

Находящиеся в воде органические вещества разрушаются бактериями, претерпевая аэробное биохимическое окисление с образованием двуокси углерода. При этом на окисление потребляется растворенный в воде кислород. В водоемах с большим содержанием органических веществ большая часть растворенного кислорода потребляется на биохимическое окисление, лишая, таким образом, кислорода другие организмы.

Таким образом, в процессе биохимического окисления органических веществ в воде происходит уменьшение концентрации кислорода, и эта убыль косвенно является мерой содержания в воде органических веществ. Соответствующий показатель качества воды, характеризующий суммарное содержание в воде органических веществ, называется биохимическим потреблением кислорода (БПК).

При разработке и внедрении эффективных технологий очистки фильтрата полигонов ТБО и оценке потенциального воздействия фильтрата на

окружающую среду необходимо прогнозировать качественные и количественные изменения состава дренажных вод на различных этапах биодеструкции ТБО.

Химический состав фильтрата напрямую зависит от морфологического состава ТБО, что в свою очередь непосредственно влияет на выбор метода и способа очистки фильтрата. Очистка таких вод представляет собой чрезвычайно сложную проблему и требует многоступенчатого сочетания различных физико-химических и биологических методов и больших капитальных и эксплуатационных вложений. Согласно результатам биотестирования, загрязненный токсичными соединениями фильтрат не может быть сброшен на рельеф или в водоем культурно-бытового и рыбохозяйственного использования даже при большой степени разбавления. Фильтрат обладает гипертоксичностью, которая не исчезает при многократном разбавлении [3].

Исходный химический и биохимический состав фильтрата полигона, зависящий не только от морфологии складированных отходов, но и от внешних факторов – времени года, интенсивности атмосферных осадков – не позволяет с достаточной точностью прогнозировать состав и концентрации в нем загрязняющих веществ. Следует отметить, что широкий диапазон показателей вызывает необходимость использовать в любой очистной установке определенный набор технологических приемов и аппаратов, позволяющих адекватно реагировать на изменение состава дренажных вод, корректируя технологию без конструктивных изменений [4].

Проведенного анализа зарубежной и отечественной литературы показал, что существуют три основные группы способов очистки фильтрата: биологическая очистка фильтрата на полигонах из отсортированных отходов; физико-химическая многоступенчатая очистка; сброс в канализацию не более 5% фильтрата для последующей совместной очистки его с хозяйственно-бытовыми стоками.

При разработке новых и изучении существующих методов очистки фильтрата необходимо учитывать, что технология очистки должна обеспечивать:

- разрушение токсичных соединений концентрированных сточных вод полигонов ТБО, в том числе и соединений образующихся в результате жизнедеятельности полигона на различных этапах его эксплуатации;

- экстрагирование не поддающихся очистке токсичных соединений (переведение в осадок) в безопасную форму и вторично использовать на полигоне;

- доведение качества очищенного фильтрата до допустимого к сбросу или вторичного использования на полигоне (например, в качестве увлажнителя на полигоне) [5].

Основными приоритетными загрязнителями на полигоне твердых бытовых отходов являются взвешенные и органические вещества, тяжелые металлы. Для их очистки была разработана технологическая система очистки, представленная на рисунке 2.

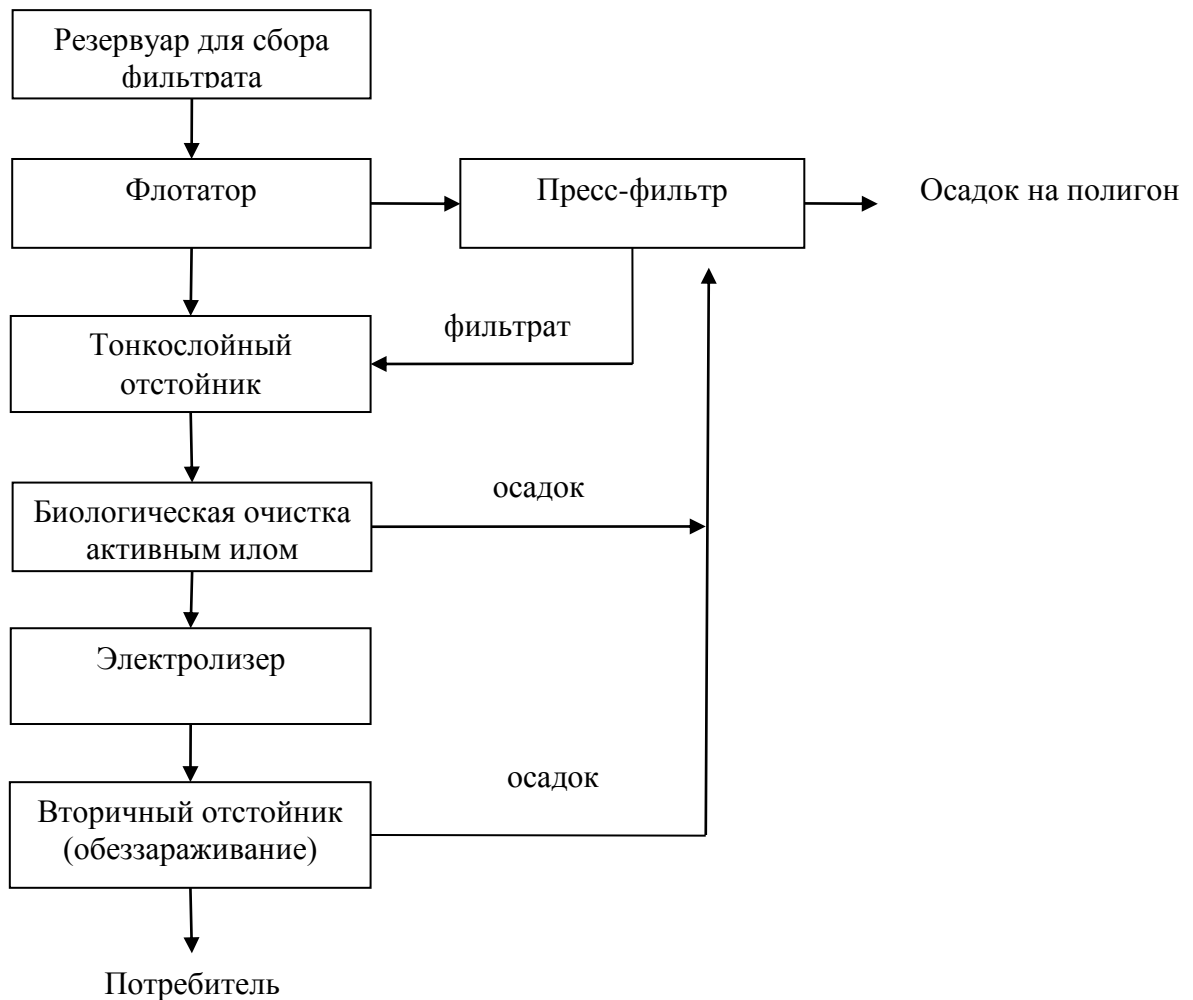


Рисунок 2 – Схема очистки фильтрационных вод на полигоне

Таким образом, предлагаемая схема очистки фильтрационных вод на полигоне позволит использовать очищенный фильтрат для нужд полигона твердых бытовых отходов.

### **Литература:**

1. Ашихмина Т.В. Загрязнение грунтовых вод в результате эксплуатации полигона твердых бытовых отходов // «Экология и промышленность России». – 2011. - №6. – с. 42 – 43.
2. Павлина О.М. Удаление азота и фосфора из сточной жидкости // Труды НГАСУ. – Новосибирск, 2001. - №2. – С.168-174.
3. Душкин С.С., Коваленко А.М., Дегтярь М.В., Шевченко Т.А. Ресурсосберегающие технологии очистки сточных вод: монография – Х.: ХНАГХ, 2011. – 146 с.;

4. Павлина О.М. Удаление азота и фосфора из сточной жидкости // Труды НГАСУ. – Новосибирск, 2001. - №2. – С.168-174;

5. Разумовский Е.С. Современные технологии очистки сточных вод // Жилищное и коммунальное хозяйство. – 1994. - №3. – С. 30-34;

## **РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЙ ПО СНИЖЕНИЮ НЕГАТИВНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ПОЛИГОНА ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ НА АТМОСФЕРУ**

Кусова И.В., Шарафутдинова А.Р.

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

Полигон твердых бытовых отходов, будучи комплексом сооружений, предназначенных для размещения и обезвреживания отходов, концентрирует на ограниченной территории большое количество загрязняющих веществ и тем самым создает опасность для окружающей среды.

Важным фактором воздействия полигона ТБО на атмосферу является образование свалочного газа.

Свалочный газ – это газ, получаемый метановым брожением биомассы. Разложение биомассы происходит под воздействием трех видов бактерий. В цепочке питания последующие бактерии питаются продуктами жизнедеятельности предыдущих. Фазы образования биогаза представлены на рисунке 1.





Рисунок 1 – Фазы процесса анаэробного брожения

Как видно из рисунка 1, в ходе каждой фазы сложные органические соединения разлагаются до более простых, неорганических, с образованием метана, углекислого газа и воды [1].

Накапливаясь в большом количестве, метан, углекислый газ, диоксид серы и другие составляющие свалочного газа, оказывают негативное воздействие на состояние атмосферы. На рисунке 2 отображено воздействие свалочного газа полигона ТБО на состояние атмосферного воздуха.

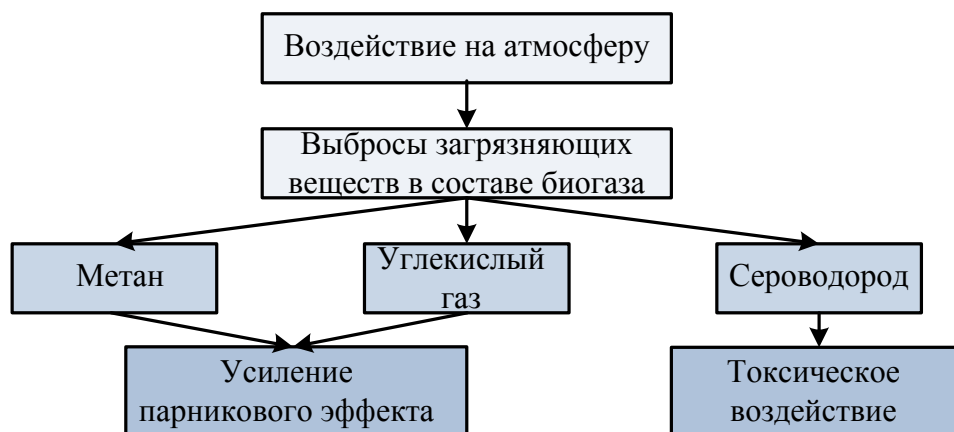
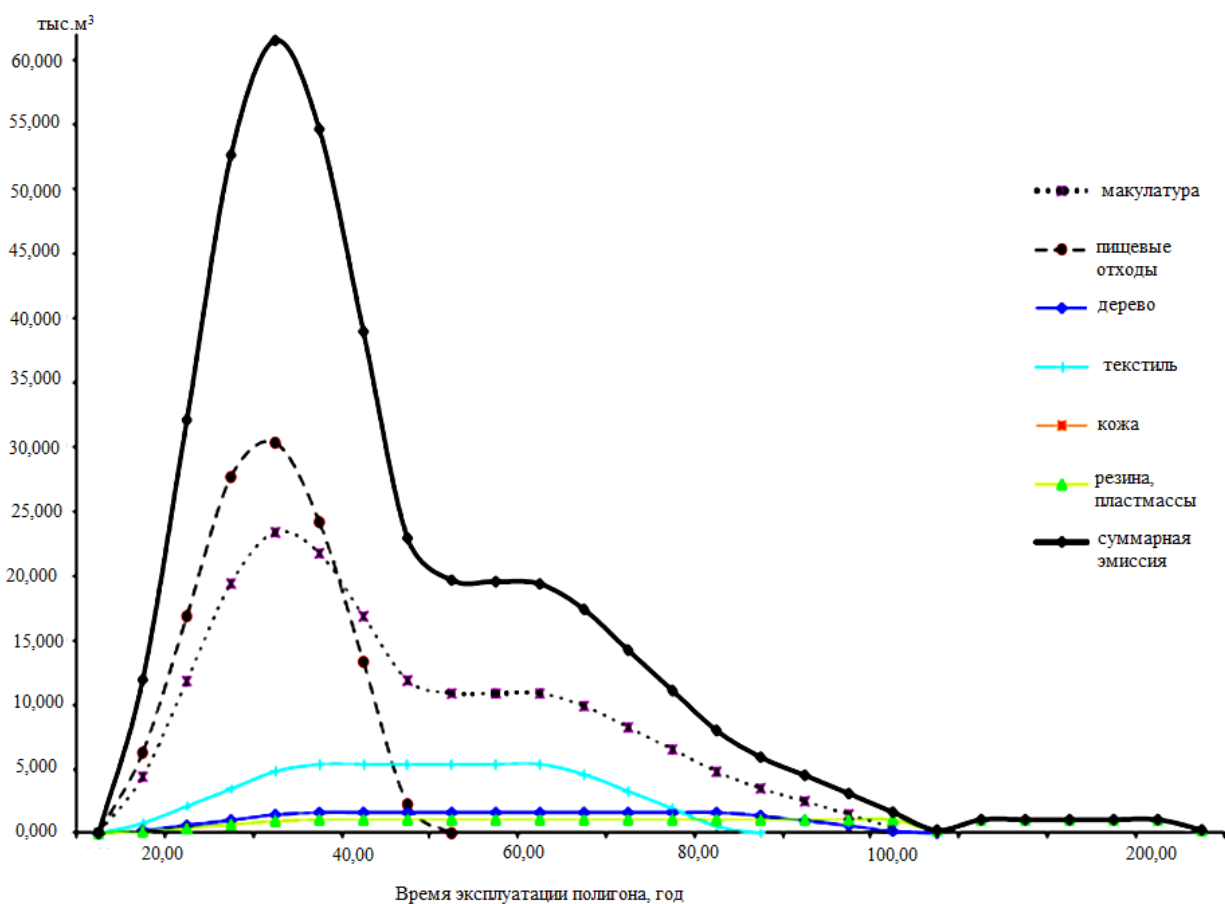


Рисунок 2 – Декомпозиция воздействия свалочного газа полигона ТБО на атмосферу

Свалочный газ пожароопасен и является одним из факторов возникновения «парникового эффекта». Содержание большого количества метана в атмосферном воздухе способствует усилению парникового эффекта. Углекислый газ легко пропускает ультрафиолетовые лучи, и лучи видимой части спектра, которые поступают на Землю от Солнца и обогревают её. В то же время он поглощает испускаемые Землей инфракрасные лучи и является одним из парниковых газов, вследствие чего принимает участие в процессе глобального потепления.

