Удмуртское региональное отделение
Общероссийской общественной организации
“Российское научное общество анализа риска”

ГОУВПО “Удмуртский государственный университет”
Учебно-научный институт природных и техногенных
катастроф

БЕЗОПАСНОСТЬ В ТЕХНОСФЕРЕ

Сборник статей

Выпуск 6

Ижевск
2010

УДК 351.86 (063)
ББК 68.9 я 431
Б 40

Научные редакторы: доктор технических наук, профессор, директор Института гражданской защиты УдГУ В. М. Колодкин (часть I); доктор биологических наук И. Л. Бухарина (часть II)

Б 40 Безопасность в техносфере: сб.ст / науч. ред. В. М. Колодкин, И. Л. Бухарина. Ижевск: изд-во “Удмуртский университет”, 2010. 232 с.

В статьях сборника раскрывается содержание проблем безопасности в техносфере. Рассмотрены вопросы прогнозирования последствий аварий и риск- анализа, математического моделирования аварий и эффективности защиты в условиях ЧС, экологической безопасности.

Статьи дают системное представление о современных проблемах безопасности в техносфере способах их решения.

УДК 351.86 (063)
ББК 68.9 я 431

©Российское научное общество анализа риска, 2010
©ГОУВПО «Удмуртский государственный университет», 2010
©Учебно-научный институт природных и техногенных катастроф, 2010

Содержание

Предисловие.....8

Часть I.
Прогнозирование последствий аварий и риск-анализ

Колодкин В.М., Варламов Д.В., Морозов О.А., Малых Д.М., Яценко А.А., Князев Г.П., Подшивалов М.Е., Мущинкин В.А., Максимова Е.В., Перевощиков А.С., Иванов Д.В., Кузнецов А.П., Выштеев В.К.
Проблемно-ориентированный Сервис «Декларация пожарной безопасности общественных зданий и сооружений».....11

Колодкин В.М., Варламов Д.В.
Проблемно-ориентированный ресурс ”Безопасность в техносфере”.....22

Морозов О.А.
Архитектура, методология создания и принципы работы сервера «Безопасность в техносфере».....35

Малых Д.М.
Проблемно –ориентированный сервис «прогнозирования частоты возникновения пожара в общественных зданиях и сооружениях».....43

Яценко А.А.
Моделирование эвакуации людей из здания.....64

Ваштиев В.К., Кузнецов А.П.
Сервис прогноза последствий взрыва конденсированных взрывчатых веществ 67

Подшивалов М.Е
Сервис по проверке соответствия здания ФЗ №123 «Технический регламент по пожарной безопасности».....71

Мущинкин В.А.
Проверка соответствия и эффективности работы систем автоматической пожарной сигнализации и систем оповещения и эвакуации людей при пожаре 86

Часть II.
Экологическая безопасность

Е.А. Борисова
Исследование процессов биологической рекультивации нефтезагрязненных земель с применением препарата «Урожай – С».....91

Е.А. Борисова
Подходы и методы изучения рекреационного потенциала территорий.....100

Т.Ю. Бортник, Е.В. Лекомцева, Т.Е. Иванова
Использование продукта анаэробной переработки навоза в качестве удобрения на лёгких дерново-подзолистых почвах Удмуртской Республики.....110

С.Н. Волотских, И.Л. Бухарина
Экологическая оценка и пути благоустройства санитарно-защитной зоны ОАО “Ижсталь”.....118

В.Н. Диденко, Д.Н. Попов, А.М. Непогодин
Устройство для перемешивания и подогрева сбраживаемого осадка в биореакторах с помощью производимого биогаза....122

О.П. Дружакина, М.С. Пупкова
Вопросы сепарированного сбора твердых бытовых отходов (ТБО) на примере г. Ижевска.....129

А.Н. Журавлева И.Л. Бухарина
Использование семян древесных и травянистых растений в качестве тест-объектов при фитоиндикации загрязненности

городских почв.....137

О.П. Дружакина
Перспективы утилизации негомегенных полимерных отходов на примере отходов производства линолеума ПВХ.....142

С.В. Исаева, Л.А. Сафронова, Т.И. Губина
Применение методов биотестирования для оценки токсических свойств отходов пестицидов.....149

А.И. Карманчиков
Прогнозирование процессов переработки отходов.....153

В.И. Макаров
Оценка биотоксичности фугата пшеничной послеспиртовой барды.....156

Н.А. Перминов
Модернизация оборудования для переработки твёрдых органических отходов.....162

В.Г. Петров, Е.А. Воронцова, С.С. Мелконян
Обезвреживание некондиционных ядохимикатов.....169

В.Г. Петров, А.М. Липанов
Получение концентратов РЗМ на перепрофилированном объекте УХО.....171

В.Г. Петров, А.М. Липанов, М.А. Шумилова
Перепрофилирование объекта по уничтожению люизита в Камбарке для обезвреживания промышленных отходов..... 173

В.Г. Петров, О.С. Набокова, М.А. Шумилова
Возможные направления переработки реакционных масс детоксикации люизита.....176

В.Г. Петров, А.В. Трубачев
Контролирование образования ПХДД/Ф в установках по термическому обезвреживанию хлорорганических отходов..178

В.Г. Петров, А.В. Трубачев, В.П. Семакин
Утилизация осадков сточных вод с использованием растворов серной и азотной кислоты.....181

В.Г. Петров, А.В. Трубачев, Е.А. Харалдина
Обезвреживание отходов гальвано-химических производств.....184

В.Г. Петров, М.А. Шумилова, А.А. Чечина
Способ одновременного обезвреживания ртуть и мышьяксодержащих отходов.....188

В.Г. Петров, М.А. Шумилова, А.А. Чечина, Ю.Н. Меркушев
Обезвреживание и утилизация производственных водомасляных эмульсий.....191

Д.А. Плотников, Н.В. Канкасова
К вопросу выбора оптимального режима брожения субстрата в биогазовых установках, применительно к климатическим условиям УР.....194

Д. Н. Попов
Об одном способе очистки биогаза от CO_2.....201

В.А. Руденок, С.Н. Ижболдина, Ю.И. Груздев
Экологические аспекты производства этилового спирта.....207

О.В. Садиуллина
Анализ проблемы утилизации отходов.....209

Т.В. Семенова
Экологические, технологические, экономические аспекты....214

Е.А. Харалдина
Проблемы утилизации осадков сточных вод городской канализации г. Ижевска.....221

М.А. Шумилова, Т.Г. Жиделева
Особенности городского снежного покрова и его утилизация.....228

ПРЕДИСЛОВИЕ

В современном мире спектр стратегических рисков, требующих адекватного реагирования на государственном уровне, достаточно широк: от проблемы изношенности производственных фондов до угрозы новых форм технологического терроризма. Поэтому главной задачей при обеспечении безопасности населения становится способность своевременно предупреждать чрезвычайные ситуации и эффективно бороться с ними совместными усилиями государства и общества. Все более очевидна необходимость объединения научно-технического и производственного потенциалов в создании средств защиты, техники, оборудования и снаряжения для оснащения спасателей и пожарных.

Цели объединения усилий научного, технического и производственного потенциала Удмуртской Республики на решение проблем безопасности посвящена Всероссийская специализированная выставка «Комплексная безопасность-2009», которая обладает всеми ресурсами, направленными на внедрение в регионе новых, более эффективных систем обеспечения безопасности населения.

На выставке свои стенды представили 63 предприятия из 11 городов России. Из общего числа участников 44 предприятия (70 %) - из Удмуртии. Свои экспозиции развернули на выставке государственные структуры Удмуртии, которые вносят значительный вклад в стратегию комплексной безопасности республики. Выставочный проект явился еще одной ступенью в создании базы для необходимого межведомственного взаимодействия, диалога региональных предприятий, которые впоследствии могут перерасти в конкретные целевые проекты и программы.

В рамках форума состоялся круглый стол «Безопасность в техносфере», организованный Главным управлением МЧС России по УР и ведущими ВУЗами Удмуртии. Материалы круглого стола вошли с данный сборник.

Для Удмуртского государственного университета поиск путей, направленных на обеспечение комплексной безопасности региона, является одним из основных научных направлений. Ученые университета внесли и вносят свой вклад в решение проблем безопасного уничтожения химического оружия, утилизации твердотопливных ракетных двигателей, сохранения природной и техногенной среды. Создание безопасного мира – общая наша задача.

П.М.Фомин
начальник Главного
управления МЧС России
по Удмуртской Республике

С.Д.Бунтов
ректор ГОУВПО
"Удмуртский государственный
университет"

Часть I.
Прогнозирование последствий аварий и риск-анализ

ПРОБЛЕМНО - ОРИЕНТИРОВАНЫЙ СЕРВИС «ДЕКЛАРАЦИЯ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ »

Колодкин В.М., Варламов Д.В., Морозов О.А., Малых Д.М., Яценко А.А., Князев Г.П., Подшивалов М.Е., Мущинкин В.А., Максимова Е.В., Перевощиков А.С., Иванов Д.В., Кузнецов А.П., Ваштиев В.К.

В соответствии с [1] Декларация пожарной безопасности включает следующие основные разделы:

1.Оценка пожарного риска, обеспеченного на объекте защиты.

2.Оценка возможного ущерба имуществу третьих лиц от пожара.

3.Перечень федеральных законов о технических регламентах и нормативных документов по пожарной безопасности, выполнение которых обеспечивается на объекте защиты.

Процедура декларирования пожарной безопасности значима в двух аспектах:

- Поиск мероприятий, направленных на снижение пожарной опасности. С этой целью контролируется динамика изменения количественной оценки пожарного риска в предположении реализации комплекса противопожарных мероприятий на объекте. Выбираются мероприятия, которые экономически целесообразны и обеспечивают требуемые величины пожарного риска. Тем самым задействуются административные, экономические рычаги управления уровнем пожарной опасности объекта.

- Выделение наиболее проблематичных зданий, сооружений с точки зрения пожарной опасности. Ранжирование зданий может быть распространено на ранжирование территорий по уровню пожарной опасности. В качестве характеристики уровня пожарной опасности используется оценка пожарного риска.

Таким образом, оценка пожарного риска является

основной характеристикой уровня пожарной опасности объекта. По величине пожарного риска может быть произведено ранжирование зданий, территорий по уровню пожарной опасности. Оценка пожарного риска может выступать в качестве объективного критерия при распределении ограниченных финансовых возможностей, направленных на уменьшение пожарной опасности. Количественная оценка пожарного риска значима в плане аудиторской и страховой деятельности.

Расчет индивидуального пожарного риска $Q_в$ для общественных зданий и сооружений нормируется документом [2], в соответствии с которым –

$$Q_в=Q_п\cdot(1-R_{ап})\cdot P_{пр}\cdot(1-P_э)\cdot(1-P_{пз}) \qquad (1)$$

где $Q_п$ - частота возникновения пожара в здании в течение года;

$R_{ап}$ - вероятность эффективного срабатывания установок автоматического пожаротушения;

$P_{пр}$ - вероятность присутствия людей в здании;

$P_э$ - вероятность эвакуации людей;

$P_{п.з}$ - вероятность эффективной работы системы противопожарной защиты.

В силу разнообразия свойств зданий и сооружений, разнообразия условий их эксплуатации и требований пожарной безопасности, предъявляемым к зданиям, в силу разного уровня квалификации специалистов, оценивающих уровень пожарной опасности, не представляется возможным выработать единые подходы (основанные на единых математических моделях) для прогнозирования величин, входящих в определение индивидуального пожарного риска $Q_в$. В свою очередь, это приводит к оценкам пожарного риска, количественные значения которых не могут быть сопоставлены между собой с требуемой для практики точностью. Ситуация усугубляется огромным количеством зданий и сооружений, подлежащих оценке с точки зрения пожарной безопасности, и, что особенно важно, учетом временного фактора. Объективные обстоятельства требуют

быстрой и точной оценки пожарного риска для всех зданий и сооружений с массовым пребыванием людей. Только в этом случае можно ранжировать здания и сооружения по уровню пожарной опасности и, следовательно, корректно влиять на уровень опасности в условиях ограниченных финансовых возможностей. Налицо противоречие между возможностями и потребностями общества по оценке уровня пожарной опасности зданий, сооружений с массовым пребыванием людей. Указанное противоречие может быть разрешено, если одновременно предоставить всем заинтересованным лицам единый и доступный инструментарий для оценки уровня пожарной опасности. Оценка величины пожарного риска представляется в нормативном документе «Декларация пожарной безопасности».

Одно из возможных решений - широкое использование возможностей проблемно ориентированного ресурса «Безопасность в техносфере», доступного по сети интернет (http://rintd.ru/). В рамках Ресурса функционирует Сервис «Декларация пожарной безопасности» (https://www.service.rintd.ru/ws/fire.jsp). Сервис обеспечивает доступный инструментарий для разработки Декларации пожарной безопасности общественных зданий и сооружений. Программное обеспечение поддерживает оценку пожарного риска, оценку возможного ущерба имуществу третьих лиц от пожара, соответствие здания требованиям нормативных документов, подготовку данных для итогового документа и данных для пояснительной записки. Результатом работы Сервиса является документ «Декларация пожарной безопасности».

Программное обеспечение, обеспечивающее функциональные возможности Сервиса, включает две части: одна часть – клиентское приложение, которое по запросу Пользователя устанавливается на стороне Пользователя при обращении к Сервису; вторая часть – серверное программное обеспечение, установленное и поддерживаемое на стороне разработчиков Ресурса. Клиентское приложение поддерживает процедуры ввода-вывода информации, некоторые вычисли-

тельные процедуры. Серверная часть обеспечивает управление процессом формирования Декларации, проведение вычислительных работ и, согласованное с вычислительным ядром, функционирование баз данных.

Функциональная реакция Сервиса (ответ Сервиса) определяется уровнем запроса Пользователя. Если Пользователь никакой информации об объекте защиты не сообщает, то Пользователю предоставляется возможность лишь распечатать макет Декларации, отвечающий [1]. По мере задания информации об объекте защиты Пользователь имеет возможность формировать и распечатывать все более уточненную Декларацию. В общем случае, функциональные возможности Сервиса обеспечивают решение задач:

- Ввод информации по объекту защиты;
- Прогнозирование частоты возникновения пожара в здании;
- Оценку вероятности эффективного срабатывания установок автоматического пожаротушения;
- Оценку вероятности присутствия людей в здании;
- Оценку вероятности эвакуации людей;
- Оценку вероятности эффективной работы системы противопожарной защиты;
- Расчет индивидуального пожарного риска;
- Оценку возможного ущерба имуществу третьих лиц от пожара.

Программное обеспечение структурно разделено на отдельные приложения, которые функционируют в средах Windows (2000, XP, Vista, 7) и Linux. Представим краткие описания наиболее важных функций Сервиса.

Система ввода информации по объекту защиты.

Система подразделяется на два блока: блок ввода общей (текстовой) информации, необходимой для формирования нормативных документов, и блок ввода геометрической информации по зданию, включая атрибутивные данные по каждому помещению. Система ввода геометрической

информации совмещает графический редактор, предусматривающий работу в режиме 2D и 3D, функционально-достаточный для создания трехмерного образа здания, помещений и ввода атрибутивной информации. Атрибутивная информация разделена на две части: общая для здания и информация по каждому помещению в здании. Информация по каждому помещению достаточна для поддержки процессов математического моделирования пожара и эвакуации людей из здания в условиях пожара.

Программное обеспечение системы ввода геометрической информации реализовано на языке C++. Для реализации графического интерфейса пользователя использована библиотека Nokia Q_t. Математические функции для работы с 3D объектами используют программный продукт FxSceneGraph. Визуализация трехмерных объектов основана на библиотеке OpenGL.

Система прогнозирования частоты возникновения пожара в здании.

Одним из показателей, определяющим величину пожарного риска, является частота возникновения пожара в здании. Для определения частоты используются статистические данные о частоте возникновения пожара в зданиях [2]. При этом Система предлагает Пользователю выбрать из предложенного списка функциональное назначение здания. В рамках Сервиса, для зданий определенных классов функциональной пожарной опасности, по запросу Пользователя, предусмотрена возможность уточнения частоты. Уточнение частоты значимо в плане более точного ранжирования зданий по уровню пожарной опасности. Для уточнения частоты используются регрессионные модели.

Если $Q_п$ - оценка математического ожидания частоты возникновения пожара в здании в расчете на одного человека в течение года, а μ_i - факторы определяющие частоту, то раскладывая $Q_п(\mu_i)$ в ряд относительно точки математического ожидания факторов и ограничиваясь первыми членами разложения, имеем

$$Q_n = Q_n(<\mu_i>) + \Sigma_n^i \beta_i \left(\frac{\mu_i}{<\mu>} - 1\right), \qquad \beta_i = \frac{\partial Q_n}{\partial \mu_i} * <\mu_i>$$

В этих выражениях: $<\mu_i>$ - математическое ожидание значения i-ого фактора (i = 1,2.. n); $Q_П <\mu_i>$- значение частоты в точке математического ожидания значений факторов, которое можно аппроксимировать значением $< Q_П >$ из [2]. Отметим, что величина $< Q_П >$ определяется функциональным назначением здания. В первом приближении допустим, что значение частоты варьируется в пределах 10% при максимальной вариации значений факторов. Для оценки производной, входящей в выражение для β_i , имеем

$$\frac{\partial Q_n}{\partial \mu_i} = \frac{0.1 * < Q_n >}{n * (\mu_{max} - \mu_{min})}$$

Положим, что основные факторы, влияющие на частоту $Q_П$:

μ_1 - характеристика уровня пожарной безопасности здания (характеристика имманентных свойств здания с точки зрения пожарной безопасности);

μ_2 - характеристика физического износа здания и встроенного в здание оборудования (например, электропроводки);

μ_3 - характеристика энергетической нагрузки на здание (потребляемая мощность на единицу площади здания);

μ_4 - характеристика активных средств защиты здания.

Для каждой характеристики разработаны и реализованы в рамках Сервиса алгоритмы их количественной оценки. Например, характеристика уровня пожарной безопасности здания определяется соотношением:

$$\mu_1 = \sum_{i=1}^{n} k_i \cdot P_i$$

где - весовой вклад параметров, определяющих уровень пожарной безопасности здания; - показатели, определяющие уровень пожарной безопасности здания. К показателям, определяющим уровень пожарной безопасности, относятся:

P_1 - горючесть здания (под горючестью здания понимается средневзвешенное значение горючести материалов строительных конструкций здания);

P_2 - воспламеняемость здания (под воспламеняемостью

P_3 – характеристика скорости распространения пламени по зданию (под характеристикой скорости распространения пламени по зданию понимается средневзвешенное значение характеристик скорости распространения пламени по поверхностям материалов строительных конструкций здания).

Пользователю предлагается оценить количественные значения показателей в баллах. После чего рассчитывается численное значение фактора. По значениям всех факторов оценивается частота возникновения пожара [3].

Оценка вероятности эвакуации людей при пожаре.

Вероятность эвакуации людей из здания оценивается как $P_э = N_Э/N$, где $N_э$ - количество людей, эвакуировавшихся из здания; N - общее количество людей, находящихся в здании к моменту возникновения пожара. Расчет $N_э$ основан на результатах математического моделирования двух процессов: пожара в здании и эвакуации людей из горящего здания.

Моделирование процессов осуществляется с использованием представления здания в виде двудольного графа, в котором множество вершин разбито на два подмножества - подмножество вершин, отвечающих помещениям, и подмножество вершин, отвечающих порталам. Портал помечает объект, посредством которого соединяются помещения. По представлению здания в виде графа строится дерево путей эвакуации. Корнем дерева помечается пространство вне здания. При построении дерева путей эвакуации используется волновой алгоритм: на первом уровне дерева путей эвакуации окажутся все помещения, из которых возможен выход из здания; на втором уровне все помещения, которые связаны с помещениями первого уровня и т. д. Волновой алгоритм обеспечивает построение дерева эвакуации. Причем длина пути при эвакуации человека из любого помещения здания, в соответствии с деревом эвакуации, до выхода из здания – кратчайшее расстояние.

Путь эвакуации обычно пролегает по помещениям здания. Помещение доступно для эвакуационных перемещений, если опасные факторы пожара в помещении не достигли отвечающие

критических значений. Если какой-либо из опасных факторов пожара достиг критического значения, что определяется по результатам математического моделирования пожара в здании, то пути эвакуации переопределяются. Однако, в ряде моделей эвакуации, основанных на вероятностном подходе, вероятность прохода человека через помещение определяется величиной отклонения опасных факторов пожара от своих критических значений. Переопределение путей эвакуации, построение нового дерева путей эвакуации, означает определение новых, доступных для эвакуационных перемещений, кратчайших расстояний от текущих местоположений людей до выхода из здания. В общем случае, контролируются перемещения всех людей, находящихся в здании. Изменение путей эвакуации людей в условиях пожара - один из основных факторов, определяющий динамику процесса эвакуации, а, следовательно, один из основных факторов определяющих величину пожарного риска.

Сценарий пожара в здании, соответственно, и эвакуационный сценарий, в значительной степени определяются расположением помещения, где произошло возгорание. Из множества сценариев пожара обычно выбирается сценарий развития пожара, который характеризуется наиболее неблагоприятными последствиями, то есть максимальным временем эвакуации или минимальным значением вероятности эвакуации людей.

Результатом моделирования пожара в здании является совокупность моментов времени $\{\tau_k\}$ (k - номер помещения в здании), при которых каждое из помещений теряет свойство считаться участком пути эвакуации (хотя бы один из опасных факторов пожара превышает критическое значение). Результатом моделирования процесса эвакуации является зависимость $N_э(t)$, где t - временной интервал, отсчитываемый с момента начала пожара в здании.

Моделирование пожара в здании в среде Сервиса основано на интегральной модели [2,4] и на двухзонной модели [2,5]. Если Пользователь Сервиса уклоняется от выбора модели, то (по умолчанию) выбираются аналитические соотношения,

порядку проведения расчета для определения времени блокирования путей эвакуации опасными факторами пожара[2].

Для моделирования процесса эвакуации людей из здания в условиях пожара используются модели, предложенные в [2] и гибридная модель, объединяющая достоинства агентной и потоковой моделей [6-7]. Каждая из моделей эвакуации имеет свои достоинства и недостатки. Так упрощенная аналитическая модель движения людского потока (определение расчетного времени эвакуации людей …) [2] приводит к завышенным показателям времени эвакуации. Поэтому упрощенная аналитическая модель может использоваться в качестве верхней оценки времени эвакуации. Математическая модель индивидуально-поточного движения людей из здания[2], как показывают результаты тестирования, также несколько завышает оценки времени эвакуации.

В гибридной модели на каждом временном интервале контролируются координаты агентов, находящихся в здании и контролируются возможные траектории перемещения агентов. Модель поведения агента настроена так, что агент стремится покинуть помещение за минимальное время с учетом вероятности прохождения агентом каждого из помещений на пути эвакуации. Вероятность прохождения агентом каждого помещения определяется уровнем отклонения значений опасных факторов пожара от своих критических величин. При превышении значений опасных факторов пожара в помещении критических величин, вероятность прохождения агентом помещения обращается в нуль. При этом строится новая траектория эвакуации агента, то есть траектории перемещения агентов изменяются с учетом результатов моделирования пожара. Все модели эвакуации в той или иной степени учитывают изменение скорости перемещения людей в зависимости от плотности потока. В гибридной модели, кроме того, учитывается, так называемый, тип психологического состояния агента.

Сервис предусматривает для Пользователя возможность выбора модели эвакуации. При этом Пользователь информи-

руется о достоинствах и недостатках моделей. Результатом работы программного модуля, реализующего модель эвакуации, являются количественные характеристики процесса эвакуации. Например, число людей, которые были эвакуированы из здания при пожаре - Nэ.

Оценка возможного ущерба имуществу третьих лиц от пожара.

Одним из пунктов Декларации пожарной безопасности является Оценка возможного ущерба третьим лицам от пожара. Возможно 4 варианта выбора при формировании Декларации пожарной безопасности:

1)Оценка возможного ущерба имуществу третьих лиц от пожара не производилась.

2)Оценка возможного ущерба имуществу третьих лиц от пожара может быть проведена в рамках добровольного страхования ответственности за ущерб третьим лицам от воздействия пожара, то есть в Декларации пожарной безопасности указывается название документа добровольного страхования гражданской ответственности.

3)Возможность ущерба имуществу третьих лиц от пожара отсутствует.

4)Проведение оценки возможного ущерба имуществу третьих лиц от пожара.

Для оценки возможного ущерба имуществу третьих лиц от пожара пока отсутствуют общепринятые методики. Разработчик Декларации пожарной безопасности самостоятельно выполняет оценку возможного ущерба имуществу третьих лиц от пожара. В рамках Сервиса реализована оценка возможного ущерба имуществу третьих лиц от пожара

Таким образом, Сервис «Декларация пожарной безопасности» формирует документ «Декларация …», обеспечивая проведение основных расчетных работ в рамках единого вычислительного процесса. Сервис поддерживает дружественный интерфейс с Пользователем. Введенная информация сохраняется и может быть модифицирована. Все изменения автоматически отслеживаются в модифицированном документе. Тем самым обеспечивается динамический режим

формирования Декларации пожарной безопасности. Результатом работы Сервиса является документ, готовый к подписанию.

Работа выполнена в рамках гранта АВЦП «Развитие научного потенциала высшей школы» «Паспорт безопасности образовательного учреждения как основа управления рисками в образовательных учреждениях России».

Список литературы

1.Приказ МЧС РФ от 24 февраля 2009 № 91 «Об утверждении формы и порядка регистрации декларации пожарной безопасности» (Зарегистрировано в Минюсте РФ 23.03.2009 № 13577).

2.Приказ МЧС РФ от 30.06.2009 г. № 382 «Об утверждении методики определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности» (Зарегистрировано в Минюсте РФ 6.08.2009 № 14486).

3.Малых Д.М. Оценка частоты возникновения пожара в зданиях с массовым пребыванием людей. Сборник статей «Безопасность в техносфере», Выпуск 6. Ижевск 2010, с. 46-52.

4.Кошмаров Ю.А. Прогнозирование опасных факторов пожара в помещении Учебное пособие. - М.: Академия ГПС МВД России, 2000.

5.Fire Growth and Smoke Transport Modeling with CFAST. http://cfast.nist.gov/.

6.Князев Г.П. Прогнозирование динамики эвакуации людей из здания при ЧС. Сборник статей «Безопасность в техносфере», Выпуск 5. Ижевск 2009, с. 63-65.

7.Егоров А.А. Математические модели и алгоритмы эвакуации людей в аварийных ситуациях в учебных заведениях // Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. ГОУ ВПО «Саратовский государственный технический университет», 2008 г.

ПРОБЛЕМНО- ОРИЕНТИРОВАННЫЙ РЕСУРС «БЕЗОПАСНОСТЬ В ТЕХНОСФЕРЕ»

Колодкин В.М., Варламов Д.В.

1. Введение

Современное состояние развития общества теоретически может обеспечить любой уровень безопасности жизнедеятельности человека и сохранения окружающей природной среды в пределах определенного объекта или определенного территориального образования. Ограничением являются ресурсы общества. В этой связи, весьма актуальной является задача количественной оценки уровня опасности, порождаемой техногенным объектом или территориальным образованием. Весьма актуальна задача ранжирования объектов и территорий по уровню опасности. Количественная оценка позволяет выделить наиболее критичные, с точки зрения безопасности, объекты и территориальные образования.

К настоящему времени методология количественной оценки уровня опасности, в основном, проработана. Методология формализована в определенные процедуры, такие как оценка риска, анализ риска и т. д. При этом количественно оценивается уровень опасности, порождаемый техногенным объектом, сравнивается этот уровень с определенной шкалой, и в зависимости от результатов сопоставления, принимается тот или иной комплекс технических и организационных решений на уровне объекта. Аналогичная процедура может быть выполнена на уровне территориальных образований, начиная с уровня муниципального образования и заканчивая уровнем Российской Федерации. Процедура оценки уровня опасности по территории – ранжирование территории по уровню опасности, выделение областей с высокими рисками, предшествует принятию технических и организационных решений на уровне территории. Тем самым появляется возможность управления уровнем опасности посредством экономических, юридических, организационных рычагов на

всех уровнях: от уровня техногенного объекта до уровня Российской Федерации (через уровень муниципального образования, уровень субъекта РФ). Срез уровня опасности, сделанный через определенное время, позволяет проверить эффективность мер и, при необходимости, откорректировать меры, направленные на снижение ущербов от аварий и катастроф. То есть непосредственно повлиять на процедуру управления уровнем опасности (величиной риска). Особенно управление риском значимо в условиях ограниченных финансовых возможностей.

На оценку уровня опасности направлены меры по внедрению в повседневную практику технологии оценки рисков посредством подготовки нормативных документов: Паспорт безопасности, Декларации пожарной безопасности, План ликвидации аварийных ситуаций, План ликвидации аварийных разливов нефтепродуктов и т.д. В принципе, указанные документы, предусматривая выполнение процедур риск-анализа, позволяют выявить техногенные объекты и территориальные образования с недопустимым для общества уровнем риска; позволяют ставить вопрос о корректном управлении уровнем риска.

Вместе с тем, существует ряд причин, которые затрудняют широкое внедрение в повседневную практику технологии оценки рисков:

- Недостаток кадров, владеющих методами риск-анализа;
- Многообразие и сложность задач, возникающих при прогнозировании последствий аварий и риск-анализе;
- Большое количество объектов, уровень опасности порождаемый которыми, подлежит оценке.