Диоксид серы также является источником атмосферного загрязнения. Основными процессами являются реакции окисления сероводорода атмосферным кислородом и озоном.

Свалочный газ, выделяемый полигоном, являющийся одним из основных загрязняющих веществ, вместе с тем является и потенциальным источником энергии. Прогнозирование эмиссии биогаза в атмосферу приведено на рисунке 2.



## Рисунок 2 – Прогноз эмиссии в атмосферу от полигона ТБО

Из рисунка 2 видно, что максимальное образование свалочного газа происходит в первые годы эксплуатации полигона, когда основной вклад создается быстро разлагаемыми материалами (пищевые продукты, макулатура). На долю долгосрочных эмиссий (за счет трудноразлагаемых компонентов), которые продолжаются сотни лет до полной ассимиляции, приходится 13,9 % от всего объема [2].

Количественный и качественный состав свалочного газа зависит от многих факторов, в том числе от климатических и геологических условий места расположения полигона, состава завозимых отходов, условий складирования.

Управление метаногенезом позволяет регулировать и эффективно снижать эмиссию загрязняющих веществ. Комплексная переработка ТБО, аэробная стабилизация, увлажнение и орошение полигона, дегазация в сочетании с соответствующими программами мониторинга являются взаимосвязанными инструментами управления метаногенезом во всех этапах жизненного цикла системы «ТБО – полигон - эмиссии». При регулировании входных параметров системы путем всесторонней подготовки к депонированию ТБО эмиссии на выходе значительно уменьшаются и дальнейшее содержание и восстановление полигона требует значительно меньших затрат.

Свалочный газ насыщен водяным паром и содержит наряду с метаном ( $\text{CH}_4$ ) и двуокисью углерода ( $\text{CO}_2$ ) существенные количества сероводорода ( $\text{H}_2\text{S}$ ).

Сероводород является токсичным и имеет неприятный запах тухлых яиц. Из сероводорода и содержащегося в свалочном газе водяного пара образуется серная кислота. Кислоты разъедают используемые для переработки свалочного газа двигатели, а также другие части установки (газопровод). Компоненты с содержанием серы ведут к уменьшению производительности очистных установок после биогазовой установки (удаление  $\text{CO}_2$ ) [3].

В связи с этими причинами на биогазовых установках обычно производятся обессеривание и просушивание свалочного газа. Но в

зависимости от содержащихся в свалочном газе примесей или технологий его использование (например, замещение биогаза) может потребоваться проведение более тщательной подготовки газа. Производители блочных ТЭЦ предъявляют минимальные требования к свойствам используемых топливных газов, что касается и свалочного газа. Во избежание сокращения периодичности техобслуживания или повреждения двигателей следует поддерживать свойства топливных газов на одном уровне.

Анализ методов очистки свалочного газа от приоритетных загрязнителей показал, что наиболее эффективными являются для очистки сероводорода – адсорбция цеолитами (натролит), для очистки двуокиси углерода – абсорбция водным раствором моноэтаноламина, для осушки газа – адсорбция силикагелем. Блок-схема очистки свалочного газа от примесей представлена на рисунке 3.

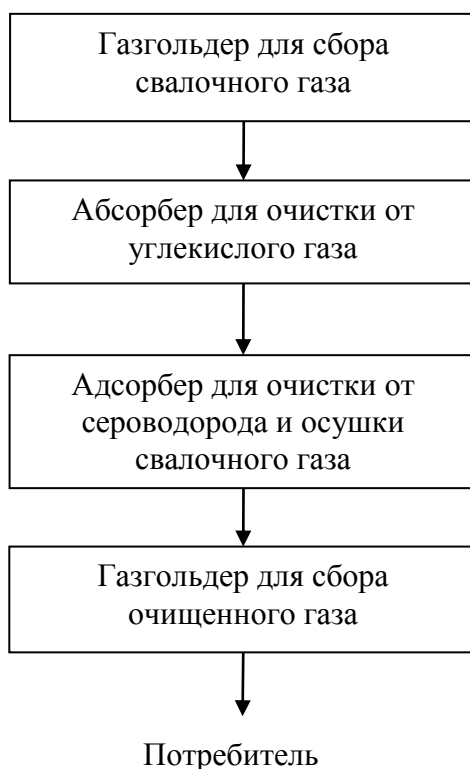


Рисунок 3 – Схема очистки свалочного газа от приоритетных загрязнителей

Разработанная система сбора и очистки свалочного газа позволит использовать биогаз как топливный ресурс на нужды полигона.

**Литература:**

1. Вайсман Я.И., Вайсман О.Я., Максимова С.З. Управление метаногенезом на полигонах ТБО. – Пермь: Книжный мир, 2003. – 232 с.
2. Данилов-Данильян В.И., Лосев К.С. Экологический вызов и устойчивое развитие. – М.: Прогресс-Традиция, 2000. – 256 с.
3. Абрамов Н.Ф., Проскуряков А.Ф., Букреев Е.М. Технологический регламент получения биогаза с полигонов ТБО. – М.:Искра, 1990. – 210 с.

**«ЗЕЛЕНАЯ» ЭКОНОМИКА  
КАК МЕХАНИЗМ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ**

Никифорова А., Эйдемиллер Ю.Н., Эйдемиллер А.П.

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

Сформировавшееся в последние два десятилетия двадцать первого века понятие «зеленая» экономика представляет не что иное, как направление в экономической науке, в рамках которого считается, что экономика является зависимым компонентом природной среды, в пределах которой она существует, являясь ее частью.

Устойчивое развитие общества предполагает комплексную увязку трех его основных компонентов - экономического, социального и экологического.

Сторонники концепции «зеленой» экономики считают, что преобладающая сейчас экономическая система большинства развитых странах

несовершенна. Не смотря на то, что в свое время она дала определенные результаты в повышении жизненного уровня людей в целом, и особенно ее отдельных групп, негативные последствия функционирования этой системы более значительны. Наиболее значимые среди них это: экологические проблемы, истощение природного капитала, широкомасштабная бедность, нехватка пресной воды и продовольствия, энергии, неравенство людей и стран. В совокупности все это создает угрозу для нынешнего и будущего поколений.

Для выживания и дальнейшего его развития человечеству требуется переход к «зеленой» экономике - то есть системе видов экономической деятельности, связанных с производством, распределением и потреблением товаров и услуг, которые приводят к повышению благосостояния человека в долгосрочной перспективе, при этом, не подвергая будущие поколения воздействию значительных экологических рисков или экологического дефицита.

Основная идея «зеленой» экономики основана на трех главных принципах:

- оценка и выдвижение на первый план идеи истощения и частичной не возобновляемости природных ресурсов на национальном и международном уровнях;
- обеспечение занятости населения за счет создания «зеленых» рабочих мест и ведения соответствующей политики на государственном уровне;
- использование рыночных механизмов для достижения устойчивого развития.

Для комплексного перехода к «зеленой» экономике необходимо произвести инвестиции 10 ключевых ее секторов: сельское хозяйство, жилищно-коммунальное хозяйство, энергетику, рыболовство, лесное хозяйство, промышленность, туризм, транспорт, утилизацию и переработку отходов, управление водными ресурсами. Остановимся более подробно на некоторых из них.

Важнейшим условием создания «зеленых» (т. е. экологических) городов является модернизация жилищного фонда. На сегодняшний день используемые системы отопления, освещения, охлаждения и вентиляции зданий – являются одними из наиболее значимых источников выбросов парниковых газов в атмосферу в мире.

Уменьшение объемов вырубки лесов и проведение мероприятий по восстановлению лесных массивов, представляется экономически целесообразным само по себе, а также положительно влияет на сельское хозяйство и уровень жизни сельского населения.

«Озеленение» туристского сектора повысит потенциал занятости благодаря росту социального найма и активному использованию местных ресурсов. При «озеленении» данного сектора рост вовлеченности местного сообщества, особенно малообеспеченных слоев населения, является важным фактором развития региональной экономики и уменьшения бедности.

Что касается транспорта, то имеющиеся сегодня транспортные проблемы, основанные, прежде всего, на частной автомобильной собственности - одна из основных причин изменения климата, загрязнения окружающей среды и возникновения угрозы здоровью людей. Политика «озеленения» транспорта основывается на трех взаимосвязанных принципах:

- исключение или сокращение лишних поездок за счет объединения планирования землепользования и транспортного планирования, локализация производства и потребления;
- переход на более экономически и экологически эффективные виды транспорта, такие, как общественный и неавтомобильный транспорт для пассажиров и рельсовый и водный транспорт для грузов;
- совершенствование используемой техники и топлива для уменьшения их негативного влияния на экологию и снижения социальных издержек.

Занятость в сфере управления отходами и их утилизации будет расти в связи с ростом количества отходов, обусловленным ростом населения и доходов. Сегодня утилизация отходов во всех ее видах уже обеспечивает занятость 12 млн. человек, и это всего лишь в трех странах (Бразилии, Китае и США).

Проблема роста нехватки воды может быть уменьшена с помощью ведения политики, направленной на увеличение инвестиций в улучшение водоснабжения и повышение эффективности водопользования.

Для осуществления перехода к «зеленой» экономике необходимо в 2012-2050 гг. инвестировать всего лишь 2% мирового ВВП в названные десять ключевых секторов. Эти средства вполне можно привлечь при условии реализации продуманной государственной политики и использования инновационных механизмов финансирования. Дополнительные ресурсы могут быть получены за счет прекращения субсидирования энергетики, водного хозяйства, рыболовства и сельского хозяйства в случае реализации политики «потребления». Так, в 2008 г общая сумма субсидий на производство и потребление ископаемого топлива превысила 650 млрд. долл. США, что препятствует более широкому использованию возобновляемых источников энергии.

При всеобщем переходе к «зеленой» экономике количество новых созданных рабочих мест, со временем компенсирует сокращение занятости в «коричневой» экономике. Особенно это касается сельского и жилищно-коммунального хозяйства, энергетики, лесной промышленности и транспорта. Однако в секторах, где природный капитал в значительной степени истощен, например, в рыбном хозяйстве, произойдет временное снижение занятости и доходов, что потребует осуществления программ переквалификации рабочей силы.

По оценкам некоторых экспертов, в краткосрочной перспективе «зеленая» экономика способна обеспечить рост ВВП, увеличение доходов на



душу населения и решение проблем занятости. Планируемые темпы экономического роста при реализации «зеленой» экономики не только сопоставимы, но и в некоторых отраслях даже выше, чем при традиционной «коричневой» экономике. В средне- и долгосрочной перспективе «зеленая» экономика обгонит «коричневую» и к тому же даст намного больше преимуществ с точки зрения охраны окружающей среды и уменьшения социального неравенства.

Для осуществления полного перехода к «зеленой» экономике, мировые лидеры, гражданское общество и бизнес обязаны все вместе переосмыслить и заново определить традиционные показатели богатства, процветания и благосостояния.

## **ВОССТАНОВЛЕНИЕ ПОЙМЕННЫХ ЛЕСОВ В РЕСПУБЛИКЕ БАШКОРТОСТАН**

Ямилева Р.Р., Белозерова Е.А., Красногорская Н.Н.

*ФГБОУ ВПО Уфимский государственный авиационный технический  
университет, г.Уфа, Россия*

Республика Башкортостан обладает уникальными природными ресурсами. К их числу можно отнести леса, занимающие около 40 % территории [1]. Часть леса располагается в поймах рек, где он непосредственно связан с водным режимом рек и почвами, возникающими из осаждающихся частиц песка и ила. Видовой состав пойменных лесов РБ включает в себя: темнохвойные широколиственные леса, черемухо-ольховые леса, широколиственные липово-кленово-дубовые леса, широколиственные мезофитные леса, южнотаёжные сосновые леса. Пойменные леса представляют

наибольшую ценность, так как имеют водоохранное, противозерозионное, климаторегулирующее, санитарно-гигиеническое и рекреационное значение [2].

Однако в настоящее время пойменные леса испытывают интенсивные антропогенные нагрузки, связанные с сельскохозяйственной деятельностью, с эксплуатацией нефтегазовых месторождений, строительством промышленных предприятий и коммуникаций, созданием рекреационных зон. Поэтому, сохранение пойменных лесов и усиление их защитной роли весьма актуально.

Особое значение пойменных лесов связано с выполнением ими целого ряда функций:

- гидрологические - водоохранные, руслоукрепляющие, берегозащитные, противозерозионные, кольматирующие, фильтрующие;

- агромелиоративные - создание благоприятных условий для сельскохозяйственных работ в пойме (располагаясь узкими лентами на берегах водоемов, пойменные леса образуют идеальную природную систему защитных лесных полос);

- экологические и средообразующие - создание особой экологической среды в поймах рек, где зональность климатических факторов проявляется не так сильно, как в плакорных условиях [2].

В результате интенсивной вырубki площадь лесов Башкортостана сократилась за последнее столетие вдвое, из-за распашки пострадала степная растительность.

Большой ущерб лесам наносит пастьба в лесах и полезащитных насаждениях. От неумеренного выпаса скота также страдают и степные участки. При выпасе погибают молодые деревца, которые скот объедает и вытаптывает, ухудшаются условия для роста взрослых деревьев, исчезают птицы и массово размножаются вредители. В лесах на склонах гор выпас вызывает смыв почвы (эрозию).

Значительное негативное воздействие на лесные экосистемы оказывает захламление лесов древесными остатками при заготовке древесины или бытовым мусором. При общей ежегодной заготовке 6 млн. м<sup>3</sup> отходы древесины достигают 2 млн. м<sup>3</sup>[3].

Все эти причины могут привести к необратимым последствиям: снижению самоочищающей способности рек, истощению и загрязнению водных ресурсов, полному разрушению речных экосистем.

Для восстановления пойменных лесов в Республике Башкортостан предлагается провести ряд мероприятий. В первую очередь необходимо провести облесение истоков всех рек, их берегов, склонов, оврагов, и балок, организовать эффективную охрану родников, ключей, ручьев, питающие реки, в значительно больших масштабах осуществлять противоэрозионные мероприятия. Прирусловые лесокустарниковые полосы должны начинаться от истока и следовать на всем протяжении рек по обоим берегам до устья. Долины наиболее мелких рек длиной 3-5 км со слабо выраженными поймами в основном должны оставаться под лесом с освобождением лишь отдельных наиболее широких пойменных участков под кормовые угодья. Это весьма важное условие оптимизации ландшафтов вообще и сельскохозяйственного в частности.