Кроме того, в силу имманентных свойств оценок риска, определяющее значение имеет сопоставительный анализ оценок риска. Сопоставительный анализ значим при условии использования одних и тех же методологических подходов при оценке риска, что, практически, означает использование одних и тех же математических моделей при анализе.

Таким образом, существует определенное противоречие между потребностями общества в количественной оценке

уровня опасности и возможностями общества.

Одно из возможных решений, направленное на расширение применения в повседневной практике методологии количественной оценки уровня опасности – использование современных информационных технологий. Это решение предполагает использование в практической деятельности и в обучении проблемно-ориентированного электронного ресурса "Безопасность в техносфере" (http://rintd.ru/). В рамках Ресурса, по признаку функционального назначения, выделены отдельные Сервисы. Например, Сервис частотного анализа аварийных ситуаций, Сервис создания Декларации пожарной безопасности, Сервис прогнозирования последствий взрыва топливно-воздушных смесей и т.д. Сервис может выступать как самостоятельный инструментарий, а может входить в состав другого Сервиса. Сервисы объединены в рамках Сервера сервисов.

Электронный ресурс "Безопасность в техносфере" предусматривает возможность удаленного доступа по сети Интернет к специализированному программному обеспечению и базам данных, ориентированных на решение задач риск-анализа.

Доступ к программному обеспечению реализуется в рамках технологии "Клиент-сервер". Пользователь "скачивает" с Сервера клиентскую часть, инсталлирует ее на своем компьютере. После инсталляции клиентской части появляется возможность связи между Пользователем, определяющим исходные данные для решения своих конкретных задач, и сервером, обеспечивающим решение задач и передачу решений Пользователю. Анализ результатов решений задач возложен на Пользователя. Конечно, со стороны сервера (точнее, программного обеспечения, установленного на сервере) существуют определенные рекомендации по последовательности решения задач, отвечающих прогнозированию последствий аварий и процедурам риск-анализа. Но Пользователь вправе выбирать стратегию риск-анализа. Таким образом, Пользователь электронного ресурса со своего рабочего места решает свои задачи, используя

возможности, предоставленные ему Ресурсом.

Сервер проблемно-ориентированных сервисов (ПОС) является проектно-ориентированным ресурсом. Это подразумевает определенную технологию работы для конечного Пользователя, которая базируется на понятии выполнения проекта. В силу ряда причин (вычислительная сложность и т.д.) некоторые задачи не могут быть решены настолько быстро, чтобы сформировать отчет «налету». Требуемые временные ресурсы для решения задачи, могут быть не определены или варьироваться в весьма широких пределах. Кроме того, ряд сервисов ориентирован на длительную или итеративную работу. Так, пользователь, заполняя декларацию пожарной безопасности, может в дальнейшем вновь вернуться к ней, внеся изменения (например, в ходе устранения замечаний пожарной инспекции).

В результате для конечного пользователя лучше иметь постоянную учетную запись на сервере, через которую обслуживаются его проекты. Каждый проект включает некоторый набор данных, выбранных процедур, настроек и ряд выходных (сгенерированных) документов, и, конечно, относится к одному из доступных типов проектов на сервере. Общая схема работы для пользователя выглядит следующим образом: он может управлять проектом (создавать, изменять, активировать), он получает сообщения о событиях (завершение этапа проекта).

2. Архитектура системы и организация работы сервисов

Описанная выше проектно-ориентированная технология легко реализуется на платформе JEE (Java Platform Enterprise Edition), где есть все необходимые средства — JMS (Java Message Service) для реализации отложенных заданий, clustring для прозрачного использования кластеров машин, а также средства управления пользовательской информацией и быстрой разработки и изменения приложений прозрачно для конечного пользователя. В разработанном приложении использовался сервер JEE Jboss, в качестве EIS выбрана СУБД PostgreSQL.

2.1. Реализация механизма работы сервисов

На самом верхнем уровне системы находится WEB сервер, отвечающий за:

- механизм работы с конечными пользователями;
- авторизацию пользователей;
- работу с проектом;
- сбор/загрузку исходных данных для расчета;
- выбор задания для расчета;
- представление результатов расчетов.

В основе работы сервисов лежит механизм заданий. На основе JEE Jboss была разработана система параллельного выполнения расчетов. Основная задача системы параллельного выполнения расчетов состоит в выполнении расчетного задания на доступных вычислительных ресурсах в текущий момент времени. Одновременно могут выполняться несколько заданий, если достаточно вычислительных ресурсов. Таким образом достигается распараллеливание на уровне заданий. Реализация параллельных вычислений в рамках одного задания средствами сервиса не предусматривается.

Получив очередное задание, контролирующий сервер размещает его для выполнения на доступных вычислительных ресурсах, или же ставит в очередь при отсутствии свободных ресурсов. После окончания выполнения задания, сервер отсылает сообщение владельцу задания с результатом вычислений, либо сообщение с указанием причины невозможности выполнить расчет.

Механизм обработки сбоев во время выполнения задания достаточно простой — задание запускается заново на доступных вычислительных ресурсах в случае исключительной ситуации (сбой в самом задании, сбой в аппаратуре, сетевой сбой).

Все задания для данной системы реализуются на основе JEE. Достаточно унаследовать специальный класс, реализовать три виртуальных функции и зарегистрировать созданный модуль в системе:

- protected void save(ServiceWork unit) — загрузка данных для выполнения задания

• protected void control(ServiceWork unit) — выполнение задания

• protected void load(ServiceWork unit) — сохранение результатов расчета

Реализацию всех остальных функций берет на себя контролирующий сервер.

2.2. Клиентская часть сервисов

Клиентская часть сервисов представляет собой отдельное клиентское приложение, которое содержит функционал для ввода различного рода информации, необходимой для расчетов, а так же модули, содержащие «тяжелые» вычисления. Примером «тяжелых» вычислений может быть расчет последствий пожара средствами FDS [1]. Такие расчеты требуют больших ресурсов. Поэтому предоставление вычислительных ресурсов для них лежит на стороне пользователя.

Конечное приложение построено на принципе подключаемых модулей. На данный момент созданы модули:

• Работа с деревьями событий;
• FN/FG диаграммы;
• Ввод поэтажных планов помещений;
• Расчет последствий пожара методом CFAST[2].

2.3. Система ввода информации по объекту защиты

Для осуществления расчетов часто бывает необходима информация отличная от текстовой, такая как геометрия, атрибутивные данные геометрических объектов и т. д. Такого рода информацию неудобно вводить через браузер, поэтому была разработана отдельная система ввода в рамках клиентской части сервиса.

Система подразделяется на два блока: блок ввода общей (текстовой) информации необходимой для формирования нормативных документов и блок ввода геометрической информации по зданию включая атрибутивные данные по каждому помещению. Система ввода геометрической

информации совмещает графический редактор, предусматривающий работу в режиме 2D и 3D, функционально-достаточный для создания трехмерного образа здания, помещений и ввода атрибутивной информации. Атрибутивная информация определена в общем по зданию и по каждому помещению. Информация по каждому помещению достаточна для поддержки процессов математического моделирования пожара и эвакуации людей из здания в условиях пожара.

Программное обеспечение системы ввода геометрической информации реализовано на языке C++. Для реализации графического интерфейса пользователя использована библиотека Nokia Qt. Математические функции для работы с 3D объектами используют программный продукт FxSceneGraph. Визуализация трехмерных объектов основана на библиотеке OpenGL.

Рассмотрим более подробно структуры данных применяемые в системе. Для представления данных на самом верхнем уровне применяется модифицированная модель направленного ациклического графа (DAG), узлами которого являются различные геометрические объекты. Модификация заключается в возможности ограничивать поведение узла до модели дерева. По умолчанию DAG узел может иметь неограниченное кол-во как родительских узлов так и узлов потомков. Связь родитель → потомок соответствует направлению ребра. Если же ограничить количество возможных родителей узла до одного, то получится классический узел дерева.

Возможные типы узлов:

1.Зона — узел самого верхнего уровня, определяет территорию где находятся объекты защиты.

2.Здание — узел 2-го уровня, может быть только потомком узла «зона», модель DAG ограничена до дерева.

3.Помещение — узел 3-го уровня, может быть только потомком узла «здание», модель DAG ограничена до дерева.

4.Портал - узел 4-го уровня, может быть только потомком узла «помещение», полноценная модель DAG, те. Портал может иметь несколько (до 2-хо) родителей.

Помимо основных узлов есть также дополнительные, которые представляют различные объекты: внутренние объекты помещения (мебель), противопожарную сигнализацию, людей находящихся в помещении и т.д.

Такая схема была выбрана потому, что легко поддается преобразованию до необходимой структуры под определенную задачу. Например задача моделирования эвакуации людей в условиях ЧС требует представления помещения в виде покрывающего дерева, которое легко может быть получено путем следующих операций:

1.Из общей DAG структуры выбираются помещения принадлежащие определенному зданию.

2.Строится граф узлами которого являются помещения выбранные на шаге 1, а ребрами которого являются порталы, соединяющие соответствующие пары помещений.

3.По полученному графу строится покрывающее дерево.

Еще пример: модель расчета последствий пожара CFAST (http://cfast.nist.gov/) требует представления исходных данных (если оторваться от деталей представления входного файла) в виде графа полученного на шаге 2 предыдущего примера.

Теперь рассмотрим представление геометрии здания, т.к. здание является основным возможным объектом защиты. Как было сказано выше здание состоит из помещений и порталов соединяющих эти помещения. Под порталом понимается любой проем (окно, дверь или свободное пространство) между парой помещений или помещением и внешней средой. Оба типа объектов задаются в виде прямоугольных параллелепипедов ориентированных под прямыми углами по отношению к осям системы координат. Такое представление покрывает 90% возможных вариантов геометрии помещений. Подобное ограничение было сделано исходя из требований моделей расчета последствий пожара.

2.4. Двухзонная модель пожара

Использованная в данной работе двух зонная модель

называется CFAST (разработки National Institute of Standards and Technology США. http://cfast.nist.gov/).

Начальное состояние всей системы описывается следующими параметрами:

1.Высота поверхности земли над уровнем моря;

2.Высота начала координат здания над уровнем моря;

3.Атмосферное давление внутри здания;

4.Атмосферное давление окружающей среды;

5.Температура (среднеобъемная) внутри здания;

6.Температура окружающей среды;

7.Скорость и направление ветра;

8.Геометрия (положение и линейные размеры) помещений;

9.Расположение «порталов» (термин поясняется ниже);

10.Пожарная нагрузка;

11.Противопожарные системы (спринклеры);

12.Интервал по времени, который необходимо смоделировать;

13.Шаг по времени для сохранения результатов;

14.Дополнительные датчики для съема показаний.

Данная модель реализует распространение пламени и продуктов горения по зданию, разделяя каждое помещение на 2 зоны: верхнюю и нижнюю. Это сделано в исходя из того факта что большая часть продуктов горения, поднимаемых конвективной колонкой пламени, находится в верхнем слое. Высота границы разделов зон меняется в зависимости от градиента температуры и давления как в помещении так и между помещениями. Для соединения помещений между собой или окружающей средой используется технология «порталов». Т.е. «портал» это такой объект через который без задержки по времени (бесконечно быстро) передаются любые изменения или взаимодействия. При этом неважно на каком расстоянии находятся помещения. В системе предусмотрено 4 вида «порталов»:

1.Горизонтальное отверстие — любой портал находящийся в горизонтальной плоскости (люк, пассивная

вентиляция и т.д.);

2.Вертикальное отверстие - любой портал находящийся в вертикальной плоскости (дверь, окно, пассивная вентиляция и т.д.);

3.Горизонтальная активная вентиляция — горизонтальное отверстие создающее искусственную разницу в давлении между соединяемыми помещениями;

4.Вертикальная активная вентиляция — вертикальное отверстие создающее искусственную разницу в давлении между соединяемыми помещениями;

Все помещения имеют форму прямых параллелепипедов. Для расчета характеристик пожара в помещении используются так называемые «решатели» - модули реализующие перенос вещества и энергии внутри помещения и между помещениями. На данный момент существует 3 «решателя» моделирующих помещения различного типа:

1.Обычное помещение - соотношение линейных размеров любых двух сторон не превышает 5.

2.Коридор - соотношение линейных размеров горизонтальных сторон превышает 5.

3.Шахта - соотношение линейных размеров любой из горизонтальных сторон с вертикальной стороной превышает 5.

Пожарная нагрузка задается в виде отдельных объектов расположенных в помещении. Каждый объект описывается следующими параметрами:

1.Положение объекта в помещении;

2.Линейные размеры объекта (длина, ширина, высота);

3.Масса объекта;

4.Характеристики материала(или нескольких) из которого состоит объект.

Ядро CFAST реализовано в виде отдельного приложения под OS Windows. Так же доступны исходные коды на языке FORTRAN (http://code.google.com/p/cfast). В качестве входного файла используется специально форматированный тестовый файл в кодировке ACSII с расширением *.in. Ниже приведен

пример описания двух комнат соединенных одним «порталом» (более подробно о формате можно прочитать тут:

http://cfast.nist.gov/Documents/CFAST_Users_Guide_61.pdf).

```
VERSN,6,CFAST Simulation
!!Environmental Keywords
TIMES,900,10,-10,10,-10
EAMB,293.1500000000,101300.0000000000,0
TAMB,293.1500000000,101300.0000000000,0,50
CJET,WALLS
CHEMI,10,393.15
WIND,0,10,0.16
!!Compartment Keywords
COMPA,Room_131,9.700,10.500,2.500,33.868,9.353,18.000,GYPSUM,OFF,GYPSUM
COMPA,Room_132,25.800,10.500,2.500,44.287,9.353,18.000,GYPSUM,OFF,GYPSUM
!!Vertical Vent Keywords
HVENT,1,2,1,1.500,1.900,0.000,0.000,6.745,6.745,3,1.000
!!Fire Keywords
OBJECT,wood_av,1,-1,-1,-1,1,1,0,0,0,1
```

Для формирования входных файлов *.in был разработан специальный модуль. В качестве входных данных модуль принимает XML файл со структурой здания. В ядре CFAST есть ограничения на количество помещений для одного расчета — не более 30. Поэтому если общее количество помещений в здании больше 30 то из всей структуры здания выбираются помещение в котором начинается пожар и ближайшие к нему 29 помещений (по доступности через порталы). Это ограничение практически не влияет на результат т.к. нас интересует первые 900 сек. (максимальное расчетное время эвакуации), за которые последствия пожара в большинстве случаев не успеют повлиять на отброшенные комнаты.

В результате работы ядра CFAST на выходе получается текстовый файл содержащий в себе все необходимые данные по пожару на каждый момент времени для каждого помещения, такие как:

1.Газовый сосав (в % по объему) для верхнего и нижнего слоев: N_2, O_2, CO_2, CO, HCN, Hcl,и др;

2.Высота границы раздела слоев;

3.Температуру (С) для верхнего и нижнего слоев;

4.Температуру стен (для верхнего и нижнего слоев), потолка и пола;

5.Высота пламени каждого отдельного горящего объекта.

Выходной файл при таком количестве параметров получается достаточно большим, в связи с чем пример здесь не приводится.

Чтобы рассчитать пожарный риск для здания система генерирует N сценариев, равное количеству помещений в здании, где для каждого сценария выбирается помещение где начинается пожар.

Таким образом получая данные для каждого сценария в каждый момент времени можно вычислить время в которое каждое отдельное помещение становится смертельно опасным. Оценка опасности помещения строится на сравнении значений с критическими:

1.O_2 — не менее 15.087 % по объему;
2.CO_2 — не более 6.01 % по объему;
3.CO — не более 0.1 % по объему;
4.HCN — не более 0.089 % по объему;
5.HCL — не более 0.0015 % по объему;
6.T — не более 70.0 градусов С.

Причем, если высота границы раздела слоев более 1.5 метров то данные берутся из нижнего слоя, если равна или менее 1.5 метров то данные берутся из верхнего слоя.

Результатом работы является XML файл содержащий номера комнат и моменты времени в которые они становятся смертельно опасными. Эти данные передаются в модуль расчета эвакуации.

Список литературы

1.http://fire.nist.gov/fds/

2.Fire Growth and Smoke Transport Modeling with CFAST. http://cfast.nist.gov/.

3.Приказ МЧС РФ от 24 февраля 2009 № 91 «Об утверждении формы и порядка регистрации декларации пожарной безопасности» (Зарегистрировано в Минюсте РФ 23.03.2009 № 13577).

4.Приказ МЧС РФ от 30.06.2009 г. № 382 «Об утверждении методики определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности» (Зарегистрировано в Минюсте РФ 6.08.2009 № 14486).

5.Колодкин В.М., Малых Д.М. Оценка частоты возникновения пожара в зданиях с массовым пребыванием людей. Сборник статей «Безопасность в техносфере», Выпуск . Ижевск 2010, с. 46-52.

6.Кошмаров Ю.А. Прогнозирование опасных факторов пожара в помещении Учебное пособие. - М.: Академия ГПС МВД России, 2000.

7.Fire Growth and Smoke Transport Modeling with CFAST. http://cfast.nist.gov/.

8.Князев Г.П. Прогнозирование динамики эвакуации людей из здания при ЧС. Сборник статей «Безопасность в техносфере», Выпуск 5. Ижевск 2009, с. 63-65.

9.Егоров А.А. Математические модели и алгоритмы эвакуации людей в аварийных ситуациях в учебных заведениях // Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. ГОУ ВПО «Саратовский государственный технический университет», 2008 г.

АРХИТЕКТУРА, МЕТОДОЛОГИЯ СОЗДАНИЯ И ПРИНЦИПЫ РАБОТЫ СЕРВЕРА "БЕЗОПАСНОСТЬ В ТЕХНОСФЕРЕ"

Морозов О.А.

В статье рассмотрены проблемы построения и схемы реализации сервера сервисов по теме «ббезопасность в техносфере».

Ключевые слова: JEE, сервер, архитектура.

В рамках проекта «ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПОСЛЕДСТВИЙ АВАРИЙ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ УЧРЕЖДЕНИИ» нами был разработан сервер сервисов «Безопасность в техносфере».

Основной задачей, для решения которой создается сервер «Безопасность в техносфере», является обеспечение единого центра по формированию документов, связанных с обеспечением безопасности образовательного учреждения, доступного для всех заинтересованных участников и обеспечивающих оперативное управление конечными документами, такими, как паспорт безопасности или декларация пожарной безопасности, в случае изменения параметров самого учреждения, нормативной базы или методов и расчетных схем.

Решение такой задачи сталкивается с определенными трудностями. Так как основной информацией об учреждении является специально дополненная пространственная модель здания (зданий), то в состав сервера должен входить компонент, выполняющий необходимые манипуляции с такой моделью. Такой компонент должен включать специальный редактор, позволяющий создавать и модифицировать пространственные модели, средства хранения и доступа к модели. В рамках требований к серверу один из логичных способов решения задачи является создание такого редактора как доступного удаленного загружаемого объекта (например, в виде апплета), однако существующие на данных момент решения получаются слишком большими и недостаточно функциональными, кроме

того, часто имеющие неудовлетворительный формат данных для представления пространственной модели. Это обусловило необходимость временного решения данной задачи как разработку формата данных и отдельной свободно распространяемой и доступной для скачивания программы для местного редактирования модели. В дальнейшем модель загружается на сервер, формируя необходимые начальные данные для всех последующих расчетов.

Далее, основным результатом работы с сервером является набор документов, отражающих текущее состояние дел с безопасностью на объекте защиты. Но, так как большинство из таких документов является результатами расчетов при моделировании, и кроме того, сам формат их может изменятся в связи с изменениями требований к ним (например, смена паспорта на сертификат пожарной безопасности), то сервер должен в большинстве случаев автоматически поддерживать смену документов на новые, поддерживая механизмы уведомления пользователей, и, в то же время, обеспечивая доступ к старым версиям документов.

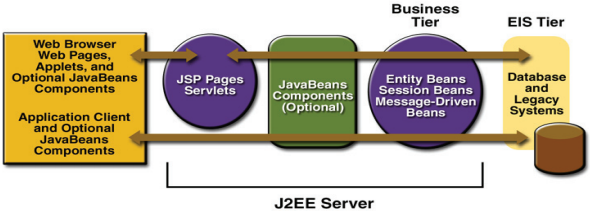
Еще одной проблемой является балансировка вычислительной нагрузки при проведении моделирования. Принципиально различными в данном случае является вопрос о месте проведения расчетов — на стороне клиента или на стороне сервера. В первом случае достигается снижение нагрузки на сервер, однако становиться затруднительным обновление расчетных модулей и взаимообмен данными с остальными частями системы. Во втором случае, так как ряд задач моделирования подразумевает длительные вычисление, становиться необходим специальный режим работы, когда задача обсчитывается в пакетном режиме и пользователю сообщается специальным путем об результатах (например, уведомления).

Отдельной проблемой является существенная неоднородность процессов получения конечных документов. Так, конечным документом оценки соответствия техническому регламенту является простое заключение — соответствует или нет, но в процессе выяснения этого достигается целый набор

замечаний, которые и составляют основную ценность. Кроме того, каждый документ должен быть снабжен данными о процессе моделирования. Но для такого представления обычно не предусмот¬рено никаких стандартных форм отчета, кроме того, объем данных может быть очень велик (существенно больше самого документа).

И, наконец, сервер должен поддерживать модель постепенного развития сервисов — их дополнение, обновление, удаление и т. д., то есть жизненный цикл сервисов должен быть поддержан какой-либо парадигмой.

Для решения вышеперечисленных проблем было принято решение разрабатывать



сервер в виде JEE-решения на основе сервера Jboss. В общем виде архитектура представлена на схеме ниже.

С точки зрения модели JEE основными компонентами решения является:

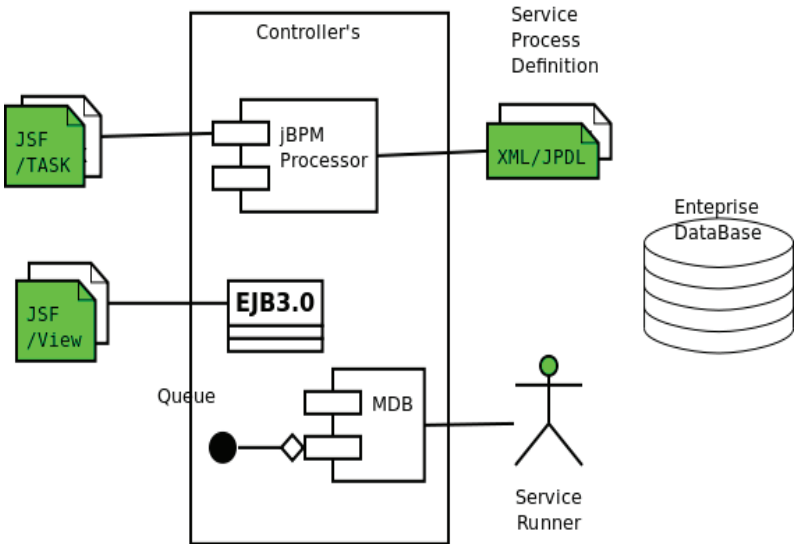
- Уровень представления — данный компонент, в соответствии с моделью уровней JEE, отвечает за взаимодействие с пользователями, представление промежуточных и конечных результатов, обеспечение многопользовательского режима работы. Уровень реализован с помощью представления JSF/Seam.
- Уровень логики — данный компонент отвечает за формирование моделей взаимодействия с пользователем, распределение нагрузки в вычислительном кластере, взаимодействие с удаленными системами и другие.

- Уровень информационных систем — традиционный компонент баз данных, дополненный в нашем случае внешним хранилищем документов.

В рамках данного решения возможны следующие внешние взаимодействия с системой :

Как видно, основным предоставляемым сервисом является интерактивное взаимодействие с пользователем. Дополнительно сервер предоставляет XML-RPC интерфейс, предназначенный для доступа к нему из внешних программ и систем.

Для решения проблем с организацией жизненного цикла сервисов рассмотрим место сервисов среди остальных блоков сервера :



Как видно, сам сервис представлен своими частями, входящими в различные уровни модели JEE.

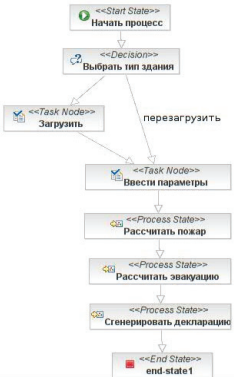
В то время, как спецификации пространственного представления объекта меняются сравнительно редко, а введение промежуточного представления результатов моделирования вместе с поставляемой информацией для эффективной генерации конечных документов позволяет создать независимую подсистему работы с документами, сам сервис может быть просто и транспарентно как для других сервисов, так и для пользователя заменен на новую версию, добавлен или исключен. Так как собственно сервис работает в каком-либо контейнере JEE, то всю работу по поддержке жизненного цикла в момент изменения берет на себя сервер Jboss .

Интеграция сервиса в рамки всего сервера осуществляется в рамках парадигмы проекта управления обеспечения безопасности объекта. Сам объект представлен краткой информацией о себе (меткой), например «ГОУ ВПО Удмуртский государственный университет», дополненной набором пространственных моделей.

Представленные угрозы (классы угроз) формируют возможные документальные описание безопасности. В рамках работы с проектом угрозы могут быть рассмотрены как все, так и некоторое их подмножество. Указанная схема удачно отражает не только состояние безопасности как набор документов, но и степень готовности и уровень продвижения в каждом отдельном случае в виде количества нерешенных задач (проблем). Это позволяет иметь наглядную интегральную оценку состояния дел пользователю.

Данные о пространственной организации объекта хранятся на сервере в едином XML-файле, который служит как исходные данные для всех остальных сервисов. В процессе разработка сервера было принято решение разработать отдельную (внешнюю) программу для создания и редактирования объекта. Пользователь имеет возможность скачать ее с сервера и самостоятельно, возможно, пользуясь набором типовых помещений, создать и в дальнейшем изменять модель объекта. По окончании редактирования он должен загрузить полученный файл в сервер, после чего все документы будут пересозданы заново.

В рамках выполнения проекта на сервере используется представление каждого сервиса как некоторого бизнес-процесса (поддержка выполнения выполнена с помощью jBPM), например, на представленной ниже диаграмме представлена модель бизнес-процесса получения декларации пожарной безопасности:



Кроме стандартных задач создать-отложить-прекратить-в-архив в таблице отражены те задачи, что возникают в ходе выполнения сервисом своего бизнес-процесса. С точки зрения разработчика сервиса в состав сервиса должны входить описание собственно процесса и набор процедур поддерживающих выполнение отдельных автоматических пунктов процесса (кроме данных для интеграции в уровень представления).

Опишем теперь методологию работы клиента с сервером. Как указывалось выше, применяется проектный подход. Единицей работы является проект — это совокупность пространственной и другой информации об объектах, состав рассматриваемых угроз, по каждой угрозе состояние работы в виде набора текущих задач, а также набор доступных документов в разной степени готовности, отражающих безопасность объектов.

Соответственно первый уровень работы клиента связан с управлением проектом. Для выполнения таких работ каждый клиент должен обязательно зарегистрироваться на сервере. При этом используется принцип «один клиент — один проект», то есть для ведения нескольких проектов необходимо зарестрироваться несколько раз. В то же время одновременно к проекту клиент может иметь множественный одновременный доступ. Для облегчения доступа все клиенты объединены в группы.

Второй уровень работы клиента создают задачи по выбору тех угроз и соответственно тех документов, которые отражают необходимый ему уровень описания безопасности объектов проекта.

Третий уровень работы клиента образуют его текущие задачи в рамках проекта с выбранным уровнем безопасности. Это задачи отображаются в суммированном виде на первой странице проекта, а более подробно перечислены на странице управления проектом. Выполнения каждой из них влечет обычно заполнение тех или иных форм, ответы на уточняющие вопросы, произведение выбора.

Последовательность таких действий напоминает широко известную парадигму «wizard»-помощника и определяется бизнес-процессом конкретного сервиса.

В случае программного клиента появляется дополнительная возможность произвести некоторые (частичные вычисления) на сервера, используя интегрированные модули сервера.

Таким образом, применение платформы JEE для построения сервера сервисов «Обеспечение безопасности» позволило разработать методологию построения отдельных сервисов в виде бизнес-процессов. В свою очередь, такая реализация в сочетании с принципом проектного управления деятельностью позволила эффективно решить все проблемы построения сервера. В разработке применялись известные надежные компоненты, реализованные под лицензией LGPL (Jboss,jBPM,FOP). Простота обслуживания компонент и особенности реализации жизненного цикла позволяют с уверенностью утверждать об отсутствии значительных проблем при поддержке длительной работы сервера, а также модификации и развитии его сервисов.

ПРОБЛЕМНО - ОРИЕНТИРОВАННЫЙ СЕРВИС «ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЧАСТОТЫ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ПОЖАРА В ОБЩЕСТВЕНЫХ ЗДАНИЯХ И СООРУЖЕНИЯХ»

Малых Д.М.

В целях определения соответствия здания требованиям пожарной безопасности в порядке, установленном Федеральным законом «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности», следует проводить оценку пожарного риска. Согласно [1] одним из определяющих параметров при оценке пожарного риска является частота возникновения пожара в здании в течение года. Усредненные значения частот возникновения пожара в зданиях определенного функционального назначения для всей территории России приведены в приложении 1 [1]. Однако, при решении ряда задач (например, ранжирование объектов одного функционального назначения по уровню пожарной опасности), требуются уточненные значения частоты возникновения пожара. Уточненные значения частоты должны учитывать имманентные свойства объекта и территории его размещения.