Прекратить осушение болот, имеющих водорегулирующее значение, особенно в истоках рек.

Проводить строительство плотин на реках оврагах, ручьях и балках без затопления пойменных земель. Необходимо усилить контроль за сельскохозяйственными работами (распашка, сведение кустарников, осушение, запруживание водоемов, размещение площадок для сельскохозяйственной авиации и складов удобрений), которые производятся в поймах и по берегам рек.

Прекратить сужение русел рек, в большинстве случаев не дающего экономического эффекта, но наносящие непоправимый ущерб речным экосистемам.

Сократить распашку пойменных земель, а также склоновых земель, подвергаемых эрозии т. к. это вызывает заиление рек и снижения плодородия пойменных земель.

Проводить углубление русел рек с сохранением прибрежной древесно-кустарниковой растительности.

Рационально использовать водные ресурсы малых рек для сельскохозяйственных нужд [4].

Охрана рек и пойменных лесов от загрязнения является одной из важнейших народнохозяйственных задач. Любые существующие и потенциальные источники загрязнения больших и малых рек должны своевременно выявляться и ликвидироваться. Основную роль в этом играют бассейновые водные инспекции и санитарно – эпидемиологические станции.

Необходимо усилить контроль за санитарно – гигиеническим состоянием всех рек, максимально ограничить поступление в реки хозяйственно – бытовых, промышленных сточных вод и стоков животноводческих комплексов. Предотвращать возникновение несанкционированных свалок по берегам рек. Четко соблюдать установленные инструкции в период строительства и эксплуатации мелиоративных систем для исключения вероятности поступления загрязнений в водоприемники [4].

Таким образом, пойменные леса Республики Башкортостан имеют большое гидроклиматическое значение и выполняют ряд водоохраных функций, однако с развитием городов, промышленности, сельского хозяйства и транспорта они все чаще оказываются объектом сильного антропогенного воздействия. Поэтому их сохранение и восстановление является важной

задачей для обеспечения устойчивого развития всего пойменно-руслового комплекса.

### **Литература:**

1. Природа Башкортостана [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://xn--d1ahaoghfib6i.xn--p1ai/maps/?region=2> - (дата обращения 10.06.2014)
2. Экологические проблемы сельскохозяйственного использования земли [Электронный ресурс].- Режим доступа: [www.agroxxi.ru/](http://www.agroxxi.ru/) (дата обращения 10.06.2014)
3. Денисов А. К. Защитно-водоохранная роль прирусловых лесов и принципы хозяйства в них – 1999. – С. 235-237.
4. Воробьев Г. И. Защитные лесные насаждения // Лесная энциклопедия /. - М.: Сов. энциклопедия, 1986. - Т. С. – 563.

## **ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ПЕРЕВОЗКЕ ПАССАЖИРОВ РЕЧНЫМ ТРАНСПОРТОМ**

Ягудин Р.И., Фаттахов В.Р., Елизарьев А.Н., Ганцева Е.М.

*ФГБОУ ВПО Уфимский государственный авиационный технический  
университет, г.Уфа, Россия*

Речной транспорт (или внутренний водный) в настоящее время составляет — около 2% грузооборота и массы перевозимых грузов. Хотя это дешевый вид транспорта, но он имеет серьезные недостатки. Главный — направления течения рек часто не совпадают с направлениями перевозок грузов. Для соединения соседних речных бассейнов приходится строить дорогостоящие каналы. На территории России речной — сезонный вид

транспорта, поскольку реки замерзают на несколько месяцев в году[1].

Общая протяженность судоходных речных путей в России составляет 85 тыс. км. 3/4 грузов, перевозимых в настоящее время речным транспортом России, — это минерально-строительные материалы, перевозки пассажиров и использование речного транспорта в туризме. В России речное судоходство имеет многовековую историю. Древние славяне селились преимущественно по берегам рек и озёр, которые были удобными естественными путями сообщения. Уже в 9 в. славяне совершали плаванья на речных судах по Дону, Волге и Каспийскому морю с торговыми целями. По Волховско-Днепровскому пути, связывавшему Балтийское море с Чёрным морем (великому водному пути "из варяг в греки"), шли караваны судов. Размеры судов, плававших по русским рекам, возрастали, и в 16 в. грузоподъёмность речных судов на Волге достигла 250-300 т. В период царствования Петра 1 (кон. 17 - нач. 18 вв.), который поощрял развитие судостроения, речной флот был качественно улучшен. Взамен судов, предназначенных для одного рейса, начали строить долговечные суда из пиленых досок, прочной конструкции, с хорошими судоходными качествами. В 18 - вначале 19 вв. на месте волоков были построены первые искусственные водные системы: Вышневолоцкая (1708), Тихвинская (1811), Мариинская (1810) и др. [1].

В начале 19 в. в русском речном судостроении начинают применять металл. По времени это совпало с использованием на судах механического двигателя. До введения механической тяги (пароходов) и в начальный период её применения (1840-80-е гг.) перемещение судов на реках, особенно на Волге, производилось конной и ручной тягой. Пароходы начали строить в Петербурге (1815), а затем в Пожве на Каме (1817). На Волге был создан ряд пароходных обществ: "Общество по Волге" (1843), "Кавказ и Меркурий" (1850-59), Камско-Волжское пароходное общество "Польза" (1854) и др. В 1913 число пароходов на Р. т. России достигло 5467, число несамоходных речных судов превышало 23 тыс. [1].

В связи с этим необходима оценка опасности столкновений теплоходов друг с другом.

Почти три четверти поверхности земного шара покрыто водой океанов, морей, рек, озер. Воды Мирового океана бороздят тысячи различных наводных и подводных плавсредств, которые перевозят грузы, пассажиров, выполняют специальные задания. Основными видами водного транспорта являются суда для перевозки наливных продуктов, сыпучих грузов, пассажирские и специальные суда.

Большинство крупных аварий и катастроф на судах происходит под воздействием ураганов, штормов, туманов, льдов, а также по вине людей – капитанов, лоцманов и членов экипажа. Зачастую аварии происходят из-за промахов и ошибок при проектировании и строительстве судов.

Россия располагает всеми современными видами транспорта, но ее транспортные коммуникации нуждаются в существенном совершенствовании. Протяженность внутренних водных судоходных путей сообщения России по состоянию на начало 2007 года составляла 102 тыс. км.

Ежесуточно по этим транспортным коммуникациям перевозилось в 2000 г. 116,8 млн. т грузов, в 2007 г. – 153,4 - внутренним водным транспортом и 35,4 и 26,7млн. т – морским транспортом. Объем перевозок пассажиров составил 27.7 млн. чел в 2000 году и 21.5 млн чел в 2007 г. – на внутреннем водном транспорте[2].

Развитие российских портов и смежной транспортной инфраструктуры происходит неравномерно. Накопились значительные различия по уровням технологичности и капитализации портовых узлов. Это является следствием неравномерности и нестабильности грузовой базы, недостаточного развития смежной железнодорожной, автомобильной и трубопроводной инфраструктур, а также тыловой терминальной и складской инфраструктур.

Имеется дефицит портовых мощностей, ориентированных на перевалку импортных грузов (контейнеры и накатные грузы), который вызван

опережающим развитием в течение последних лет портовых мощностей, направленных на перевалку экспортных грузов[2].

К концу 2006 г. износ основных производственных фондов составил на морском – 51,2%, на внутреннем водном – 69,7%. Состояние многих технических средств водного транспорта подошло к критическому уровню.

Значительная часть их эксплуатируется за пределами нормативного срока службы, другая, также значительная, часть приближается к этому сроку. Как следствие, существенно ухудшаются показатели безопасности и экономической эффективности работы транспорта.

Классификации Российского Речного Регистра подлежат самоходные суда внутреннего плавания с главными двигателями мощностью не менее 55 киловатт, несамоходные суда вместимостью не менее чем 80 тонн, все пассажирские и наливные суда; суда смешанного (река-море) плавания; паромные переправы и наплавные мосты на внутренних водных путях. На учете Российского Речного Регистра находится 22,5 тыс. судов. Нормативную базу Российского Речного Регистра составляют его Правила, соответствующие международному уровню. Правилами Российского Речного Регистра пользуются органы технического надзора и классификации судов стран СНГ и Балтии. Классы регистров судов внутреннего водного транспорта представлены в таблице 1 [3].

Таблица 1 - Классы регистров судов внутреннего водного транспорта.

Разряд водного бассейна	«Л»	«Р»	«О»	«М»	«О-ПР»	«М-ПР»	«М-СП»
Нормативная высота волны, м	0.6	1.2	2.0	3.0	2.0	3.0	3.5
Обеспеченность высот волн, %	1	1	1	3	3	3	3

На водном транспорте в 2012 г. произошло 7 ЧС, связанных с авариями грузовых и пассажирских судов (в 2011 г. – 9 ЧС), в которых погибло 11 чел.(в



2011 г. – 148 чел.) и пострадало 34 чел. (в 2011 г. – 157 чел.). В 2012 г. на морских судах имело место 195 аварийных случаев (АС), в том числе: 10 кораблекрушений (теплоходов «Капитан Болсуновский», «Аргонавт», «Бот 9-249», «Вест», «Атолл», «Дзинпо Маару», «ПК-201», «Амурская», «Онежская») 24 посадки на мель; 44 случая потери хода из-за остановки главных двигателей или намотки посторонних предметов на винто-рулевую группу; 19 случаев пожаров; 23 случая разлива нефтепродуктов; 13 случаев поступления воды. На рисунке представлена статистика аварийных случаев РФ.

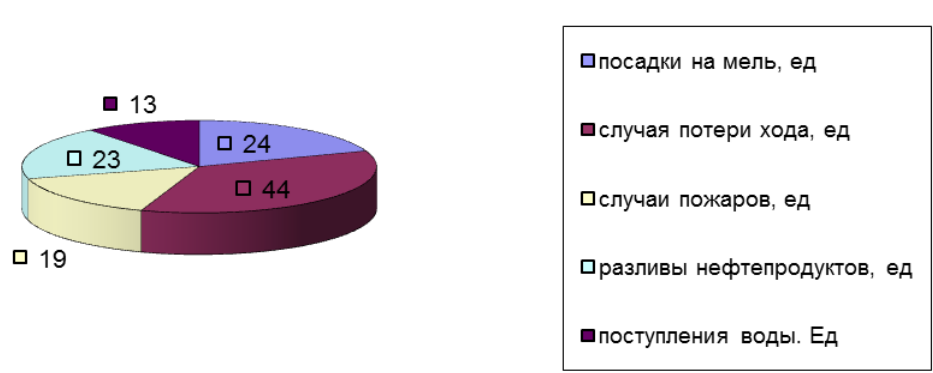


Рисунок – Статистика аварийных случаев на водном транспорте в РФ [2]

В результате аварийных случаев, имевших место в 2012 г., поиск и спасание людей, терпящих бедствие на море, осуществлялись в 110 случаях, при этом: спасено 489 чел., в том числе 31 иностранный гражданин; погибло 17 чел.; пропало без вести 26 чел.; травмирован 21 чел.; эвакуировано больных 54 человека. По бассейнам аварийность распределяется следующим образом: Балтийский бассейн – 38 случаев

Тихоокеанский и Дальневосточный бассейны – 101 случай; Азово-Черноморский бассейн – 6 случаев; Каспийский бассейн – 27 случаев; Арктическая зона – 23 случая. По сравнению с 2011 г. (299 аварийных случаев) число аварийных происшествий уменьшилось на 35%. Аварийность распределяется неравномерно со спадом в летний период и увеличением в осенне - зимний. За последние годы значительно возросли объемы добычи, переработки и перевозки нефти и нефтепродуктов на море. Тенденция к их

росту сохранится и на ближайшие годы. Это обусловлено расширением разработки шельфа в районе о. Сахалин, российской части Каспийского и Балтийского морей, вводом в действие нефтяных терминалов Каспийского трубопроводного консорциума в порту Новороссийск, Балтийской трубопроводной системы в порту Приморск, распределительно-перегрузочного комплекса в порту Высоцк, отгрузочного терминала в порту Де-Кастри, Варандейского нефтяного отгрузочного терминала, перегрузочного комплекса для сжиженного углеводородного газа и перегрузочного комплекса для сырой нефти в порту Пригородное (о. Сахалин), специализированного морского нефтеналивного порта Козьмино (Приморский край). Возрос грузооборот нефтепродуктов через порты Мурманск, Архангельск. [2] Статистика Аварий на водном транспорте в РФ представлена на рисунке 1.

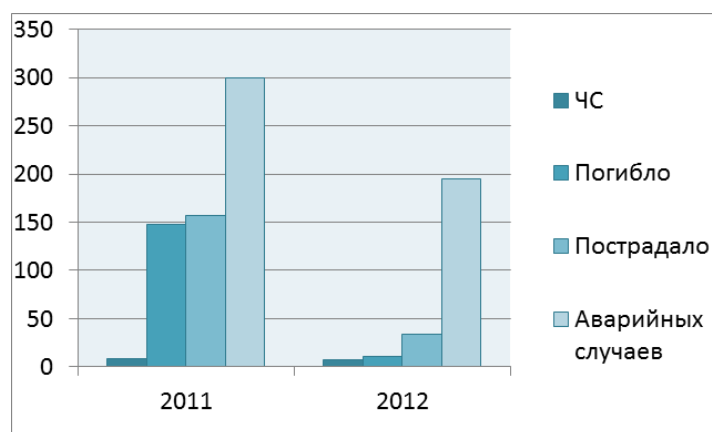


Рисунок 1 – Статистика аварий на водном транспорте в РФ [9]

**Авария на теплоходе «Александр Суворов».** Теплоход «Александр Суворов» (проекта 92016, Волго-Донское пароходство) был построен в 1976 году в Чехословакии, на судовой верфи со столетним опытом в Комарно. Пассажировместимость 400 человек. Бортовой номер В-999. Речное судно оснащено современным навигационным оборудованием и развивает скорость до 26 км/час. До аварии принадлежал Волго-Донскому пароходству. На рисунке 2 представлена авария на теплоходе «Александр Суворов».



Рисунок 2- Авария на теплоходе «Александр Суворов»

5 июня 1983 года Пассажирский теплоход «Александр Суворов» в 21.40 минут теплоход «Александр Суворов» на полном ходу рубкой врежется в перекрытие шестого пролета моста. Рубка складывается и как острой заточенной лопатой начинает рвать на части, калечить и сметать в воду всех, кто там находился. В это время опрокидываются вагоны товарняка, идущего по мосту. На теплоход падают бревна, высыпается зерно из вагонов, с рельс срывается цистерна с бензином, но чудом застревает в перекрытиях. На верхней все разрушено: ни рубки, ни кинозала, только изуродованные и покалеченные люди, живые люди тонули. Из воды в сумерках раздавались ужасные крики, а музыка все еще неслась из репродукторов. Вся верхняя палуба была срезана. После получения сильных повреждений судно осталось на плову не потеряв остойчивость и плавучесть.

**Авария на теплоходе «Булгария».** 9 июля 2011 года двухпалубный теплоход «Булгария» (сконструированный в Чехословакии в 1955 году) вышел из порта в Казани в двухдневный круиз. Судно на тот момент имело крен на правый борт и неработающий правый двигатель. На борту корабля находился 201 человек, из них 147 пассажиров. Маршрут теплохода проходил по акватории Куйбышевского водохранилища.

10 июля 2011 года «Булгария» стартовала из города Болгар обратно в Казань. Около 13.30 по московскому времени на расстоянии менее 3-х км от

берега судно дало сильный крен на правый борт, в результате чего в открытые иллюминаторы хлынула вода. Затопление судно происходило очень быстро. Менее чем через 2 минуты «Булгария» перевернулась на правый бок и затонула. Сигналы бедствия члены экипажа не успели подать, так как радиорубка была сразу же затоплена. На поверхность смогли выбраться 79 человек. Мимо терпящего крушение лайнера проходил сухогруз «Арбат» и баржа «Дунайский-66», но, как выяснило следствие, капитаны этих судов не остановились для оказания помощи пострадавшим, тем самым нарушив Кодекс внутреннего водного транспорта. Около 14.30 дня к месту крушения подошел круизный теплоход «Арабелла», члены экипажа которого начали спасательную операцию. Выжившим была оказана первая помощь, тяжело пострадавших отправили в больницу в Казани. На место крушения прибыли специалисты МЧС России, психологи и спасатели отряда «Центр «Лидер». Начались водолазные работы в районе затопления. На рисунке 3 представлен теплоход «Булгария».



Рисунок 3 - теплоход «Булгария»

**Авария на теплоходе «Полесье-8».** Кораблекрушение, произошедшее 17 августа 2013 года в 13 часов 55 минут по местному времени на реке Иртыш в районе посёлка Новая Станица Ленинского округа города Омска, в 10 км южнее центра города.

Однопалубный теплоход «Полесье-8», 1989 года постройки, совершавший круиз по маршруту Омск—Ачаир (Ачаирский монастырь),

столкнулся с грузовой баржей на реке Иртыш в районе посёлка Новая Станица Ленинского округа города Омска.

Во время столкновения теплоход получил пробоину, носовая часть судна затоплена. Во время крушения 4 человека погибли, 49 получили ранения. Позже стало известно, что в больнице скончались 2 женщины, таким образом число жертв возросло до шести человек. Комиссией сделан вывод, что причинами аварии явилась совокупность следующих факторов:

1. Невыполнение судовладельцем, береговыми работниками и командным составом требований, установленных в нормативных документах по безопасности судоходства: Лица, отвечающие в компании Омский речной порт за организацию безопасности на судах, отнеслись к своим обязанностям халатно, предрейсовая подготовка была организована не на должном уровне;

2. Нарушение командным составом трудовой дисциплины:

Командный состав не выполнил ряд требований правил плавания и правил эксплуатации судна. Проверка установила, что капитан теплохода находился в нетрезвом состоянии, это подтверждается копией протокола медицинского освидетельствования от 17 августа 2013 г.



Рисунок 4 - Авария на теплоходе «Полесье-8»

**Пожар на пассажирском теплоходе «Фредерик Жолио-Кюри»,** который загорелся утром на судоремонтном заводе «Кама» в Перми, полностью потушен, пострадавших нет.

Пожар на прогулочном теплоходе «Фредерик Жолио-Кюри» в Перми ликвидирован, идет разбор конструкций судна. В качестве причин

возникновения возгорания рассматриваются версии неосторожного обращения с огнем и нарушение правил пожарной безопасности при проведении электрогазосварочных работ. Сотрудники МЧС установили, что возгорание произошло на третьей палубе корабля во время проведения ремонтных работ. Теплоход стоял в затоне на плановом ремонте, на его борту находились четыре человека.



Рисунок 5 - Пожар на теплоходе «Фредерик Жолио-Кюри»

Для определения причин кораблекрушений теплоходов в мире проведен статистический анализ аналогичных ситуаций, который показал, что основной причиной является столкновение с другим судном и экстремальные погодные условия. Статистика крупнейших кораблекрушении в мире представлена в таблице 2.

Таблица 2 - Статистика кораблекрушений в мире [2,4]

Дата, место	Название корабля	Количество пострадавших	Примечание
15 апреля 1912 года в Северной Атлантике	Английский пассажирский лайнер „Титаник“	Погибло-1503 человека	Столкнулся с айсбергом и затонул
29 мая 1914 года Атлантический океан	Канадский пассажирский лайнер „Эмпресс оф айленд“	Погибло-1012 человек	Столкнулся с норвежским судном „Сторстадт“



Дата, место	Название корабля	Количество пострадавших	Примечание
17 июля 1947 года Бенгальский залив	Индийский паром „Рандас“	Погибло-625 человек	Затонул в бенгальском заливе во время шторма
27 января 1949 года Тайваньский пролив	Китайские пароходы „Тайпин“ и „Цзинь- Юань“	Погибло около 1500 человек	Столкнулись в Тайваньском проливе
11 октября 1968 года у острова Минданао	Филиппинский паром „Дамеджиет“	Погибло более 500 человек	Затонул во время шторма
31 августа 1986 года Новороссийск	Советский лайнер „Адмирал Нахимов“	Погибло-423 человека	Затонул на выходе из новороссийского порта в результате столкновения
20 декабря 1987 г. остров Сариндуке	Филиппинский каботажный теплоход „Дона бас“	Погибло около 3000 человек	Столкнулся с танкером „Виктор“ неподалеку от острова Сариндуке. Оба судна затонули
6 марта 1987 г. бельгийский порт Зебрюгге	Английский автопассажирский паром „Геральд оф зе фри энтерпрайз“	Погибло — 193 человека	Опрокинулся при выходе из порта
28 сентября 1994 года в 100 километрах от шведского берега	Эстонский морской паром „Эстония“	Погибло более 852 человека	Затонул ночью во время шторма
17 августа 2013 г. на реке Иртыш в районе посёлка Новая Станица г.Омска	Теплоход «Полесье-8»	4человека погибли,49 получили ранения	Однопалубный теплоход «Полесье-8», столкнулся с грузовой баржей на реке
9 июля 2011 г. вышел из порта в г.Казани	Теплоход «Булгария»	Погибло около 100 человек	Судно дало сильный крен на правый борт, в результате чего в открытые иллюминаторы хлынула вода
5 июня 1983 г. г.Ульяновск	Пассажирский теплоход «Александр Суворов»	Погибло 176 человек.	На полном ходу рубкой врезается в перекрытие шестого пролета моста
22 апреля 2014 г. юго-западного побережья Южной Кореи	Паром «Севол»	Погибло 275человек	Опрокинулся при выходе из порта

Таким образом, как показал анализ статистических данных типичной причиной гибели людей при кораблекрушении является столкновение в соокупности с высокой степенью износа судна. Примером, может служить одна из катастроф: Пассажирский паром „Дона бас“ зарегистрированный на

Филиппинах. Затонул 20 декабря 1987 года после столкновения с танкером "Виктор". При этом погибло примерно 4 375 человек, что делает эту морскую катастрофу крупнейшей в мирное время. Паром был построен в 1963 году на японской верфи "Ономити Дзосэн", Ономити, и назывался "Химэури Мару". "Химэури Мару" принадлежал компании "Рюкю Каиун Каиса", курсировал по японским водам, вмещая 608 пассажиров.

В 1975 году судно было продано "Sulpicio Lines", филиппинскому оператору пассажирских паромных перевозок, и получило название "Don Sulphico", а позднее "Doña Paz". За месяц до столкновения паром ремонтировался в доках. Во время столкновения Дона Паз дважды в неделю выполнял пассажирские перевозки по маршруту Манила—Таклобан—Катбалоган—Манила—Катбалоган—Таклобан—Манила [4].

#### **Литература:**

1. Правила пользования маломерными судами на водных объектах РФ и Правила плавания по внутренним водным путям РФ с комментариями для судоводителей маломерных судов. Новосибирск: Новосибирская государственная академия водного транспорта, 2009. - 192с.

2. Доклад МЧС России о состоянии защиты территории и населения в РФ [Электронный ресурс] - <http://www.mchs.gov.ru/> свободный. — Загл. с экрана

3. Российский Речной Регистр [Электронный ресурс] — Режим доступа: <http://www.rivreg.ru/> свободный. — Загл. с экрана

4. Крупные кораблекрушения в истории [Электронный ресурс] — Режим доступа: <http://info.tatcenter.ru/> свободный. — Загл. с экрана



## **СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПРИЧИН АВАРИЙНОСТИ НА АВТО ГАЗОЗАПРАВОЧНЫХ СТАНЦИЯХ**

Миндияров Е.О.<sup>1</sup>, Салихова З.З.<sup>1</sup>, Елизарьев А.Н.<sup>2</sup>, Елизарьева Е.Н.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*ФГБОУ ВПО Башкирский государственный университет*

<sup>2</sup>*ФГБОУ ВПО Уфимский государственный авиационный технический  
университет, г.Уфа, Россия*

В настоящее время зафиксировано значительное количество чрезвычайных ситуаций, произошедших на пунктах снабжения автомобилей топливом и вызванных пожаром или взрывом, которые повлекли за собой человеческие потери, привели к разрушению зданий и сооружений, нанесли экономический и экологический ущерб.

Рост численности автотранспортных средств на газовом оборудовании, ввиду экономичности данного вида топлива, обуславливает тенденцию к увеличению количества как автомобильных газозаправочных (АГЗС) так и многотопливных автомобильных заправочных станций (МАЗС). Тем не менее, в технологическом процессе МАЗС одновременно обращаются несколько опасных веществ – бензин, дизельное топливо, сжиженный углеводородный газ, в связи с чем велика вероятность возникновения аварийных ситуаций – источников чрезвычайных ситуаций.

В этой связи, необходим анализ современного состояния проблемы обеспечения промышленной и экологической безопасности при эксплуатации автомобильных заправочных станций в пределах урбанизированной территории на примере г.Уфы.

Статистический анализ данных о количестве ЧС, произошедших на территории России за 2008...2011 гг. представлен на рисунке 1.

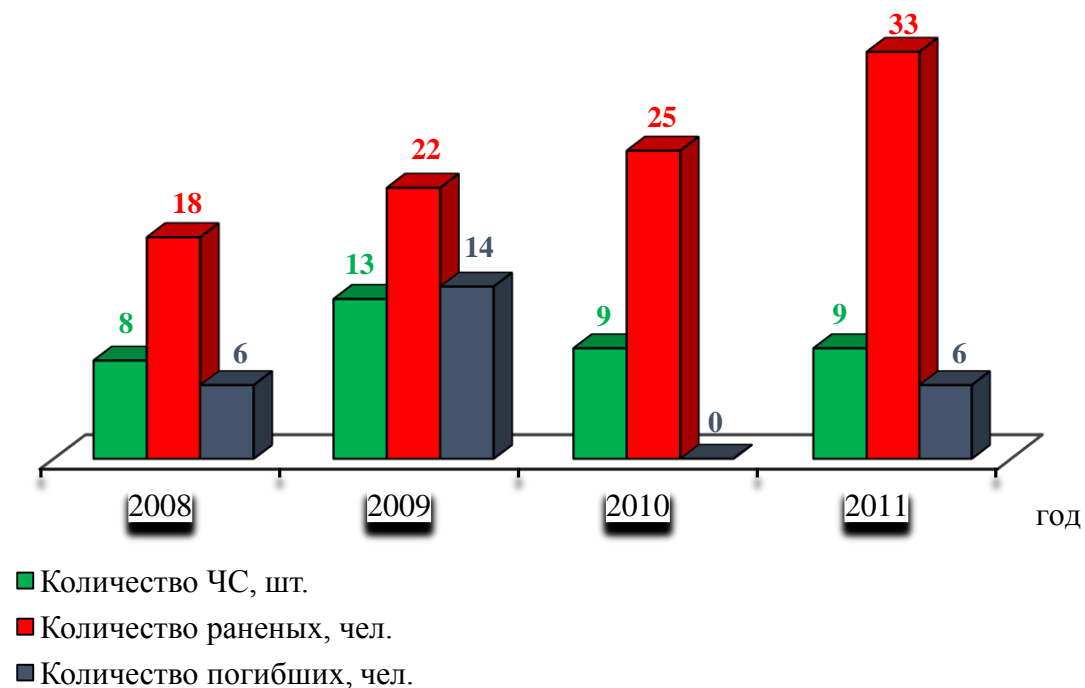


Рисунок 1 – Статистический анализ данных о ЧС, произошедших на территории России за 2008...2011 гг.

Как видно из рисунка 1, наблюдается рост численности пострадавших при относительно одинаковом количестве ЧС в год.

Таким образом, основными причинами и факторами, предшествующими возникновению и развитию ЧС на АЗС, являются ошибочные действия персонала, несоблюдение правил техники безопасности при проведении сливно-наливных операций и ремонтно-сварочных работ, а также неисправность электрооборудования АЗС и автоцистерны [3, 50].

На основе анализа статистических данных выявлено, что основными причинами возникновения и развития ЧС на АЗС являются ошибочные действия, несоблюдение правил техники безопасности персоналом и неисправность электрооборудования.