В настоящее время основная часть исследований посвящена оценке частоты возникновения аварий на опасных производственных объектах (нефтеперерабатывающих, газовых, химических и т.д.). Одним из методов оценки частоты возникновения аварии на объекте являются метод «дерева событий» и метод «дерева отказов». В учебном пособии [2] проанализированы различные методы анализа риска, в том числе и метод «дерева событий» и метод «дерева отказов», представлены их преимущества и недостатки. Анализ с помощью «дерева отказов» - начинается с инициирующего события, затем определяются комбинации отказов, которые его вызывают. Преимущества – широко применим, эффективен для описания взаимосвязей отказов, ориентирован на отказы: позволяет отыскивать пути развития отказов системы. Недостатки – большие «деревья отказов»

трудны в понимании, не совпадают с обычными схемами протекания процессов и математически неоднозначны. Метод требует использования сложной логики. Анализ с помощью «дерева событий» - начинается с инициирующих событий, затем рассматриваются альтернативные последовательности событий. Преимущества – дает возможность определить основные последовательности и альтернативные результаты отказов. Недостатки – не пригоден при параллельной последовательности событий и для детального изучения.

Разработаны методические рекомендации, указания по оценке частоты аварийных ситуаций на опасных производственных объектах. В методических указаниях [3] для оценки вероятности реализации аварийных ситуаций и сценариев их дальнейшего развития также рекомендуется использовать метод анализа «дерева отказов и событий».

Работа [4] посвящена оценке безопасности объектов газораспределительной системы металлургических предприятий. Автором разработана факторная логико-вероятностная математическая модель возникновения аварийных ситуаций в системе «работник-техника-среда», методика анализа риска аварий на объектах ГРС металлургических предприятий. Анализ причинно-следственных связей показал, что на основе многофакторного распределения получена оценка степени влияния причин и факторов в форме полиномов линейной регрессии, считая, что основным критерием аварий Q_i (t) является функция множества причин «работник» ($H_1,H_2,...,H_i$) и факторов «работник-среда»($B_1,B_2,...,B_j$) . Предложенная математическая модель возникновения аварий, основанная на статистических данных, даже в первом приближении дает адекватное описание пространственно – временного совпадения действия факторов аварий с 95 % достоверностью по критерию Фишера и с 90 %-ной уверенностью по критерию Стьюдента.

Разработан подход к оценке вероятностей возникновения аварий на нефтеперерабатывающих, нефтехимических и химических предприятиях [5]. Автор предложил давать такую оценку, основываясь на предположении о степенном

распределении аварийных событий на этих предприятиях. На основе распределения Парето даны оценки интервала повторения катастрофических аварий на нефтеперерабатывающих, нефтехимических и химических предприятиях и числа людей, которые могут в них пострадать.

Исследование рисков и причин пожара (на примере горнодобывающих и нефтеперерабатывающего регионов Казахстана) проводилось в работе [6]. Автором установлена закономерность для оценки математического ожидания и имеет вид параболической кривой частоты пожарных происшествий горной отрасли от изменений периода времени, получена многофакторная статистическая модель показателей рисков пожара, позволяющей оценивать исследуемые параметры в зависимости от причин пожаров в горной отрасли для горнодобывающих регионов страны.

В работе [7] описан комплексный вероятностный подход к прогнозированию пожаров, других чрезвычайных ситуаций и последствий от них на основе обработки баз данных с привлечением различных видов распределений вероятностей и аппарата актуарной математики. Исследования проводились по пожарам, произошедшим в Свердловской области. Для прогнозирования возникновения пожара на основании статистики пожаров использовали распределение Феллера, которое представляет собой зависимость вероятности события на объекте в течение какого-то промежутка времени. Предложенный подход может быть применен для прогнозирования других чрезвычайных ситуаций при наличии банка статистических данных. Недостатком данного подхода является то, что отсутствует единая научно обоснованная система сбора статистической информации об авариях.

В статье [8] для оценки вероятности реализации опасности и показателей риска были использованы статистические данные по отказам технических устройств, экспертные оценки и метод «дерева событий» (в соответствии с РД 08-120-96). Автором рассмотрен алгоритм оценки вероятностей аварий и инцидентов на каждом отдельно взятом элементе оборудования опасного производственного объекта. Выделено 2 фактора:

технический ($P(H_{тф})$) и человеческий ($P(H_{чф})$), по причине которых происходит аварийная ситуация. Предложена формула по оценке полной вероятности инцидентов:

$$P(B)=P(Нтф)*P(B|Нтф)+P(Нчф)*P(B|Нчф)$$

где *P(Нтф)* - вероятность возникновения технического фактора;

P(B|Нтф) - вероятность возникновения события В при условии действия технического фактора;

P(Нчф) - вероятность возникновения человеческого фактора;

P(B|Нчф) - вероятность возникновения события В при условии действия человеческого фактора.

Апостериорные вероятности инцидентов могут быть определены по формуле Байеса:

$$P(Нтф|B)= P(Нтф)*P(B|Нтф)|P(B)$$

$$P(Нчф|B)= P(Нчф)*P(B|Нчф)|P(B)$$

Данный алгоритм, по словам автора, позволяет минимизировать риск функционирования технологического объекта за счет более полного учета исходных данных.

В работе [9] описан алгоритм оценки частоты аварий на стационарных объектах. Частоту аварий (v) предложено оценивать по формуле

$$v=10^{-(\bar{N}+n_1+n_2+n_3+n_4)}$$

где $\bar{N}$ - средний для конкретного типа вещества и рода деятельности показатель вероятности аварийной ситуации;

n_1 - поправка на частоту погрузочно-разгрузочных работ;

n_2 - поправка на системы обеспечения пожаробезопасности для огнеопасных веществ;

n_3-поправка, учитывающая организационно-управленческие аспекты обеспечения безопасности;

n_4-поправка, учитывающая вероятность ветра в направлении места компактного размещения, проживающих и/или работающих на территории, прилегающей к объекту.

Но при анализе данного алгоритма выделено несколько замечаний и предложено v вычислять по формуле

$$v = N \cdot 10^{-(N_0 + n_3)}$$

где N - число хранящихся газовых баллонов или погрузочно-разгрузочных операций в течение года;

N_0 - базовый для конкретного типа вещества и рода деятельности показатель вероятности аварийной ситуации.

Для использования данного алгоритма при расчете вероятности аварийной ситуации в России российское научное общество анализа риска предложило установить в качестве общего федерального норматива предельно допустимого уровня индивидуального риска для населения величину, равную:

- 10^{-4} год$^{-1}$ для действующих;
- 10^{-5} год$^{-1}$ для новых установок [9].

Предложен также метод оценки риска возникновения аварии на основе теории надежности [10]. Для оценки вероятности аварийных ситуаций авторы использовали распределение Пуассона. Вероятность возникновения хотя бы одной аварии представляет оценку риска аварии на объекте за период :

$$Q = 1 - P(0, \lambda\tau) = 1 - exp(-\lambda\tau)$$

Вероятность хотя бы одной аварии среди N объектов за время определяется по формуле:

$$Q = 1 - exp(-N\lambda\tau)$$

Частота возникновения аварий на объектах хранения нефтепродуктов для различного оборудования определялась на основе обобщенных статистических данных [11]. При расчете частоты возникновения аварий для оборудования нефтебазы учитывались:

-количество оборудования и протяженность трубопровода;

-частота возникновения инициирующего события того или иного исхода.

Для оценки частоты возникновения аварийных ситуаций

в некоторых случаях применяется распределение Пуассона, так как оно упрощает расчеты и не требует большого количества исходных данных [12]. Вероятность возникновения несчастного случая на производстве определяется по следующей зависимости:

$$P(N,\lambda\tau)=\frac{(\lambda\tau)^N}{N!}\cdot e^{(-\lambda\tau)}$$

где λ – частота возникновения, лет-1;

τ – промежуток времени, лет;

N – число несчастных случаев.

Рассмотренные исследования основываются на статистических данных. Для производственных объектов созданы базы данных, которые содержат информацию об отказах, неисправностях оборудования и вероятностях данных отказов. Но оценку частоты возникновения пожара следует проводить и для общественных зданий.

Применение один из рассмотренных выше методов для оценки частоты - сложная задача, так как недостаточно статистических данных по пожарам в общественных зданиях.

Таким образом, оценка частоты возникновения пожара в общественных зданиях является актуальной задачей. Решение данной задачи представлено в статье.

Проанализировав причины возникновения пожаров в общественных зданиях, выделены факторы, влияющие на частоту возникновения пожара:

- горючесть здания (под горючестью здания понимается средневзвешенное значение горючести материалов строительных конструкций здания), μ_1;

- воспламеняемость здания (под воспламеняемостью здания понимается средневзвешенное значение воспламеняемости материалов строительных конструкций здания), μ_2;

- характеристика скорости распространения пламени по зданию (под характеристикой скорости распространения пламени по зданию понимается средневзвешенное значение характеристик скорости распространения пламени по

поверхностям материалов строительных конструкций здания), μ_3;

- степень износа пожароопасного оборудования здания (например, электропроводки), μ_4;

- удельная энергетическая нагрузка здания (под удельной энергетической нагрузкой здания понимается потребление тепловой и электрической энергии на единицу площади здания), μ_5;

-эффективность пожарной сигнализации в здании (под эффективностью пожарной сигнализации понимается относительная площадь здания, где пожарная сигнализация воспринимается реципиентами риска), μ_6;

-эффективность автоматической установки пожаротушения в здании (под эффективностью автоматической установки пожаротушения понимается относительная площадь здания, где автоматическая установка пожаротушения воспринимается реципиентами риска), μ_7;

-эффективность противопожарного оборудования (под эффективностью противопожарного оборудования понимается относительный объем противопожарных составов, поступающих в здание в единицу времени), μ_8.

Для оценки частоты возникновения пожара построена регрессионную модель. Если $Q_п$ - оценка математического ожидания частоты возникновения пожара в здании в расчете на одного человека в течение года, а μ_i – факторы, определяющие частоту, то раскладывая $Q_п(\mu_i)$ в ряд относительно точки математического ожидания факторов и ограничиваясь первыми членами разложения, имеем

$$Q_n = Q_n(<\mu_i>) + \sum_{i=1}^{n} \beta_i \left(\frac{\mu_i}{<\mu_i>} - 1\right), \beta_i = \frac{\partial Q_n}{\partial \mu_i} \cdot <\mu_i>$$

В этих выражениях: $<\mu_i>$ - математическое ожидание значения i-ого фактора (i = 1,2, ..., n); Q_п (<μ_i>) - значение частоты в точке математического ожидания значений факторов, которое можно аппроксимировать значением $< Q_п >$. Величина $< Q_п >$ определяется функциональным назначением здания. В первом приближении значение частоты варьируется в

пределах K при максимальной вариации значений факторов. Производная, входящая в выражение для β_i, приближается выражением -

$$\frac{\partial Q_n}{\partial \mu_i} = \frac{K \cdot < Q_n >}{n \cdot (\mu_{max} - \mu_{max})}$$

Для каждой характеристики разработаны алгоритмы их количественной оценки. Выбрана шкала изменения основных факторов, влияющих на частоту возникновения пожара так, чтобы значения факторов μ_i изменялись от 0 до 1, то есть

Горючесть здания μ_1 подразделяется на 5 групп. Каждой группе ставится в соответствии количественное значение (табл.1).

Таблица 1. Количественные значения групп горючести материалов строительных конструкций

Горючесть материалов строительных конструкций здания	Количественное значение, баллы
Негорючие	0,2
Слабогорючие	0,4
Умеренногорючие	0,6
Нормальногорючие	0,8
Сильногорючие	1,0

Воспламеняемость здания μ_2 подразделяется на 3 группы. В соответствии с группами определены количественные значения, влияющие на уровень пожарной безопасности (табл. 2).

Таблица2.

Количественные значения групп воспламеняемости горючих строительных материалов

Воспламеняемость горючих строительных материалов	Количественное значение, баллы
Трудновоспламеняемые	0,3

Умеренновоспламеняемые	0,6
Легковоспламеняемые	0,9

Распространение пламени по поверхности горючих строительных материалов μ_3 подразделяется на 4 группы. В соответствии с группами определены количественные значения, влияющие на уровень пожарной безопасности (табл. 3).

Характеристики факторов μ_1, μ_2, μ_3 определялись на основе нормативных документов [13-15], количественные значения определялись с помощью индексного (бального) метода [16].

Степень износа пожароопасного оборудования, встроенного в здание, $\mu 4$, определяется на основе износа электропроводки, отопительного оборудования.

Таблица 3.

Количественные значения групп распространения пламени по поверхности горючих строительных материалов

Распространение пламени по поверхности горючих строительных материалов	Количественные значения, баллы
Нераспространяющие	0,2
Слабораспространяющие	0,4
Умереннораспространяющие	0,6
Сильнораспространяющие	0,8

Оценка характеристики энергетической нагрузки на здание, μ_5, проводится на основе данных по размерам потребления тепловой и электрической энергии, а также нормативных данных по потреблению электроэнергии и тепла зданием:

$$\mu_5 = \frac{E_f}{E_n}$$

где - размер потребления тепловой и электрической энергии зданием, кВтч/м^2·год; - нормативное значение удельного потребления тепловой и электрической энергии зданием, кВтч/м^2·год. Нормативы потребления тепла и энергии общественными зданиями и сооружениями описаны в [17] и представлены в табл. 4.

Таблица 4.

Нормативные значения удельных показателей энергетической эффективности проектируемых, строящихся, реконструируемых и капитально-ремонтируемых общественно-деловых зданий

№	Наименование удельного показателя энергоэф-фективности	Единицы измерения	Базовое значение показателя по фактическому состоянию на 01.01.08 г.	Изменение нормативного удельного показателя энергоэффективности в % к базовому значению над чертой и нормативное значение показателя под чертой
1	Удельное потребление тепловой и электрической энергии зданием	кВтч/м^2·год	375	33,3 250

В соответствии с требованиями нормативных документов средствами пожарной сигнализации должны быть оборудованы все помещения здания или офиса, независимо от их предназначения. Эффективность пожарной сигнализации в здании, μ6, определяется на основе оснащенности помещений здания пожарной сигнализацией.

Порядок и необходимость автоматической установки пожаротушения регламентируется нормативными документами [18, 19]. Эффективность автоматической установки пожаротушения в здании, μ_7, определяется на основе оснащенности помещений здания автоматическими установками пожаротушения.

Эффективность противопожарного оборудования, μ_8, определяется выражением:

$$\mu_8 = \frac{1}{2} \cdot \left(\left(1 - \frac{K_f \cdot V_n}{F_z \cdot H \cdot K_n} \right) + \left(1 - \frac{Q_f \cdot F_n}{F_z \cdot O_n} \right) \right)$$

где K_f - число струй внутреннего противопожарного водопровода в здании, шт.;

K_n - норматив оснащения здания струями внутреннего противопожарного водопровода, шт.;

F_z - площадь здания, м^2;

H- высота здания, м;

V_n-предельный защищаемый объем здания противопожарным водопроводом, м^3;

O_f - количество огнетушителей в здании, шт.;

O_n- норматив оснащения здания огнетушителями, шт.;

Fn-предельная защищаемая площадь здания огнетушителями, м^2.

Нормативы оснащения струями внутреннего противопожарного водопровода, огнетушителями, автоматической установкой пожарной сигнализации, автоматической установкой пожаротушения определены в документах [18, 20, 21]. Согласно [20] внутренний противопожарный водопровод не требуется предусматривать в общественных зданиях и помещениях объемом менее 5000 м^3. В [18] определено необходимое количество первичных средств пожаротушения. В общественных зданиях и сооружениях на каждом этаже должны размещаться не менее двух ручных огнетушителей. Также в [18] указаны нормы оснащения помещений ручными огнетушителями. Для общественных зданий норматив представлен в табл. 5.

Таблица 5.

Нормативы оснащения огнетушителями общественных зданий

Категория помещения	Предельная защищаемая площадь, м^2	Класс пожара	Пенные и водные огнету-шители вмести-мостью	Порошковые огнетушители вместимостью, л/ массой огнетушащего вещества, кг			Хладоновые огнетушители вместимостью 2 (3) л	Углекислотные огнетушители вместимостью, л/ массой огнетушащего вещества, кг	
			10 л	2/2	5/4	10/9		2/2	5 (8) / 3 (5)
Обще-ственные здания	800	А	4++	8++	4++	2+	-	-	4++
		(Е)	-	-	4++	2+	4+	4+	2++

Класс А - пожары твердых веществ, в основном органического происхождения, горение которых сопровождается тлением (древесина, текстиль, бумага), класс (Е) - пожары, связанные с горением электроустановок.

(Знаком «++» обозначены рекомендуемые к оснащению объектов огнетушители, знаком «+» - огнетушители, применение которых допускается при отсутствии рекомендуемых и при соответствующем обосновании, знаком «-» - огнетушители, которые не допускаются для оснащения данных объектов).

Алгоритм оценки частоты возникновения пожара в общественных зданиях реализован в Сервисе «Оценка частоты возникновения пожара» (далее Сервис) Проблемно-ориентированного Ресурса «Безопасность в техносфере» http://rintd.ru/ с использованием языков программирования: HTML, JavaScript. Сервис доступен Пользователю по адресу: http://www.service.rintd.ru/ws.

Первоначальная настройка численных значений параметров Сервиса выполнена разработчиками Сервиса. Например, в табл. 6 представлены значения математических

ожиданий факторов, влияющих на частоту. Показатель варьирования частоты K равен 0,1. В режиме настройки Сервиса Пользователю предоставлена возможность вносить изменения в значения параметров. При необходимости предусмотрен возврат к значениям, предложенным разработчиками.

Таблица 6.

Значения математических ожиданий факторов, влияющих на частоту возникновения пожара

Факторы, влияющие на частоту возникновения пожара в здании	Математическое ожидание
Горючесть материалов строительных конструкций здания	0,4
Воспламеняемость горючих строительных материалов здания	0,5
Распространение пламени по поверхности горючих строительных материалов	0,4
Степень износа пожароопасного оборудования здания	0,37
Энергетическая нагрузка здания	0,9
Эффективность пожарной сигнализации	0,78
Эффективность автоматической установки пожаротушения	0,7
Эффективность противопожарного оборудования	0,65

Работа Пользователя в Сервисе начинается с ввода исходной информации по объекту:

- Функциональное назначение здания;
- Высота здания, м;
- Количество этажей в здании, шт.;
- Площадь каждого этажа здания, м^2;
- Горючесть материалов строительных конструкций здания;
- Воспламеняемость горючих строительных материалов здания;

• Распространение пламени по поверхности горючих строительных материалов;

• Степень износа пожароопасного оборудования здания, %;

• Размер потребления тепловой и электрической энергии, кВтч/м^2·год;

• Оснащенность помещений здания пожарной сигнализацией в здании, %;

• Оснащенность помещений здания автоматическими установками пожаротушения, %;

• Число струй внутреннего противопожарного водопровода в здании, шт.;

• Количество огнетушителей (по типам) в здании, шт.

Результатом работы Сервиса является уточненное значение частоты возникновения пожара в исследуемом здании.

В качестве примера представлена уточненная оценка частоты возникновения пожара в учебных корпусах ГОУВПО «Удмуртский государственный университет», выполненная в рамках Сервиса. Здание относится к учреждению высшего профессионального образования. Математическое ожидание частоты возникновения пожара в учреждении высшего профессионального образования в течение года равно $1{,}398 \cdot 10^{-1}$ [1].

Здание корпуса кирпичное, перекрытия – железобетонные плиты. Стены и деревянные конструкции здания обработаны огнезащитной краской. Характеристика здания представлена в табл. 7.

Таблица 7.

Характеристика здания учебного корпуса № 1 ГОУВПО «Удмуртский государственный университет»

Характеристика здания	Значение
Высота здания, м	18,07
Количество этажей в здании, шт.	4

Площадь здания, $м^2$	9415,1
Горючесть материалов строительных конструкций здания	Негорючие
Воспламеняемость горючих строительных материалов здания	Трудно-Воспламеняемые
Распространение пламени по поверхности горючих строительных материалов здания	Слабо-распространяющие
Степень износа пожароопасного оборудования здания, %	70
Размер потребления тепловой и электрической энергии, $кВтч/м^2 \cdot год$	298
Оснащенность помещений здания пожарной сигнализацией, %	100
Оснащенность помещений здания автоматическими установками пожаротушения, %	0
Число струй внутреннего противопожарного водопровода в здании, шт.	1
Количество огнетушителей в здании, шт.	Пенные и водные -40

Работа Пользователя начинается с выбора типа функционального назначения здания. Классификация типов представлена в [1]. В данном случае - Учреждение высшего профессионального образования. Затем последовательно выбираются данные, отвечающие таблице 7.

В результате обработки информации, приходим к уточненному значению частоты возникновения пожара в здании 1 учебного

корпуса - 1,219·10-1 год-1. Аналогично проведена оценка частот возникновения пожара в других учебных корпусах университета. Характеристика зданий учебных корпусов представлена в таблице 8, результаты представлены в таблице 9.

Описание зданий учебных корпусов:

-№2: кирпичное, перекрытия – деревянные, огнезащитная обработка стен, деревянных конструкций здания производилась;

-№3: кирпичное, перекрытия – деревянные, огнезащитная обработка стен, деревянных конструкций здания производилась;

-№4: кирпичное, перекрытия – деревянные по железобетонным балкам, огнезащитная обработка стен, деревянных конструкций здания производилась;

-№5: кирпичное, перекрытия – железобетонные плиты, огнезащитная обработка стен, деревянных конструкций здания производилась;

-№6: кирпичное, перекрытия – железобетонные плиты, огнезащитная обработка стен, деревянных конструкций здания производилась.

Таблица 8.

Характеристика учебных корпусов ГОУВПО «Удмуртский государственный университет»

Характеристика	Учебный корпус				
	№2	№3	№4	№5	№6
Функциональное назначение	Учреждение высшего профес-сионал-ьного образования	Учреждение высшего профес-сионального образования	Учреждение высшего профес-сионального образования	Учреждение высшего профес-сионального образования	Учреждение высшего профес-сионального образования
Высота здания, м	19,3	14,93	22,6	16,4	21,0
Количество этажей в здании, шт.	4	3	4	4	6
Площадь здания, $м^2$	7532,0	2199,5	5618,1	4226,5	6022,0

Горючесть материалов строительных конструкций здания	Умеренно-горючие	Умеренно-горючие	Слабо-горючие	Негорючие	Негорючие
Воспламе-няемость горючих строительных материалов здания	Умеренно-воспламе-няемые	Умеренно-воспламе-няемые	Умеренно-воспла-меняемые	Трудно-воспламе-няемые	Трудно-воспламеняемые
Распро-странение пламени по поверхности горючих строительных материалов	Умеренно-распро-страняющие	Умеренно-распро-страняющие	Слабо-распро-страня-ющие	Слабо-распро-страня-ющие	Слабо-распространяющие
Степень износа пожароопасного оборудования здания, %: -электропроводка -отопительное оборудование	80 80	70 70	80 80	10 10	10 10
Удельная потребляемая мощность тепловой и электрической энергии, кВтч/м^2·год	290	240	256	260	276
Оснащенность помещений здания пожарной	100	100	100	100	100
сигнализацией, %					
Оснащенность помещений здания автоматическими установками пожаротушения	0	0	0	0	0
Количество струй внутреннего противопожарного водопровода в здании, шт.	1	1	1	1	1

Количество огнетушителей в здании, шт.	Пенные и водные - 31	Пенные и водные - 12	Пенные и водные - 106	Пенные и водные - 33	Пенные и водные - 83

Таблица 9.

Частоты возникновения пожара в учебных корпусах Удмуртского государственного университета.

Наименование здания	Частота возникновения пожара, год$^{-1}$
Учебный корпус № 1	$1{,}219 \cdot 10^{-1}$
Учебный корпус № 2	$1{,}440 \cdot 10^{-1}$
Учебный корпус № 3	$1{,}392 \cdot 10^{-1}$
Учебный корпус № 4	$1{,}311 \cdot 10^{-1}$
Учебный корпус № 5	$1{,}121 \cdot 10^{-1}$
Учебный корпус № 6	$1{,}101 \cdot 10^{-1}$

Значение частоты возникновения пожара во 2 корпусе наибольшее, наименьшее значение частоты в 6 корпусе. Относительная разница в значениях частот для корпусов университета составляет величину порядка 30%. На значение частоты для второго учебного корпуса повлияли характеристики износа здания, размер потребления тепловой и электрической энергии, а также отсутствие автоматической системы пожаротушения в здании.

Сервис позволяет выявить значимые факторы, определяющие уровень противопожарной защищенности здания. Например, если здание учебного корпуса № 1 оснастить автоматической системой пожаротушения, то частота возникновения пожара в здании уменьшиться до величины $1{,}044 \cdot 10^{-1}$ год-1.

Таким образом, Сервис «Оценка частоты возникновения пожара», доступный пользователю по адресу http://www.service.rintd.ru/ws, поддерживает процедуру уточнения частоты возникновения пожара в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности.

Сервис позволяет проанализировать факторы, влияющие на частоту возникновения пожара.

Работа выполнена в рамках гранта АВЦП «Развитие научного потенциала высшей школы» «Паспорт безопасности образовательного учреждения как основа управления рисками в образовательных учреждениях России».

Список литературы

1.Приказ МЧС РФ от 30.06.2009 г. № 382 «Об утверждении методики определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности» (Зарегистрировано в Минюсте РФ 6.08.2009 № 14486).

2.Ветошкин А.Г., Разживина Г.П. Безопасность жизнедеятельности: оценка производственной безопасности. – Пенза: Изд-во Пенз. госуд. архит.-строит. академии, 2002. – с.: илл., библиогр.

3.Методические указания о порядке разработки плана локализации и ликвидации аварийных ситуаций (ПЛАС) на химико-технологических объектах (РД 09-536-03). Постановление Госгортехнадзора России от 18.04.03 № 14 (зарегистрировано Минюстом России 25.04.03 г., рег. № 4453).

4.Гомоюнов Ю.И. Оценка безопасности объектов газораспределительной системы металлургических предприятий. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. Специальность 05.26.03 – Пожарная и промышленная безопасность (металлургия). Москва, 2008 г.

5.Токарев Д.В. Оценка вероятности возникновения аварий на нефтеперерабатывающих, нефтехимических и химических предприятиях // Нефтегазовое дело, 2005. http://www.ogbus.ru.

6.Есенбаев К.Т. Исследование рисков и причин пожаров (на примере горнодобывающих и нефтеперерабатывающих регионов Казахстана). Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. Специальность 05.26.03 – Пожарная и промышленная безопасность,

г. Караганда, 2009 г.

7.Миронов М.П., Маскаева Л.Н., Макурин Ю.Н., Марков В.Ф., Орлов С.А. Применение комплексного вероятностного подхода к прогнозированию пожаров и оценке

ущерба от них // Пожарная безопасность, 2005 г. № 5. С. 110 – 114.

8.Абдулина Е.Р. Моделирование и оценка последствий аварийных ситуаций на опасных производственных объектах // Материалы XXXVII научно-технической конференции по итогам работы профессорско-преподавательского состава СевКавГТУ за 2007 год. Том первый. Естественные и точные науки. Технические и прикладные науки. Ставрополь: СевКавГТУ , 2008.

9.Востоков В.Ю. К вопросу определения частоты аварийных ситуаций на объектах, осуществляющих деятельность с использованием пожаровзрывоопасных и аварийно химически опасных веществ // Проблемы анализа риска. Том 4, 2007, № 4, стр. 413 – 418.

10.Дранишников Л.В., Завгородний В.В. Анализ и оценка риска возникновения техногенных аварий с целью управления их безопасностью на основе информационных технологий http://www.nbuv.gov.ua/portal/natural/NewTech/2008_4/articles/2-16.pdf.

11.Количественная оценка риска аварий на объектах хранения нефтепродуктов Пчельников А.В., Лисанов М.В., Симакин В.В., Сумской С.И. (ФГУП «НТЦ «Промышленная безопасность») http://hazard.fromru.com/RiskPipe/oilBase.htm.

12.Носырев Р.В. Совершенствование системы управления промышленной безопасностью в ОАО «Стройматериалы» http://conf.bstu.ru/conf/docs/0037/1039.doc.

13.ГОСТ 30244-94 «Материалы строительные. Методы испытаний на горючесть». Дата введения 1996-01-01.

14.ГОСТ 30402-96 «Материалы строительные. Метод испытания на воспламеняемость». Введен Постановлением Минстроя РФ от 24 июня 1996 г. N 18-40.

15.ГОСТ 12.1.044-89 «Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения». Дата введения 1991-01-01.

16.Якуш С.Е., Эсманский Р.К. Анализ пожарных рисков. Часть I: Подходы и методы // Проблемы анализа риска, том 6, 2009, № 3. Стр. 8 - 27.

17.Закон города Москвы о региональных нормативах градостроительного проектирования. Нормы и правила энергоэффективного градостроительного проектирования зданий на территории города Москвы. Приложение к постановлению Правительства Москвы от 10 февраля 2009 г. N 75-ПП Проект.