Специфика технологических процессов и конструктивных особенностей оборудования, зданий и сооружений АЗС свидетельствует о том, что рассматриваемым объектам присущи основные закономерности возникновения и развития аварий с пожарами и взрывами. Пожары и взрывы на таких объектах

являются, следствием аварийных ситуаций, развивающихся по следующей типовой схеме:

- в результате нарушения герметичности трубопроводов, запорной арматуры и оборудования происходит истечение ЛВЖ, ГЖ или их паров;

- вытекшие жидкости либо воспламеняются, либо, испаряясь, создают обширную зону загазованности с взрывоопасными концентрациями паров горючего. Развивающееся при воспламенении паровоздушной смеси избыточное давление взрыва приводит к разрушению оборудования, зданий и сооружений;

- опасные факторы возникшего пожара воздействуют на аппараты и трубопроводы (как аварийные, так и находящиеся поблизости), которые под действием тепловой нагрузки разрушаются;

- количество вышедшего наружу горючего продукта увеличивается во времени, принося большой материальный и экологический ущерб, сопровождаясь в ряде случаев человеческими жертвами.

Возможен также крупный пролив топлива из резервуаров в результате их повреждения. Во всех случаях утечки и проливы создают постоянную опасность образования взрывоопасного паровоздушного облака и угрозу возникновения пожара и взрыва. При попадании наземного резервуара в очаг пожара возможно развитие аварии с взрывом этого резервуара и образованием "огненного шара". Интенсивность теплового излучения от него весьма велика на расстояниях, типичных для противопожарных разрывов, регламентируемых нормами.

Технологическое оборудование объектов хранения и потребления горючих газов отличается повышенной пожарной опасностью, так как находится под постоянным давлением. При нагреве стенки резервуара с СУГ до температур, превышающих критические значения для стали, из которой изготовлен резервуар, возможен взрыв последнего. Взрыв сосуда высокого

давления, содержащего горючий газ, сопровождается образованием «огненного шара», обладающего очень высокой поражающей способностью.

Самой распространенной причиной возникновения ЧС на АЗС является неисправность электрооборудования (32,3%), значительна доля и нарушения правил проведения ремонтных работ и техники безопасности (17,6%).

Из результатов анализа статистических данных следует, что одной из основных опасностей на АЗС является операция слива топлива из автоцистерн в резервуары хранения, а также утечки в грунт в результате разгерметизации технологического оборудования. В первом случае возможно переполнение резервуаров хранения или разгерметизация сливо-наливных устройств с дальнейшим выходом значительных количеств топлива и его растеканием по территории станции. Во втором случае имеется достаточно высокая вероятность создания взрывоопасных объемов смесей паров топлива с воздухом в свободных замкнутых пространствах.

Существенный вклад в повышение пожаровзрывоопасности объекта вносит также возможность наезда транспортных средств на топливораздаточные (газораздаточные) колонки.

## **АНАЛИЗ ТИПОВЫХ СЦЕНАРИЕВ РАЗВИТИЯ ЧС В РЕЗЕРВУАРНОМ ПАРКЕ МЕЖДУНАРОДНОГО АЭРОПОРТА**

Гафарова А.О.<sup>1</sup>, Салихова З.З.<sup>1</sup>, Елизарьев А.Н.<sup>2</sup>, Елизарьева Е.Н.<sup>1</sup>

*<sup>1</sup>ФГБОУ ВПО Башкирский государственный университет*

*<sup>2</sup>ФГБОУ ВПО Уфимский государственный авиационный технический университет, г.Уфа, Россия*

В процессе жизнедеятельности, т.е. создания условий для своего существования и развития, люди постоянно сталкиваются с опасностями.

Любая практическая деятельность человека связана с окружающей природной средой и социальной реальностью и потенциально опасна. Потенциальная опасность носит скрытый характер и проявляется при наличии определенных, нередко трудно предсказуемых условий. Они усугубляют ее и превращают в экстремальную опасность. Если эту опасность не локализовать или не стабилизировать, она превратится в чрезвычайную ситуацию.

Социальные опасности весьма многочисленны. К ним относятся различные, в том числе и узаконенные, формы насилия (войны, вооруженные конфликты, террористические акты, массовые беспорядки, репрессии и пр.), криминал (бандитизм, воровство, мошенничество, шарлатанство и т. д.), употребление веществ, нарушающих психическое и физическое равновесие человека (алкоголь, никотин, наркотики, лекарственные препараты), суициды (самоубийства) и пр., способные нанести ущерб здоровью и жизни человека.

Исторический опыт человечества свидетельствует, что пренебрежение социальными опасностями, игнорирование их ведет к тому, что они становятся плохо управляемыми, перерастают в экстремальную ситуацию и превращаются в ЧС социального характера, многократно превышающие по своим последствиям ЧС иного происхождения (природные, техногенные, экологические, биологические и т.д.).

Характерной особенностью чрезвычайных ситуаций последних лет является появление такого специфического вида ЧС, как терроризм.

Терроризм, несомненно, является чрезвычайной ситуацией, носящей социальный характер. Терроризм в любых формах своего проявления превратился в одну из опасных по своим масштабам, непредсказуемости и последствиям общественно-политических и моральных проблем, с которыми человечество входит в XXI столетие. Терроризм и экстремизм в любых их проявлениях все больше угрожают безопасности многих стран и их граждан, влекут за собой огромные политические, экономические и моральные потери,

оказывают сильное психологическое давление на большие массы людей, чем дальше, тем больше уносит жизней ни в чем не повинных людей.

Терроризм – преступление против человечества, это крайняя форма проявления насилия и жестокости. Последние показывают, что за подобными акциями всегда стоит попытка решения каких-то совершенно определенных задач. Участвовавшие случаи террористических актов в городах и регионах Российской Федерации на объектах инфраструктуры (служебные здания, рынки, больницы, культурно-просветительные учреждения и т.д.) и в жилых домах с большим количеством жертв среди населения и угрозы их повторения требуют принятия экстренных мер защитного характера, в том числе и обучение населения основным правилам поведения в подобных чрезвычайных ситуациях. В связи с этим анализ развития ЧС в резервуарном парке Международного аэропорта является актуальным.

Международный аэропорт N расположен в 19 км к югу от центра города. В состав склада ГСМ входят следующие опасные объекты на территории ОАО «МАУ»:

- 1) базовый склад ГСМ;
- 2) расходный склад авиатоплива ТС-1;
- 3) расходный склад автозаправочной станции.

Автозаправочная станция находится в юго-восточной части территории предприятия и занимает площадь 1100 м<sup>2</sup>.

Базовый склад расположен в восточной части территории предприятия и занимает площадь 45000 м<sup>2</sup>.

Причинами аварий с опасными последствиями (с возникновением пожаров и взрывов) может явиться нарушение правил пожарной безопасности, правил ведения огневых и ремонтных работ, ошибки при проектировании и монтаже молниезащитных устройств, диверсия (теракт), внешнее воздействие техногенного характера. На рисунке 1 представлено дерево отказов, приведшее к разгерметизации резервуара на расходном складе аэропорта.

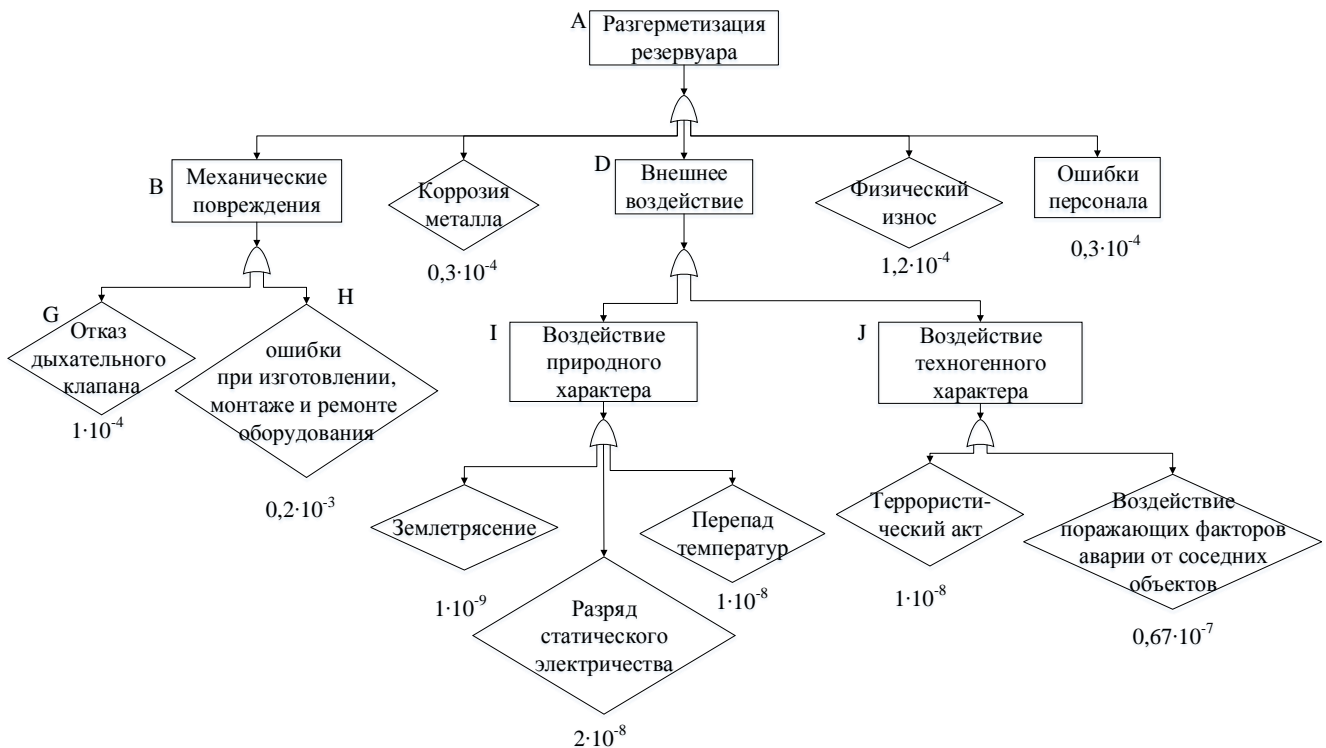


Рисунок 1 – Анализ причин разгерметизации резервуара на расходном складе аэропорта при помощи «дерева отказов»

Как видно из рисунка 1, террористический акт является внешним воздействием технологического характера приводящий к разгерметизации резервуара. Вероятность разгерметизации резервуара в среднем составляет  $3,7 \cdot 10^{-6} \text{ год}^{-1}$ .

Возможными источниками разлива нефтепродуктов могут быть:

- резервуары, технологическое оборудование и трубопроводы;
- автотопливозаправщики для транспортировки нефтепродуктов.

Причинами возможных разливов нефтепродуктов могут быть:

- неисправность технологического оборудования, приборов контроля;
- невыполнение правил и требований технической безопасности эксплуатации оборудования, и приборов контроля;
- нарушение порядка и периодичности осмотров и проверок технического состояния запорной арматуры, соединительных устройств, датчиков уровня

продукта в емкостях, соединительных трубопроводах, раздаточных шлангов, герметичности люков;

- необученность персонала вопросам промышленной и пожарной безопасности;

- нарушение порядка и периодичность зачистки резервуаров;

- дорожно-транспортные происшествия при транспортировке нефтепродуктов;

- террористические акты и их последствия.

Разлив нефтепродуктов возможен вследствие:

- образования трещин в резервуарах;

- разрушения фланцевых соединений и трубопроводов;

- порыва или прокола трубопровода;

- разрушения резервуара РВС-2000

- разрушения ж/д цистерны;

- порыва сливного шланга.

Поскольку нефтепродукты не являются сильнодействующими ядовитыми веществами, а также с учетом обеспеченности персонала необходимыми средствами защиты, аварийные разливы нефтепродукта без воспламенения (взрыва) в качестве аварийных ситуаций не рассматриваются.

С учетом физико-химических свойств обращающихся веществ, на складах ГСМ возможны аварийные ситуации, представленные на рисунке 2.



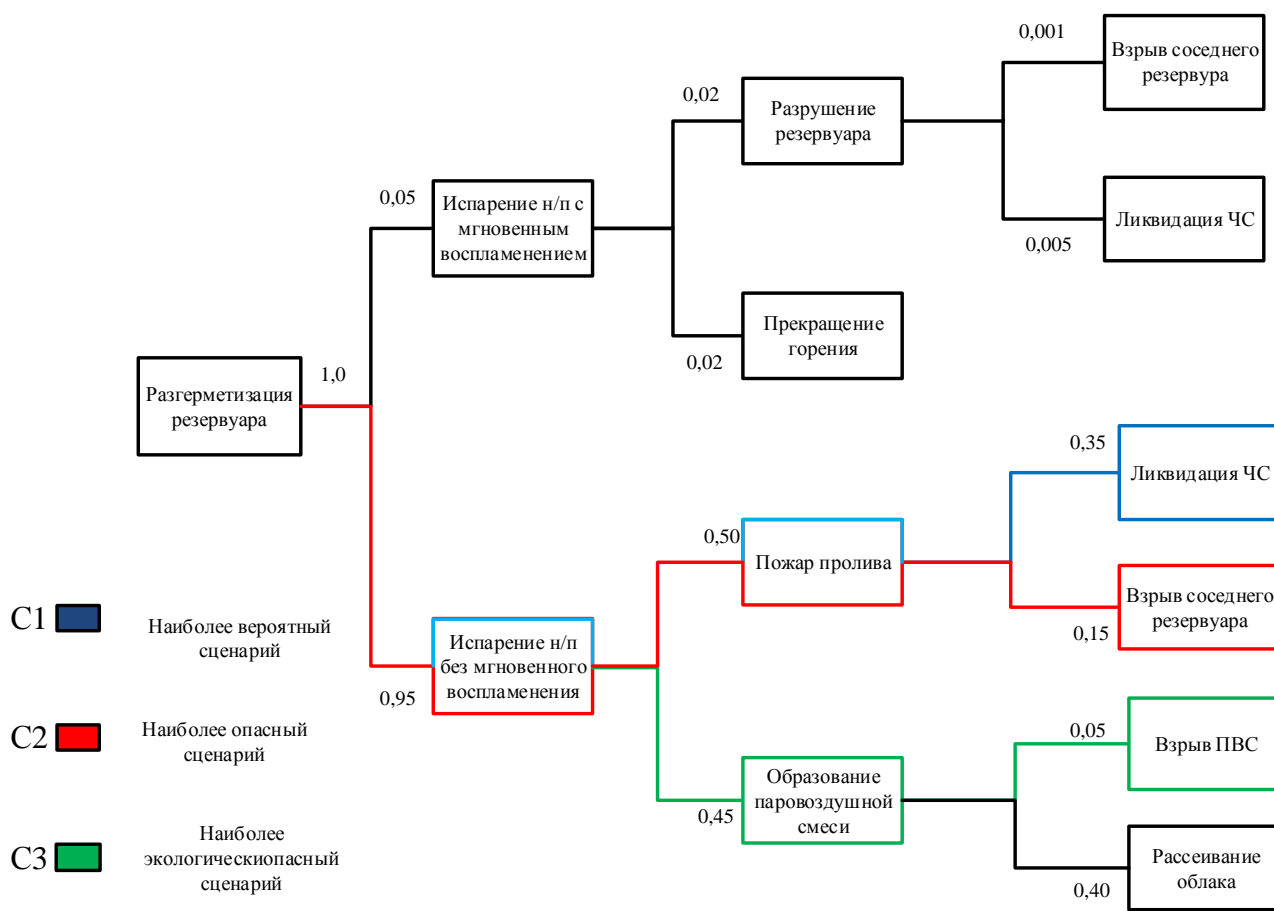


Рисунок 2 – Типовые сценарии развития событий при разгерметизации резервуара на расходном складе с помощью «дерева событий»

Как видно из рисунка 2 наиболее вероятным сценарием является: разгерметизация резервуара → испарение н/п без мгновенного воспламенения → пролив н/п в обвалование → пожар пролива → ликвидация ЧС.