18.НПБ 110-03 Нормы пожарной безопасности «Перечень зданий, сооружений, помещений и оборудования, подлежащих защите автоматическими установками пожаротушения и автоматической пожарной сигнализацией». Приложение к приказу МЧС РФ от 18 июня 2003 г. N 315 «Об утверждении норм пожарной безопасности «Перечень зданий, сооружений, помещений и оборудования, подлежащих защите автоматическими установками пожаротушения и автоматической пожарной сигнализацией» (НПБ 110-03)».

19.СП 5.13130.2009 Свод правил. Системы противопожарной защиты. Установки пожарной сигнализации и пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования. Разработан ФГУ ВНИИПО МЧС России. Внесен Техническим комитетом по стандартизации ТК 274 «Пожарная безопасность». Утвержден и введен в действие Приказом МЧС России от 25 марта 2009 г. № 175. Зарегистрирован Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии.

20.ППБ 01-03 Правила пожарной безопасности в Российской Федерации. Утверждены Приказом Министерства РФ по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий от 18 июня 2003 г. № 313.

21.СНиП 2.04.01-85 «Внутренний водопровод и канализация зданий»(утв. постановлением Госстроя СССР от 4 октября 1985 г. N 189)(с изменениями от 28 ноября 1991 г., 11 июля 1996 г.). Взамен СНиП II-30-76 и СНиП II-34-76. Срок введения в действие - 1 июля 1986 г.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭВАКУАЦИИ ЛЮДЕЙ ИЗ ЗДАНИЯ

Яценко А.А.

Модуль моделирования эвакуации людей из здания предназначен для моделирования эвакуации и оценки времени эвакуации и вероятности эвакуации.

Описание входной и выходной информации

Входными данными модуля служит дерево, где вершины дерева - это помещение, а ребра – порталы (портал – сущность, через которую может пройти человек). Дерево формируется в результате обхода графа в ширину. Данный граф строится в соответствии с заданным в редакторе отображением существующего плана эвакуации.

Выходными данными служит максимальное время эвакуации и вероятность эвакуации.

Описание модели

Реализована модель эвакуации приказа от 30 июня 2009 г. N 382 приложение №2к пункту 10 Методики "Упрощенная аналитическая модель движения людского потока (определение расчетного времени эвакуации людей из помещений и зданий по расчету времени движения одного или нескольких людских потоков через эвакуационные пути выходы от наиболее удаленных мест размещения людей)".

Расчет начинается с самой отдаленной вершины и идет вверх по дереву. При расчете весь путь движения людского потока подразделяется на участки (проход, коридор, дверной проем, лестничный марш, тамбур) с учетом таких геометрических данных, как ширина и длина.

Для каждой вершины рассчитывается плотность однородного людского потока. Если данная вершина дерева имеет потомков, тогда происходит слияние потоков. На следующем этапе происходит расчет интенсивности движения людского потока.

Для ребер (как сказано выше - порталы) рассчитывается интенсивность движения людского потока. И при необходимости высчитывается время задержки движения.

В конце расчета эвакуации определяется риск по формуле (3) приказа от 30 июня 2009 г. N 382.

Результаты моделирование процесса эвакуации людей из здания

На рисунке 4.3.1 представлен снимок экрана, показывающий пример тестового помещения, выполненного в редакторе.

На рисунке 4.3.2 представлено дерево, полученное, в результате обхода графа в ширину.

Помещение под номер 1 является самой верхней вершиной графа, т.к. имеет дверь, ведущую на улицу.

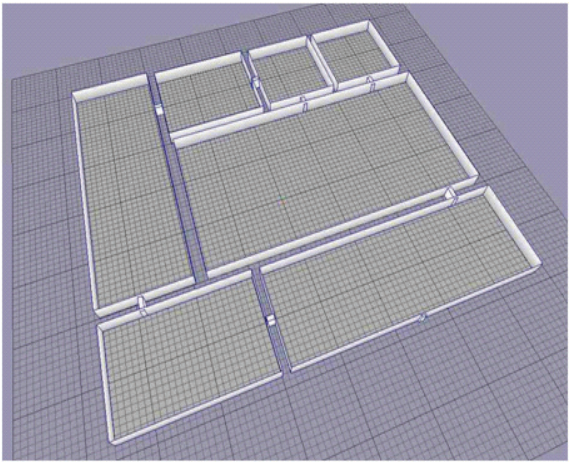


Рис 4.3.1.

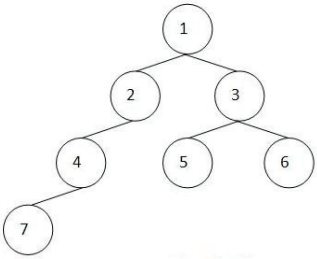


Рис. 4.3.2.

D – плотность однородного людского потока
q – интенсивность движения людского потока
t – время прохождения участка
V – скорость движения

№ помещения	D	q	t	V
1	0,00745579	13,5119	14,4214	60
2	0,013179	1,02109	8,65196	100
4	0.00690911	13.5111	4.71932	60
7	0.0154139	1	1.42641	100

№ помещения	D	q	t	V
1	0,00745579	13,5119	8,74293	60
3	0,00356943	13,526	4,22238	60
5	0,0218959	1	0,809322	100

№ помещения	D	q	t	V
1	0,00745579	13,5119	9,30362	60
3	0,00356943	13,5057	4,78307	60
6	0,0214083	1	1,37002	100

СЕРВИС ПРОГНОЗА ПОСЛЕДСТВИЙ ВЗРЫВА КОНДЕНСИРОВАННЫХВЗРЫВЧАТЫХ ВЕЩЕВСТВ

Ваштиев В.К. Кузнецов А.П.

Взрыв – это процесс освобождения большого количества энергии за короткий промежуток времени. Как правило, любой взрыв несет определенные негативные последствия, разнообразно влияющие на жизнь человека. Таким образом мониторинг и прогнозирование взрывов является актуальной составляющей безопасности современной инфраструктуры.

Сервис прогноза последствий взрыва конденсированных взрывчатых веществ предназначен для прогнозирования последствий взрыва конденсированных взрывчатых веществ (ВВ).

На первом этапе прогнозирования последствий взрыва идет сбор информации о взрывоопасном объекте – пользователю предлагается выбрать:

1.Тип взрывчатого вещества (ТНТ, Гексоген, Тен и др.);

2.Массу ВВ (вводится в килограммах);

3.Тип подложки (Бетон, песок, глина, воздушный взрыв).

Далее пользователю предстоит выбрать пункты формирования отчёта:

1.Табличная зависимость избыточного давления и импульса от расстояния

2.Минимальная оценка радиусов зон поражения

3.Оценка радиусов зон поражения по избыточному давлению

4.Вероятностная оценка радиусов зон поражения

5.Оценка последствий взрыва на заданном расстоянии для выбранного типа объекта/сооружения, находящегося на заданном расстоянии

Для получения результатов расчета пользователю предстоит нажать кнопку «Расчет» и программный модуль начнет анализ.

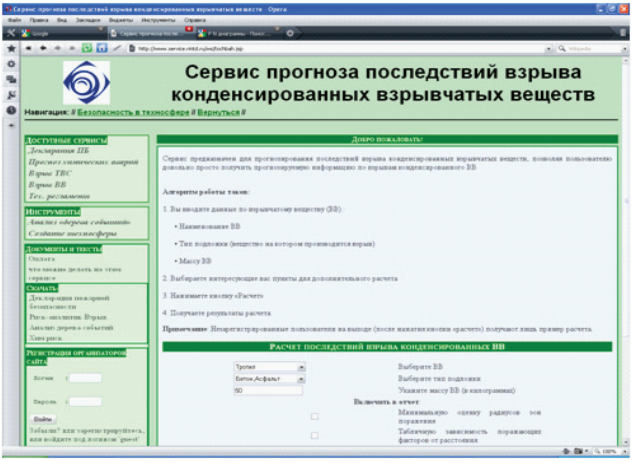


Рис. Вид сервиса в веб режиме

Минимальная оценка радиусов зон поражения включает в себя:

• радиус зоны полного разрушения зданий и смертельного поражения людей

• радиус зоны тяжелого повреждения зданий (подлежат сносу) и тяжелого поражения людей

• радиус зоны среднего повреждения зданий (возможно восстаовление) и среднего поражения

• радиус зоны разрушения оконных проемов и легкосбрасываемых конструкций, а также легких травм людей

• радиус зоны частичного разрушения остекления

Оценка радиусов зон поражения проводится исходя из тротилового эквивалента взрыва по закону подобия Хопкинсона:

$$R=\frac{KC^{1/3}}{\left(1+\left(\frac{3180}{C}\right)^{2}\right)^{1/6}}$$

где K - константа, зависящая от вида поражения, C - тротиловый эквивалент взрыва.

Табличная зависимость избыточного давления и импульса от расстояния – таблица включающая в себя:

• расстояние, м
• приведенное расстояние
• избыточное давление, кПа
• удельный импульс, кПа*сек

Зависимость поражающих факторов взрыва от расстояния вычисляется по формулам М.А. Садовского

$$\Delta P(R) = \frac{0{,}084}{R_n} + \frac{0{,}27}{R_n^2} + \frac{0{,}7}{R_n^3}$$

$$I(R) = 0{,}4 * C^{2/3} / R$$

$$R_n = R / \sqrt[3]{C}$$

кПа*с

где С – тротиловый эквивалент (кг), R – расстояние от точки взрыва (м), – избыточное давление (Па), I – удельный импульс (кПа*сек).

Вероятностная оценка радиусов зон поражения включает в себя:

• радиус зоны повреждений стен промышленных зданий, при которых возможно восстановление зданий без их сноса,
• радиус зоны разрушений промышленных зданий, при которых здания подлежат сносу
• радиус зоны длительной потери управляемости у людей (состояние нокдауна)
• радиус зоны поражения людей с наступлением летального исхода

Оценка радиусов зон поражения по избыточному давлению представляет собой ряд расчетных данных прогноза взрыва ВВ для различных типов объектов:

• основные промышленные сооружения
• складские помещения (кирпичная кладка)
• трансформаторные подствнции (кирпичная кладка)

• линии электропередач
• трубопроводы (заглубление не менее 20 см)
• деревянные одноэтажные жилые дома
• одно- и двухэтажные каменные здания
• лесной массив

Вероятностная оценка радиусов зон поражения

Для оценки последствий взрыва используется модель ущерба при взрыве U(ΔP) = Φ(Pr),

$$\Phi(z)=\frac{1}{\sqrt{2\pi}}\int_{-\infty}^{z} exp(-t^2/2)\,dt=\frac{1+erf(z/\sqrt{2})}{2}$$

где Φ(z) - нормальная функция распределения, Pr – пробит функция

Оценка последствий взрыва на заданном расстоянии для выбранного типа объекта/сооружения, находящегося на заданном расстоянии.

На этом этапе прогноза происходит расчет последствий взрыва выбранного объекта на заданном пользователем расстоянии.

Результаты расчета выводятся в виде расчетного документа и включает в себя ряд прогнозируемых данных, отмеченных пользователем в разделе формирование документа.

СЕРВИС ПО ПРОВЕРКЕ СООТВЕТСТВИЯ ЗДАНИЯ ФЗ №123 “ТЕХНИЧЕСКИЙ РЕГЛАМЕНТ ПО ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ”

Подшивалов М.Е

Не секрет что, в последнее время в России увеличилось количество пожаров, характеризуемых большим объемом сгораемого вещества и достаточно большим количеством пострадавших и погибших в них. Естественно, такая ситуация не может устраивать ни общество, ни государство в целом, ни отдельные структуры, которые непосредственно отвечают за безопасность населения, что приводит к соответствующей реакции с их стороны. Как показывает практика, наиболее адекватным и эффективным решением создавшихся проблем, являются решения руководства страны связанные с модернизацией и ужесточением требований пожарной безопасности, создание новых нормативных актов, учитывающих все более развивающийся рынок новых строительных материалов, зачастую не соответствующих ни пожарным, ни даже экологическим нормам.

Важным шагом на пути создания правовых инструментов является разработка и решение о принятии к использованию Федерального закона от 22 июля 2008 года N 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» и сводов правил, на которые он опирается. Данный технический регламент определяет классификацию зданий и сооружений по производственному принципу, пожарной и взрывопожарной опасности, определяет категории помещений, а так же вводит ряд классификаций необходимых для точного определения и классификации каждого конкретного здания, что необходимо для работы с ним. Технический регламент предъявляет зданиям и сооружениям определенные противопожарные требования, которым полностью должен соответствовать исследуемый объект. Естественно, Федеральный закон не может предусмотреть

абсолютно все нюансы строительства, поэтому он в своей работе опирается на своды правил пожарной безопасности, призванные уточнить и конкретизировать требования регламента. Данные своды правил разработаны в ФГУ ВНИИПО МЧС России и утверждены и введены в действие Приказом МЧС России от 25 марта 2009 г. № 182. При этом в ст. 6 «Условия соответствия объекта защиты требованиям пожарной безопасности» закон предусматривает, что здание соответствует нормам пожарной безопасности в двух случаях: когда здание полностью соответствует нормам технического регламента, и если расчетный пожарный риск на объекте не превышает установленных значений. Такой подход, безусловно, дает возможность выбора методики определения здания на соответствие требованиям, но если рассмотреть сложность проводимых работ по каждому из направлений, то выясниться что пользователю объективно проще провести проверку на соответствие требованиям технического регламента, нежели проводить расчеты, связанные с риском.

Однако при ближайшем рассмотрении методики становится понятно, что специалисты МЧС разрабатывали ее для проверки здания ручным методом, что недопустимо при большом объеме проверяемых зданий. Решением такой проблемы стало создание автоматического сервиса, способного в режиме «вопрос-ответ» произвести необходимую проверку. Необходимость создания данного сервиса очевидна и оправдана, перечисленными выше обстоятельствами. Принцип работы сервиса заключается в выделении из сводов правил пожарной безопасности необходимых для производства расчетов пунктов и статей и построении их в определенном порядке, соответствующему основному логическому принципу от большего к меньшему. К примеру, сначала классифицируется само здание, затем производится обработка каждого из этажей, и только после этого обследуются и классифицируются помещения здания. Такой ход работы позволяет определять конкретное здание и идти уже по более узкому графу решения задачи, что существенно облегчает работу программиста. Для конкретного сервиса выбраны здания с наиболее большим

количеством пребывающих в них людей, это здания категории Ф4.2- здания образовательных учреждений высшего профессионального образования и дополнительного профессионального образования. Алгоритм сервиса построен на самостоятельном внесении пользователем ответов, соответствующих реальности и состоянию его здания, и получении результата в виде документа, определяющего степень соответствия строения нормам технического регламента. Так же программа предусматривает получение пользователем списка недостатков и несоответствий регламенту внесенных ответов, что в последствии позволяет проводить работы по исправлению недостатков здания.