Наиболее опасным сценарием является: разгерметизация резервуара → испарение н/п без мгновенного воспламенения → пролив н/п в обвалование → пожар пролива → взрыв соседнего резервуара.

Наиболее экологически опасным сценарием является: разгерметизация резервуара → испарение н/п с мгновенным воспламенением → образование паровоздушной смеси → взрыв паровоздушной смеси.

# СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ АВАРИЙНОСТИ АВИАПЕРЕВОЗОК

Шакиров И.Н., Иванцов М.С., Кузьмин Я.С., Ганцева Е.М., Елизарьев А.Н.

*ФГБОУ ВПО Уфимский государственный авиационный технический  
университет, г.Уфа, Россия*

Интенсификация транспортной отрасли, эволюционное развитие транспортных систем ставят новые задачи в вопросах транспортной безопасности.

Основополагающим документом в Российской Федерации в этой сфере является Федеральный закон от 9 февраля 2007 г. «О транспортной безопасности». Закон определяет целью обеспечение транспортной безопасности – устойчивое и безопасное функционирование транспортного комплекса, защиту интересов личности, общества и государства в сфере транспортного комплекса от актов незаконного вмешательства [1].

Концепция транспортной безопасности РФ таким образом раскрывает сущность термина «транспортная безопасность»: система предупреждения, противодействия и пресечения преступлений, включая терроризм, в транспортной сфере; система предупреждения на транспорте чрезвычайных происшествий природного и техногенного характера; система недопущения либо минимизации материального и морального ущерба на транспорте от преступлений и чрезвычайных происшествий; система, направленная на повышение экологической безопасности перевозок, экологической устойчивости транспортной системы; система реализации целей национальной безопасности в транспортном комплексе в целом [2][3].

Для получения относительных показателей безопасности полетов используются данные по аварийности ВС отечественного производства, эксплуатируемых только в Российской Федерации, по которым известны

достаточно точные сведения о налетах. На рисунке 1 приведено количество авиационных происшествий, в т.ч. катастроф, на 100 тыс. часов налета ( $K_{АП}$  и  $K_K$ ) за период 2001–2012 годы [4].



Рисунок 1 - Количество авиационных происшествий и катастроф на всех эксплуатирующихся в РФ самолетов 1–3 кл. на 100 тыс. час. налета

В 2011 году наблюдается ухудшение уровня безопасности полетов, что связано со значительным ослаблением внимания к эксплуатации отечественных самолетов.

Состояние безопасности полетов в первом полугодии 2013 года характеризуется следующими данными: на всем парке воздушных судов произошло 38 классифицированных авиационных событий, из которых 8 по заключениям комиссий по расследованиям не классифицируются как авиационные инциденты. Таким образом из 29 оставшихся событий, имели место 1 чрезвычайное происшествие, 27 авиационных инцидентов и 2 повреждения воздушного судна на земле [5].

Основные проблемы безопасности полетов на современном этапе:

- недостаточное взаимодействие авиационной промышленности и гражданской авиации;

- нечеткое распределение ответственности за безопасность полетов и поддержание летной годности;
- слабое информационное обеспечение безопасности полетов и надежности авиационной техники;
- бессистемная подготовка и распространение обязательной информации по поддержанию летной годности;
- некачественная эксплуатационная документация;
- проблема обеспечения безопасности полетов высокоавтоматизированных самолетов;
  - недостатки программного обеспечения автоматизированных систем ВС;
  - недостаточная ситуационная осведомленность экипажа при возникновении отклонений от нормальных условий полета;
- недостатки информационной поддержки экипажей вертолетов.

По официальным данным из Росавиации, на сегодня в российских авиакомпаниях летает более полутора тысяч различных самолетов. Чуть меньше трети из них – самолеты зарубежного производства. Остальные – самолеты еще советского периода с незначительным количеством авиатехники, построенной за годы после распада Союза [6].

Средний возраст самолетов, летающих в России – 21 год. Это достаточно большая цифра, как для гражданской авиации. Подобный показатель является критическим, и именно его изменение есть самая главная задача для повышения уровня авиационной безопасности [7].

Анализ характера катастроф позволяет получить следующую характеристику летных происшествий: при разгоне происходит 18% инцидентов, при взлете 11%, при наборе высоты - 7%, при горизонтальном полете - 5%, при последующем снижении - 3%, при заходе на посадку - 12%, при посадке - 16%, при приземлении - 25% [8].

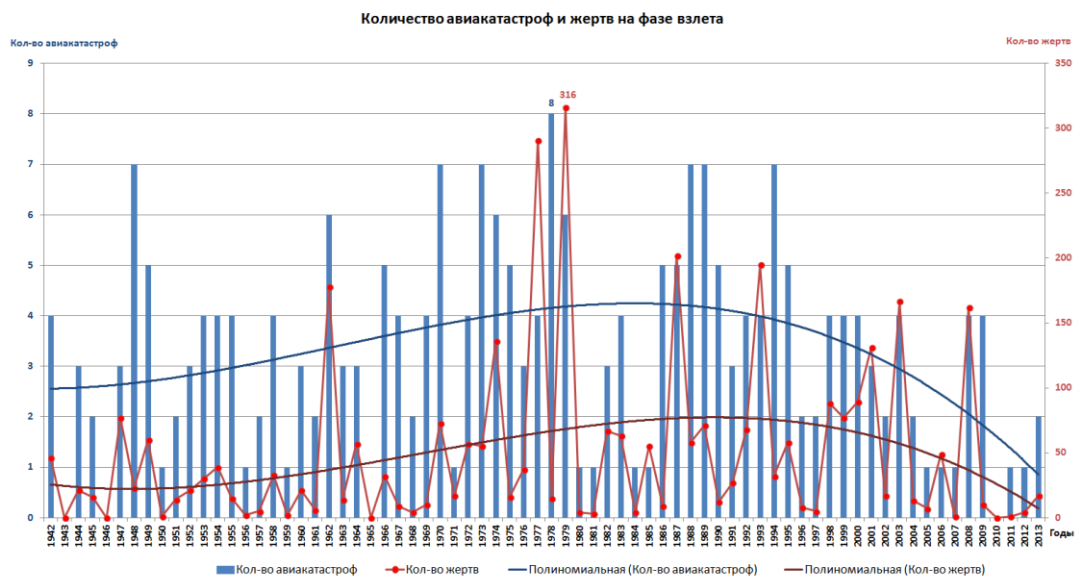
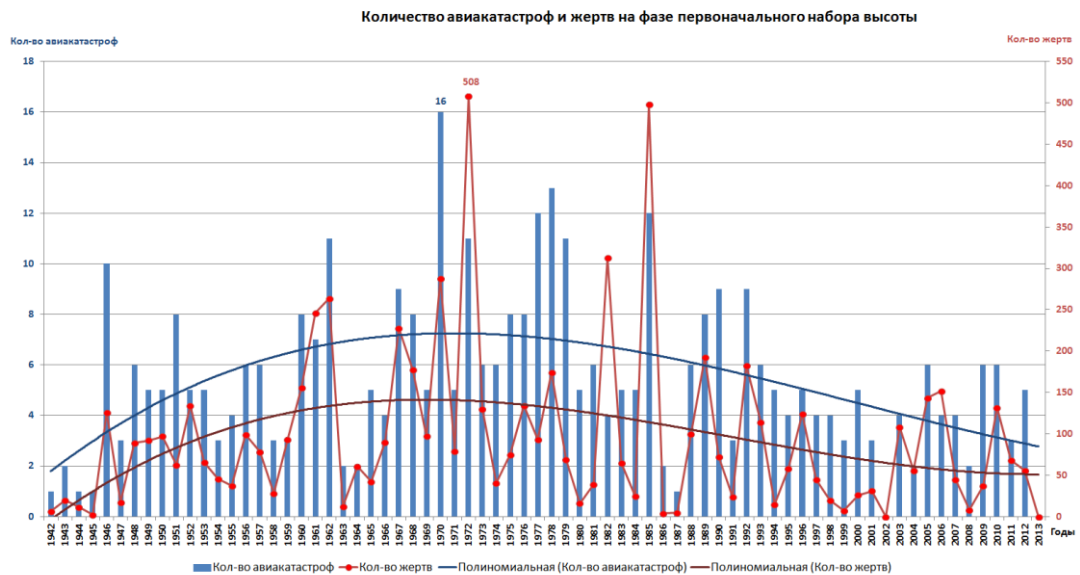
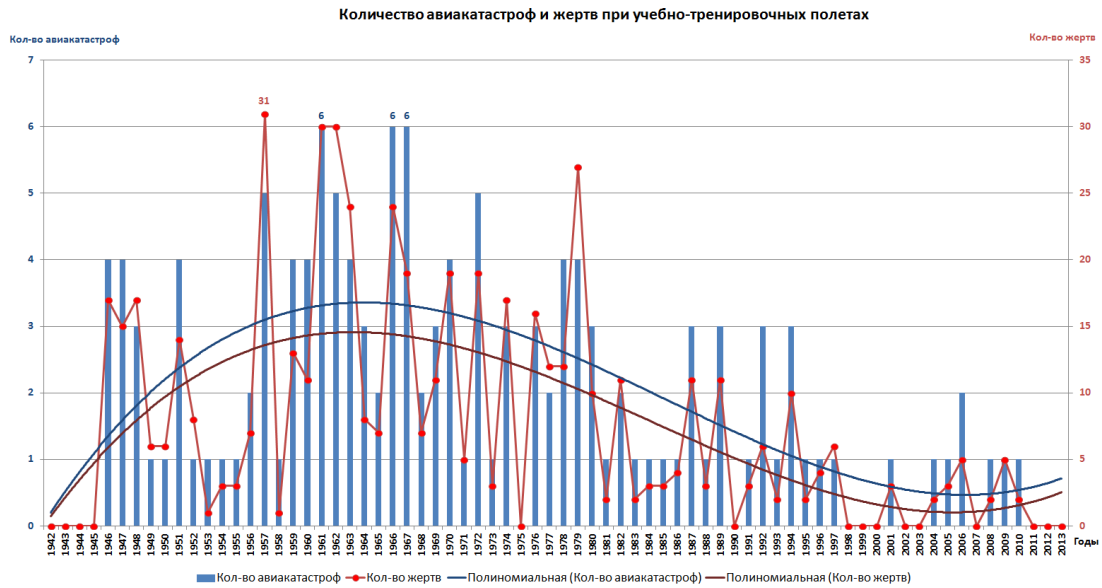


Рисунок 2 - Статистика авиакатастроф на различных фазах полета

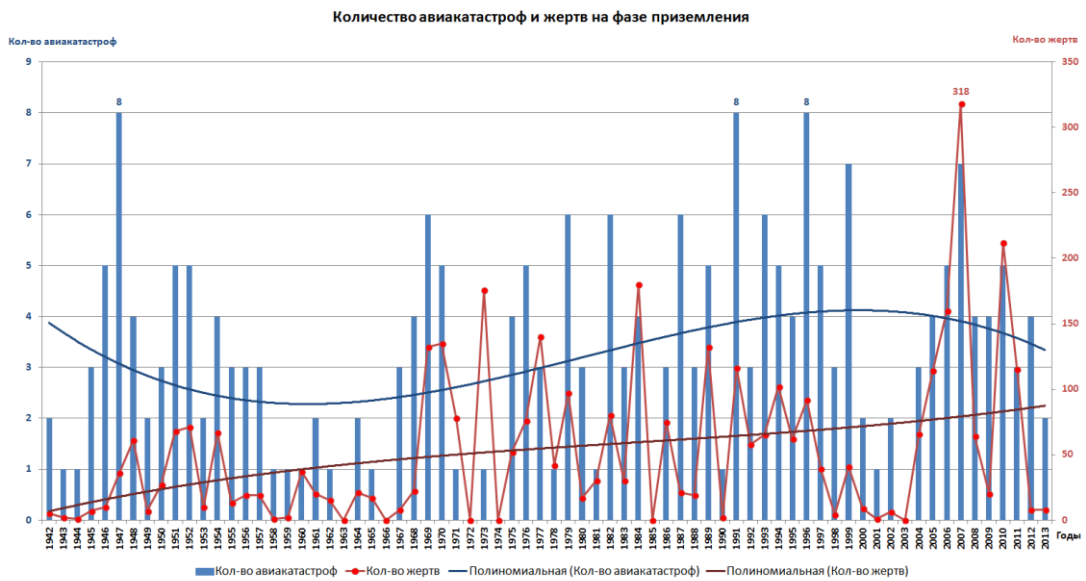
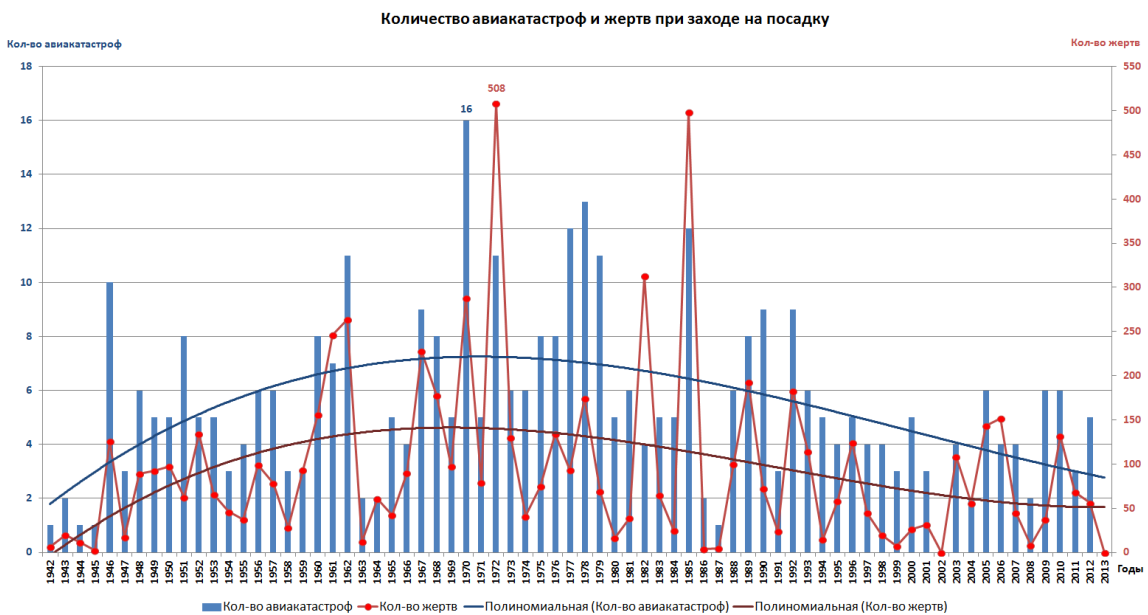
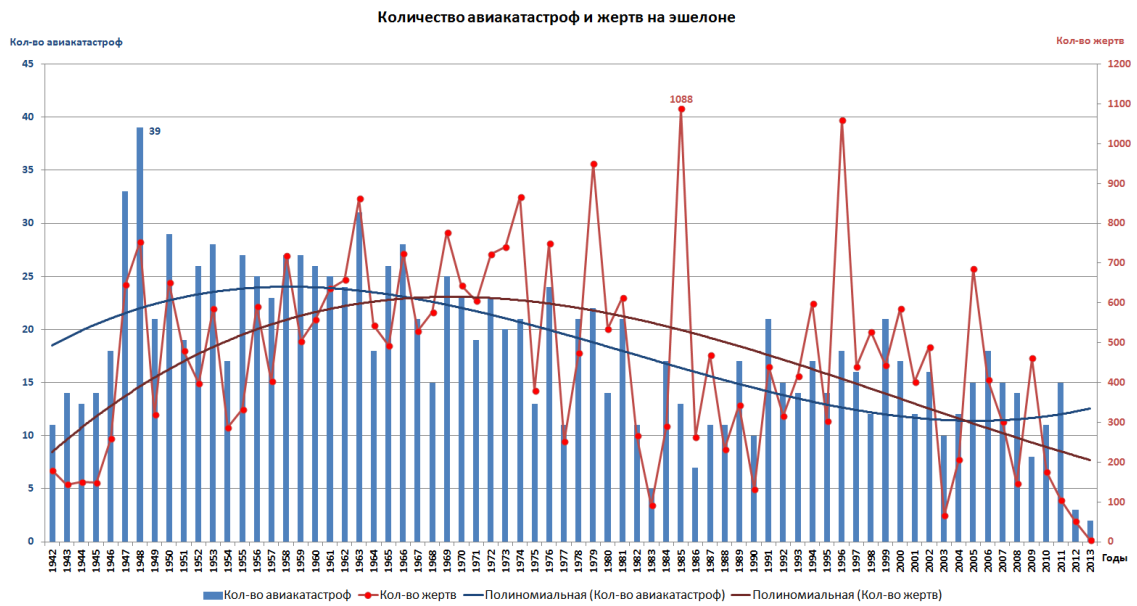
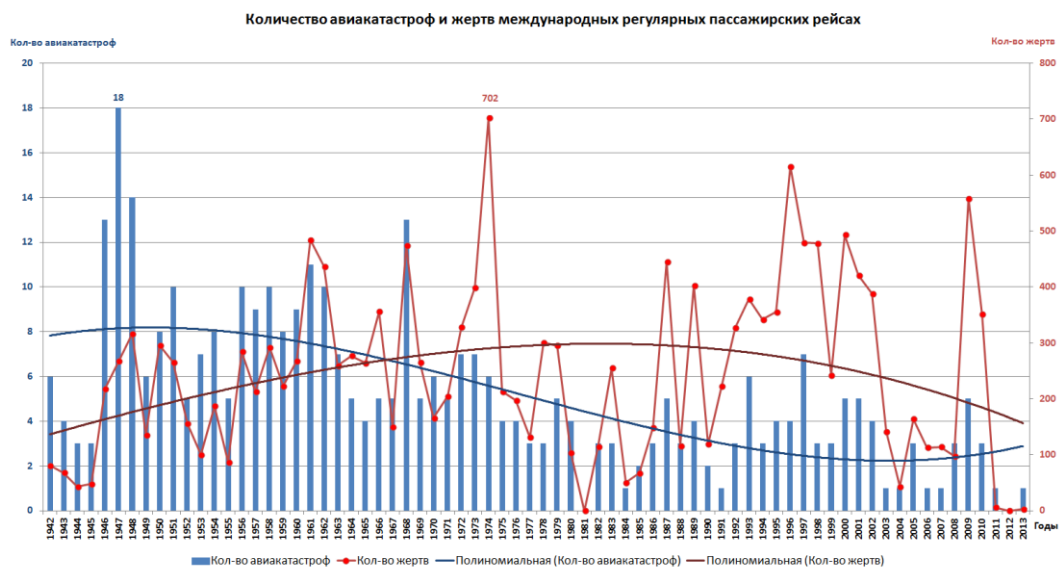
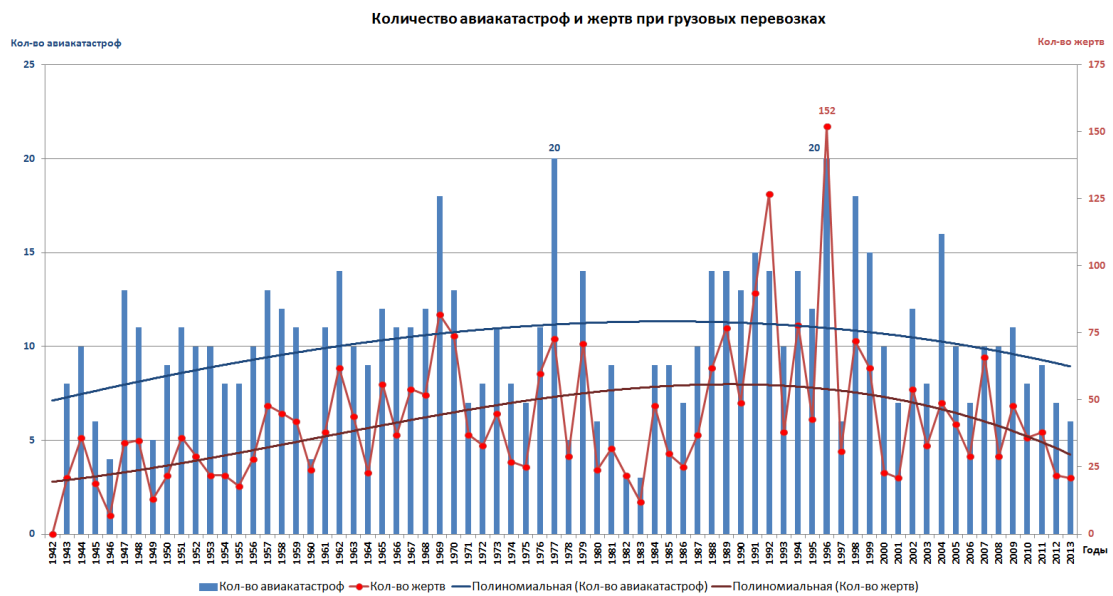
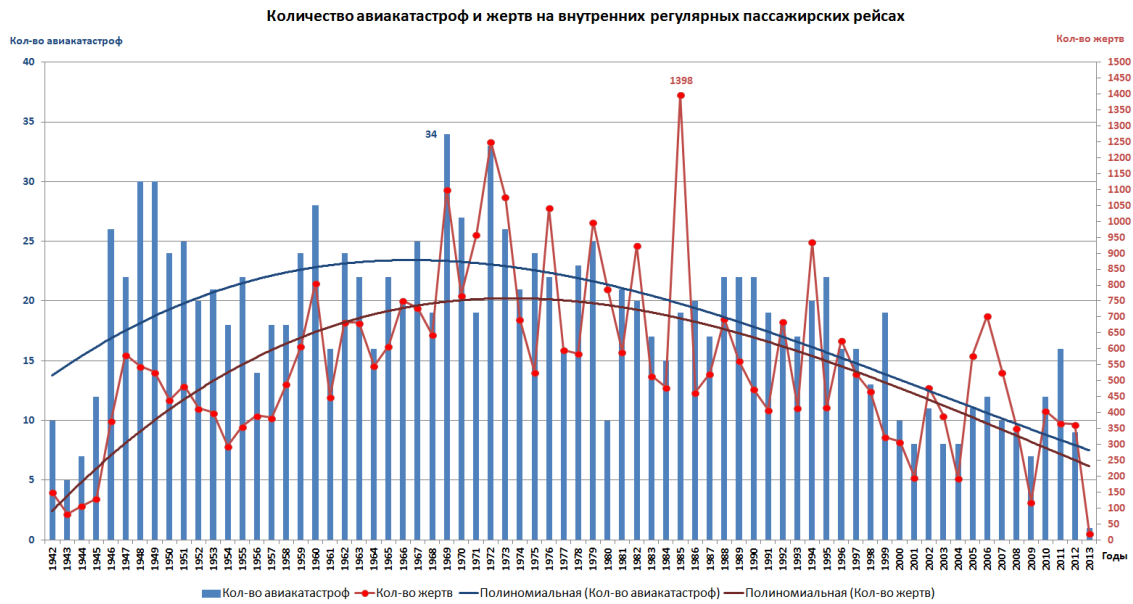
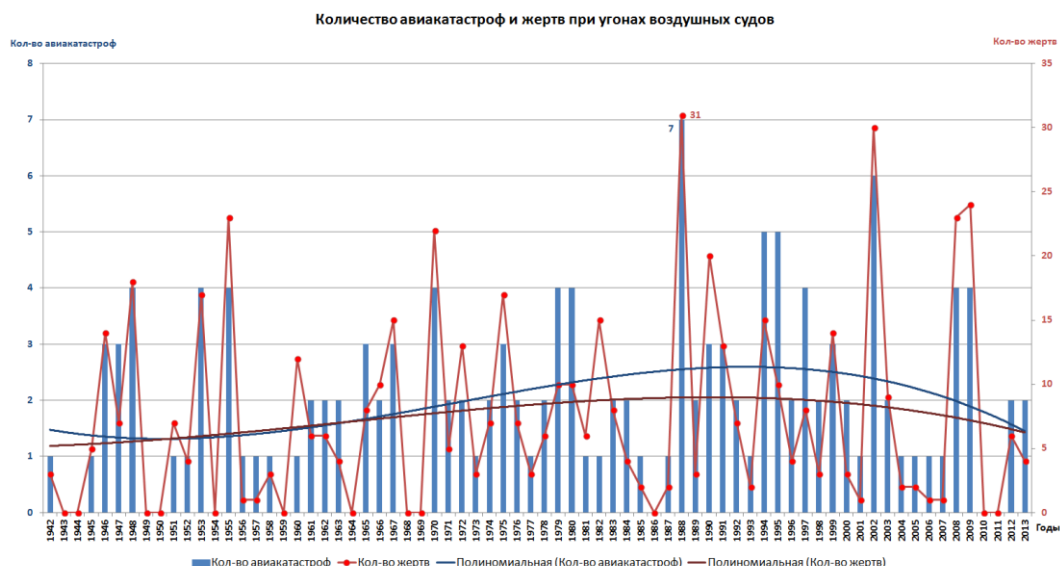


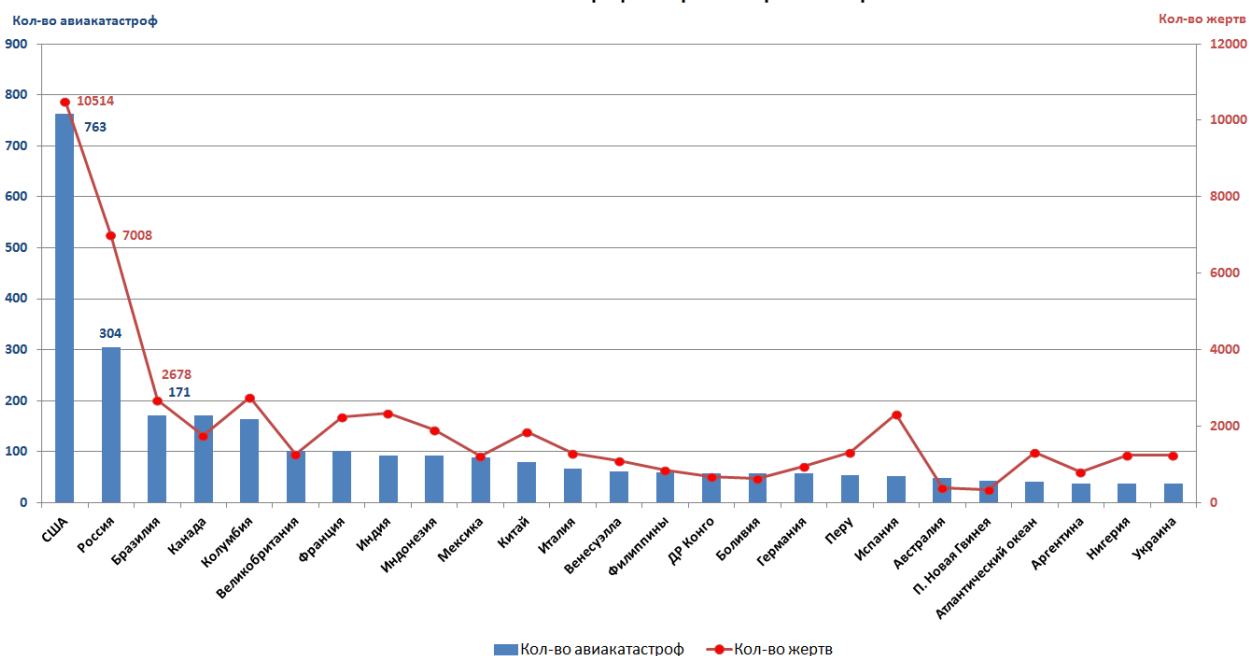
Рисунок 3 - Статистика авиакатастроф на различных фазах полета



**Рисунок 4 - Статистика авиакатастроф при различных типах рейсов**



**Рисунок 5 - Статистика авиакатастроф при угонах ВС**  
Количество авиакатастроф и жертв по странам мира



**Рисунок 6 - Количество авиакатастроф и число жертв по странам мира**

В целом на графиках 2...6 прослеживается тенденция к падению числа авиакатастроф и жертв, что обусловлено выводом устаревших самолетов из обращения, а также совершенствованием бортовых и наземных систем. Также видно, что наиболее заметные пики жертв и катастроф приходятся на 1970-е годы, это связано с тем, что в 70-е годы пассажиро- и грузоперевозки начали использоваться более интенсивно.



Как видно из рисунка 6, Россия находится на втором месте после США по числу катастроф и погибших в них [9].

По данным различных экспертных организаций, подавляющее большинство авиакатастроф происходит из-за человеческого фактора (рис. 7).

На долю человеческого фактора приходится 68%, в том числе 47% приходится на ошибки пилота (экипажа), 13% - ошибки наземных служб, 8% - теракты; доля отказов техники - 18% и 14% катастроф происходят по невыясненным причинам.



Рисунок 7 - Основные причины авиационных катастроф

Основными ошибками пилотов воздушного судна (ВС) являются:

- нарушение экипажем стандартных процедур пилотирования;
- ошибки экипажа в сложных метеоусловиях;
- дезориентация экипажа при полете в незнакомой местности;
- недостаточная квалификация пилотов на данном типе ВС;
- усталость, проблемы здоровья пилотов;
- нарушение взаимодействия между членами экипажа;
- ошибки в условиях противоречивых показаний приборов.

Ошибки наземных служб: неправильная эксплуатация, ремонт, обслуживание воздушного судна; ошибки наземного диспетчерского персонала.

Виды терактов: закладка в воздушное судно взрывного устройства; захват управления и последующее падение; уничтожение воздушного судна выстрелом (ракетой) с земной поверхности.

Самый распространенный вид происшествий – CFIT (Controlled Flight Into Terrain) – столкновение с земной поверхностью в контролируемом полете. Такие катастрофы вызваны потерей пространственной ориентации самолета, особенно в вертикальной плоскости.

Факторы, увеличивающие вероятность катастроф:

- плохая видимость в темное время суток (туман или осадки);
- недостаточное оснащение аэропорта или незнакомый аэропорт;
- помехи в работе навигационных приборов;
- полет в горной или холмистой местности;
- нарушение процедур пилотирования.

Заход и посадка – наиболее опасная часть любого полета:

- за последние 40 лет на этапы захода на посадку и посадки приходится 55% всех потерь (по статистике, тенденции к снижению нет);
- этап полета от внешнего маркера до порога ВПП составляет в среднем 4% полетного времени, но на него приходится 45% всех потерь.

Таблицы 1...3 иллюстрируют вклад соответствующих факторов в: происшествиях при заходе на посадку и посадке; столкновениях исправных ВС с землей; выкатываниях на БПБ и КПБ.

Таблица 1 - Причины происшествий при заходе на посадку и приземлении

<b>Фактор</b>	<b>% происшествий</b>
Ночь	75%
Приборные метеоусловия	59%
Темнота / сумерки	53%
Заход по неточной системе / визуальный	53%
Осадки (дождь / снег)	50%
Отсутствие обслуживания наземным локатором	50%
Предельный ветер (боковой, попутный, сдвиг ветра)	33%
Отсутствие ССОС* или радиовысотомера	29%
Отсутствие радиосредств, огней ВПП/подхода и визуальных указателей глиссады	21%
Потеря пространственной ориентировки/ оптические иллюзии	21%
Осадки на ВПП (слой воды, слякоти, снега или льда)	18%

\*ССОС - система сигнализации опасной скорости сближения с землей

Таблица 2 - Столкновение исправных ВС с препятствиями

<b>Фактор</b>	<b>% происшествий</b>
Недостаточная видимость	71%
Холмистая или горная местность	67%

Таблица 3 - Выкатывания за пределы ВПП

<b>Фактор</b>	<b>% происшествий</b>
Недостаточная видимость	73%
Предельные значения ветра	67%

Анализ статистических данных показывает, что основным фактором, влияющим на возникновение аварий и катастроф с воздушными судами является влияние человека, связанный с неверным принятием решений.

#### **Литература:**

1. ФЗ от 09.02.2007 № 16-ФЗ «О транспортной безопасности».
2. Воздушный кодекс РФ, п. 1 ст. 83 от 19.03.1997 № 60-ФЗ.
3. Вопросы безопасности и устойчивости систем. Вып. 7 / под ред. Н. А. Северцева. – М.: ВЦ им. А. А. Дородницына РАН, 2005.
4. Безопасность полетов. Доклад ИКАО: 2012 Safety Report. Янв. №2 2013.
5. Безопасность полетов. Доклад ИКАО: 2013 Safety Report. Сентябрь 2013, отчет за 1-е полугодие.
6. Статистические данные по авиационным инцидентам URL: <http://www.favt.ru> – (дата обращения – 10.10.2014).
7. МЧС подсчитало статистику авиационных происшествий URL:<http://www.poletim.net> – (дата обращения – 12.10.2014).
8. Статистические данные <http://www.economist.com/>
9. Crash Stat URL: <http://www.aviation-safety.net> – (дата обращения – 15.10.2014).

# СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО БЛОКА СЖИЖЕННЫХ УГЛЕВОДОРОДНЫХ ГАЗОВ

Салихова З.З., Елизарьев А.Н.\*, Ягудин Р.И.\*, Елизарьева Е.Н.

*ФГБОУ ВПО Башкирский государственный университет*

*\* ФГБОУ ВПО Уфимский государственный авиационный технический  
университет, г.Уфа, Россия*

При эксплуатации технологического блока сжиженных углеводородных газов инженерно-технические мероприятия по обеспечению промышленной безопасности, как правило, базируются на определении концентрации взрывоопасных паров с помощью газоанализаторов.

Газоанализатор взрывоопасных газов и паров воздуха рабочей зоны – это измерительный прибор, предназначенный для измерения довзрывных концентраций взрывоопасных паров и газов, например, метана, пропана, а также различных сумм углеводородов, паров бензина и других горючих веществ.

Постоянный контроль воздуха рабочей зоны обеспечивают автоматические стационарные газоанализаторы, которые являются составной частью централизованных систем безопасности и сигнализации. Автоматические газоанализаторы обеспечивают оперативное определение концентрации контролируемого компонента в анализируемой смеси, позволяют осуществлять запись результата измерения, а при необходимости - выдачу соответствующего сигнала и команд на исполнительные устройства.

В технологическом блоке сжиженных углеводородных газов очень часто используются газоанализаторы марки СГОЭС.

Газоанализатор СГОЭС предназначен для измерения до взрывных концентраций предельных, непредельных и ароматических углеводородов. Область применения – взрывоопасные зоны помещений и наружных установок вблизи технологического оборудования насосных станций резервуарных парков, наливных эстакад и др. СГОЭС применяются в составе автоматизированных систем сигнализации или в качестве автономных газоанализаторов горючих газов и паров. Принцип действия газоанализатора СГОЭС основан на определении газового компонента в контролируемой рабочей зоне путем измерения поглощения инфракрасного излучения оптическим сенсором. На рисунке представлено устройство газоанализатора СГОЭС (Руководство по эксплуатации ЖСКФ 413311.002 РЭ).

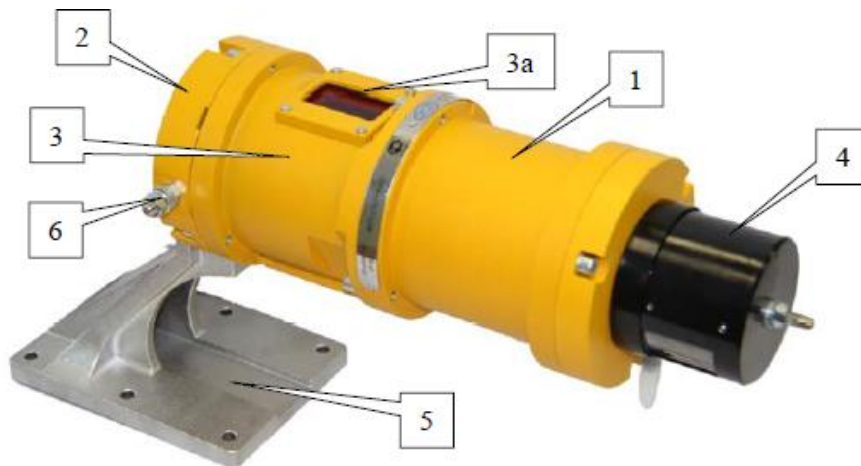


Рисунок – Газоанализатор СГОЭС: 1 – корпус; 2 – основание (вводный отсек); 3 – клеммный (переходной) отсек; 3а – табло индикации; 4 – влагопылезащитный кожух; 5 – кронштейн крепления; 6 – заземление

ИК-излучение от источников излучения через прозрачное окно попадает в пространство, в котором находится анализируемая газовая смесь, и, отразившись от зеркала, через то же самое окно возвращается в герметичный корпус и попадает на фотоприемник. Электрические сигналы с выхода фотоприемников поступают на электронную схему, где усиливаются, обрабатываются и преобразуются в унифицированный соответствующий

диапазону измеряемых концентраций газов (0...100% НКПР) токовый сигнал 4...20 мА.

Основным недостатком газоанализатора СГОЭС является погрешность показаний в условиях повышенной влажности из-за запотевания оптики прибора. Поэтому появляется необходимость замены газоанализатора, учитывая работу в условиях повышенной влажности.

Для выбора газоанализатора необходимо сравнить количественные характеристики нескольких моделей. На рынке аналитических приборов для нефтегазовой промышленности представлен большой ассортимент газоанализаторов как отечественного, так и зарубежного производства. Для выбора газоанализатора необходимо учитывать следующие требования:

1. Диапазон показаний % НКПР – диапазон значений величины, в котором нормированы предельные значения погрешностей
2. Погрешность показаний
3. Степень защиты – степень защиты оболочки прибора от проникновения твёрдых предметов и воды
4. Рабочий диапазон влажности и температуры
5. Наличие обогрева прибора (чувствительного элемента)
6. Время срабатывания сигнализации датчика
7. Средняя наработка на отказ
8. Срок службы прибора
9. Стоимость

Едиными критериями выбора газоанализатора служат принцип действия прибора, виды контролируемых веществ, в отношении которых проводится измерение концентрации и наличие системы звуковой и световой сигнализации.

Для сравнения количественных характеристик используется метод ранжированных показателей. Так как рассматриваемые критерии имеют несопоставимые по абсолютному значению единицы измерения, поэтому их абсолютные значения необходимо представить в относительном виде. Для

каждого показателя выбирается наилучшее из всех вариантов значение и принимается за единицу. Остальные значения представляются относительными величинами, которые отображают степень ухудшения значения для данного показателя по сравнению с наилучшим.

Рассматриваемые показатели имеют различное влияние на формировании обобщенного критерия для выбора газоанализатора. Учесть степень влияния различных показателей можно с помощью их ранжирования. Полученные показатели необходимо расставить по значимости (месту), каждое относительное значение показателей разделить на его ранг и сложить значения показателей для каждого прибора. Конечное значение составляет величину суммарного коэффициента, которая принимается за обобщенный показатель. Наибольшее значение суммарного показателя соответствует лучшему варианту.

Исходные данные для выбора газоанализатора представлены в таблице 1, полученные данные после проведения вычислений представлены в таблице 2.

Таблица 1 – Исходные данные для выбора газоанализатора

№ пп	Показатель	Draeger PIR 3000	Эрис Оптима +	Millennium II SC311	ИГМ -10
1	Диапазон показаний, % НКПР	0-100	0-100	0-100	0-100
2	Погрешность измерений, %	± 5	± 6	± 5	± 3
3	Степень защиты	67	66	64	54
4	Рабочий диапазон температуры, °С	- 40 ... + 60	- 60...+ 60	- 55 ... + 85	-40 ... + 75
5	Рабочий диапазон относительной влажности воздуха, %	0-100	0-99	0-99	30-98
6	Время срабатывания сигнализации датчика	30	10	4,5	10
7	Средняя наработка на отказ	25000	30000	15000	10000
8	Срок службы прибора, лет	15	15	10	8
9	Стоимость, руб.	31 300	45668	39587	14111

Таблица 2 – Обобщенные показатели сравниваемых приборов

№ пп	Показатель	Draeger PIR 3000	Эрис Оптима +	Millennium II SC311	ИГМ -10	Ранг
1	Диапазон показаний, % НКПР	1	1	1	1	6
2	Погрешность измерений, %	0,6	0,5	0,6	1	3
3	Степень защиты	1	0,98	0,95	0,8	4
4	Рабочий диапазон температуры, °С	0,7	0,85	1	0,82	9
5	Рабочий диапазон относительной влажности воздуха, %	1	0,99	0,99	0,68	5
6	Время срабатывания сигнализации датчика	0,15	0,45	1	0,45	1
7	Средняя наработка на отказ	0,83	1	0,5	0,33	2
8	Срок службы прибора, лет	1	1	0,66	0,53	7
9	Стоимость, руб.	0,45	0,3	0,36	1	8
10	Суммарный коэффициент / обобщенный показатель	1,7	2	2,3	1,74	

Таким образом, по результатам расчета лучшему варианту соответствует газоанализатор марки **Millennium II SC311**, разработанный компанией Emerson Electric подразделением Rosemount Analytical – Net Safety Monitoring. Диапазон контролируемых газов – предельные, непредельные и ароматические углеводороды, спирты. Сенсор SC311 создан с применением новейших технологий инфракрасного обнаружения взрывоопасных газов и имеет прочный корпус, рассчитанный на эксплуатацию в наиболее жестких промышленных условиях.



XI Международная научно-техническая конференция

**«НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО В РЕШЕНИИ  
ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ»  
(ЭКОЛОГИЯ–2014)**

Сборник научных статей  
международной научно-технической конференции

Подписано к печати 12.12.2014г.

Формат 60×90, тираж 200 экз.

Отпечатано в типографии «Fast Полиграф»