Алгоритм программы состоит из следующих частей:

1.Определение принадлежности здания по эксплуатационному принципу. В этой части определяется принадлежность здания к определенному виду зданий, и определение тех требований, которые необходимо предъявить именно этой категории зданий и сооружений.

2.Определение соответствия здания и помещений категориям взрывопожарной и пожарной опасности.

Далее определяем категорию каждого из помещений. По взрывопожарной и пожарной опасности помещения подразделяются на категории А, Б, В1—В4, Г и Д. (а здания — на категории А, Б, В, Г и Д.)

Определение категории помещения по пожарной нагрузке категории В,

(расчет пожарной нагрузки).

3.Определение категории здания в целом. Здесь определение производится автоматически, посредством указания пользователем категории каждого из помещений зданий, при этом расчет категории всего здания производится методом взаимного исключения и определения количественного соотношения категорий помещений. При этом в некоторых случаях необходимо рассчитывать пожарную нагрузку, данную операцию можно произвести тут же.

4.Определение соответствия путей эвакуации из помещения производится путем определения геометрических

величин путей эвакуации, а так же соответствия длин коридоров и определение предельно допустимых длин коридоров и эвакуационных выходов. Так же здесь проверяется способность лестниц не задымляться в случае пожара и проходимость эвакуационных выходов для того количества людей, которые в реальности находятся в помещении.

5.Определим на соответствие Систему оповещения и управления эвакуацией. Производится путем выбора пользователем того типа системы, какой установлен на его объекте, и проверкой его на соответствие требованиям технического регламента.

6.Проверка электрооборудования на соответствие ТР, здесь пользователь выбирает степень соответствия электропроводки исследуемого здания противопожарным требованиям. Выбор производится иак же довольно просто путем выбора из предложенных вариантов того, который соответствует действительности.

7.Проверка на соответствие внутреннего противопожарного водопровода. Здесь определяется соответствие количества и качества водопровода данному типу зданий, его этажности кубатуре и площади.

8.Расположение огнетушителей. Достаточно важный фактор в первоочередной борьбе с пожарами, особенно эфективны огнетушители при быстром обнаружении открытого горения и адекватных действиях персонала. В данном пункте учитывается достаточно большое количество факторов, начиная от непосредственного наличия огнетушителей и заканчивая их расположением и наличием документации на них. В нашем случае огнетушители располагаются и эксплуатируются павильно, что и показала недавняя проверка здания инспектоами пожнадзора.

9. Проверка на ограничение распространения пожара на объекте. Для более рационального и правильного введения информации в систему здесь необходимо воспользоваться техническим паспортом здания, где внимательно изучить материалы из которых произведено здание, и метериалы межэтажных перекрытий, и выбрать из списка материал мз

которого изготовлено здание. Основным фактором здесь будет являться способность матариала сасостоятельно гореть и/или выделять отравляющие вещества при горении. Каждая часть несет в себе достаточно большое количество распространенных и уточняющих вопросов, направленных на более точное определение соответствия здания техническому регламенту. Ответы на эти вопросы сохраняются системой и при выведении результата играют значительную роль в определении соответствия здания и разработке дальнейшего развития здания и оптимального направления финансовых потоков, направленных на обеспечение противопожарной безопасности.

Для того, что бы более ярко представить как работает данная система, можно попробовать обратится к алгоритму, задаваемому вопросами, и провести проверку реально существующего здания. В нашем случае это будет третий корпус УдГУ, расположенный по адресу г. Ижевск, ул Университетская 1, корпус 3. Итак, отвечаем на вопросы, поставленные системой:

1.Определить принадлежность здания по эксплуатационному принципу

-Производственные и складские помещения.

-Здания сооружения строения иного назначения.

В нашем случае это здание и строение иного назначения.

2. Поскольку мы рассматриваем здания и сооружения иного назначения (с конкретикой на зданиях образовательных учреждений т.е. зданий, сооружений, строений и пожарных отсеков по функциональной пожарной опасности класса Ф4.2 - здания образовательных учреждений высшего профессионального образования и дополнительного профессионального образования (повышения квалификации) специалистов) (ФЗ N 123-ФЗ «ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ЗАКОН ТЕХНИЧЕСКИЙ РЕГЛАМЕНТ О ТРЕБОВАНИЯХ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ», глава 9, статья 32) далее отвечаем на пункт 2.1 в котором определим соответствие здания и помещений категориям взрывопожарной и пожарной опасности (п. 4 СП 12.13130.2009). Для этого:

-Определим категорию каждого из помещений. По взрывопожарной и пожарной опасности помещения подразделяются на категории А, Б, В1—В4, Г и Д. Категории помещений по взрывопожарной и пожарной опасности принимаются в соответствии с таблицей Б1. ПОскольку мы исследуем здание ВУЗа, то по умолчанию получим категорию В1-В4, поскольку именно к этой категории относятся здания данного типа.Но в программе, для исключения действительного несоответствия здания нормам программа предоставляет пользователю возможность выбрать какие категории помещений есть в его здании, однако любой вариант кроме категории В1-В4, повлечет собой несоответствие здания. Выбор производится из следующей таблицы:

Категория помещения	Характеристика веществ и материалов, находящихся (обращающихся) в помещении
А повышенная взрывопожаро-опасность	Горючие газы, легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки не более 28 ^{o}С в таком количестве, что могут образовывать взрывоопасные парогазовоздушные смеси, при воспламенении которых развивается расчетное избыточное давление взрыва в помещении, превышающее 5 кПа, и (или) вещества и материалы, способные взрываться и гореть при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом, в таком количестве, что расчетное избыточное давление взрыва в помещении превышает 5 кПа
Б взрывопожаро-опасность	Горючие пыли или волокна, легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки более 28 ^{o} С, горючие жидкости в таком количестве, что могут образовывать взрывоопасные пылевоздушные или паровоздушные смеси, при воспламенении которых развивается расчетное избыточное давление взрыва в помещении, превышающее 5 кПа

В1—В4 пожароопасность	Горючие и трудногорючие жидкости, твердые горючие и трудногорючие вещества и материалы (в том числе пыли и волокна), вещества и материалы, способные при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом только гореть, при условии, что помещения, в которых они находятся (обращаются), не относятся к категории А или Б
Г умеренная пожароопасность	Негорючие вещества и материалы в горячем, раскаленном или расплавленном состоянии, процесс обработки которых сопровождается выделением лучистого тепла, искр и пламени, и (или) горючие газы, жидкости и твердые вещества, которые сжигаются или утилизируются в качестве топлива
Д пониженная пожароопасность	Негорючие вещества и материалы в холодном состоянии
Примечания 1 Методы определения категорий помещений А и Б устанавливаются в соответствии с приложением А. 2 Отнесение помещения к категории В1, В2, В3 или В4 осуществляется в зависимости от количества и способа размещения пожарной нагрузки в указанном помещении и его объемно-планировочных характеристик, а также от пожароопасных свойств веществ и материалов, составляющих пожарную нагрузку. Разделение помещений на категории В1—В4 регламентируется положениями в соответствии с приложением Б.	

Определение категории помещения по пожарной нагрузке категории В,

(расчет пожарной нагрузки рассчитать тут же) осуществляется на основе приложения Б «Методы определения категорий помещений В1-В4» СП 12.13130.2009

Категория помещения	Удельная пожарная нагрузка g на участке, МДж ? м$^{-2}$	Способ размещения пожарной нагрузки
В1	Более 2200	Не нормируется
В2	1401–2200	В соответствии с Б.2
В3	181–1400	В соответствии с Б.2
В4	1–180	На любом участке пола помещения площадь каждого из участков пожарной нагрузки не более 10 м^2. Способ размещения участков пожарной нагрузки определяется согласно Б.2

$$Q = \sum_{i=1}^{n} G_i Q_{нi}^{р}$$

G_i — количество i-того материала пожарной нагрузки, кг; $Q_{нi}^{р}$ - низшая теплота сгорания i-того материала пожарной нагрузки, МДж кг$^{-1}$.

Удельная пожарная нагрузка g, МДж м$^{-2}$, определяется из соотношения

$$g = \frac{Q}{S}$$

где S — площадь размещения пожарной нагрузки, м^2 (но не менее 10 м^2).

В помещениях категорий В1—В4 допускается наличие нескольких участков с пожарной нагрузкой, не превышающей значений, приведенных в таблице Б.1. В помещениях категории В4 расстояния между этими участками должны быть более предельных. В таблице Б.2 приведены рекомендуемые значения предельных расстояний $l_{пр}$ в зависимости от величины критической плотности падающих лучистых потоков $q_{кр}$, кВт ? м$^{-2}$, для пожарной нагрузки, состоящей из твердых горючих и трудногорючих материалов. Значения $l_{пр}$, приведенные в таблице Б.2, рекомендуются при условии, если Н > 11 м; если Н < 11 м, то предельное расстояние определяется как $l = l_{пр} + (11 – Н)$, где $l_{пр}$ — определяется из таблицы Б.2; Н — минимальное расстояние от поверхности пожарной нагрузки до нижнего пояса ферм перекрытия (покрытия), м.

Таблица Б.2 — Значения предельных расстояний $l_{пр}$ в зависимости от критической плотности падающих лучистых потоков $q_{кр}$

$q_{кр}$, кВт ? м$^{-2}$	5	10	15	20	25	30	40	50
$l_{пр}$, м	12	8	6	5	4	3,8	3,2	2,8

Определим категорию здания в целом: Здание относится к категории В, если одновременно выполнены следующие условия: здание не относится к категории А или Б и суммированная площадь помещений категорий А, Б, В1, В2 и В3 превышает 5 % (10 %, если в здании отсутствуют помещения категорий А и Б) суммированной площади всех помещений.

3.Далее определим соответствие путей эвакуации из помещения на основании СП 1.13130.2009 «Эвакуационные пути и выходы» К ним применятся следующие требования:

3.1 Размеры выхода из помещения не менее 1,9 на 0,8 м (п. 4.2.5 СП 1.13130.2009)

3.2 Помещение должно иметь не менее 2 эвакуационных выходов (п. 4.2.1 СП 1.13130.2009), если:

-в помещении не менее 15 чел.

-в помещениях подвальных и цокольных этажей, предназначенных для одновременного пребывания от 6 до 15 чел., один из двух выходов допускается предусматривать непосредственно наружу из помещений с отметкой чистого пола не ниже 4,5 метра и не выше 5 метров через окно или дверь размером не менее 0,75.1,5 метра, а также через люк размером не менее 0,6х0,8 метра (п. 4.2.1…9 СП 1.13130.2009)

-площадь более 300кв.м

3.3. При этом, если выход не на незадымляемую лестничную площадку, то расстояние между ними равно L, при этом L

$L>=1.5\sqrt{P/n-1}$

3.4. Особые требования предъявляются дверным приемам и направлению их открывания

- двери открываются наружу здания/помещения, кроме помещений где находиться менее 15 человек и санитарных узлов. В нашем случае двери в учебном корпусе открываться по ходу движения наружу здания п. 4.2.6 СП 1.13130.2009)

3.5 Требования к пути эвакуации

-наличие освещения п. 4.3.1 СП 1.13130.2009

-наличие поручней на лестничных пролетах

-ширина лестничного марша не менее ширины дверного проема выходящего на лестничную клетку, но не менее 1.35 м – если на этаже 200 и более человек

-ширина лестничных площадок не менее ширины лестничного марша

-наличие промежуточной площадки в прямом марше лестницы, если есть, то она должна иметь глубину не менее 1 м.

-наличие обособленных выходов с лестничных клеток наружу

-наличие горизонтальной площадки перед выходной дверью, с глубиной не менее 1,5 ширины полотна наружной двери

-наличие обособленного выхода с лестничной площадки с подземных этажей наружу

-если лестницы из подвала и цокольных этажей ведут в вестибюль, то все лестницы должны иметь выход непосредственно наружу

-винтовые, криволинейные на общих этажах не допускаются

-винтовые и криволинейные лестницы допускаются на выходах из служебных помещений, с персоналом не более 5 чел, при этом ширина каждой ступени более 22 см

- уклон лестниц из подвалов, цоколей не более1:1,5

-если высота здания более 28 м, то лестничные клетки должны быть незадымляемыми (Одна из двух лестничных клеток (или 50 % лестничных клеток при большем их числе) должна быть незадымляемой типа Н1.)(эти данные приведены в документации на здание)

-наличие 2 эвакуационных выходов с каждого этажа (если на 2 эта)

-размеры выхода из коридора не менее 1.2 м, при числе эвакуирующихся более 50

-ширина коридора не менее 1.2 м, при числе эвакуирующихся более 50

-длина коридора не более 60 м, если больше, то надо оборудовать самозакрывающуюся перегородку

-расстояние между самозакрывающимися перегородками в коридорах не более 60 м п. 4.3.3 СП 1.13130.2009

-наличие окон в стенах лестничных клеток (обеспечение естественного освещения)

-Вместимость помещений, выходящих в тупиковый коридор или холл должна быть не более 80 чел.

-Расстояние по путям эвакуации от дверей наиболее удаленных помещений до выхода наружу или на лестничную клетку берется из таблицы

	Расстояние м при плотности людского потока при эвакуации ч/м кв.				
	До 2	С 2 до 3	С3 до 4	С 4 до 5	Св 5
ВУЗы	30	25	20	15	10

-определим ширину выхода из гардеробной, для этого, примем число находящихся в ней людей равным 30% от количества крючков в гардеробной. При этом, если полученное число более 50, то ширина дверей не менее 1.2 м. и количество выходов не менее 2.

-температура отопителей и системы отопления не более 150° С

4. Определим на соответствие Систему оповещения и управления эвакуацией

4.1 В ВУЗы с числом этажей до 4 необходима СОУЭ 2 типа

От 4 до 9 – 3 типа

Свыше 9 – 4 или 5 типа

СОУЭ 2 типа должна обеспечивать: звуковой способ оповещения, наличие световых оповещателей «выход», эвакуационные знаки пожарной безопасности, указывающие направление движения;

СОУЭ 3 типа должна обеспечивать: речевой способ оповещения, световые оповещатели «Выход», эвакуационные знаки пожарной безопасности, указывающие направление движения;

СОУЭ 4 типа должна обеспечивать: речевой способ оповещения, световые оповещатели «Выход, эвакуационные знаки пожарной безопасности, указывающие направление движения; Разделение здания на зоны пожарного оповещения, Обратная связь зон пожарного оповещения с помещением пожарного поста-диспетчерской

СОУЭ 5 типа должна обеспечивать: : речевой способ оповещения, световые оповещатели «Выход, эвакуационные знаки пожарной безопасности, указывающие направление движения; Разделение здания на зоны пожарного оповещения, Обратная связь зон пожарного оповещения с помещением пожарного поста-диспетчерской

Координированное управление из одного пожарного поста-диспетчерской всеми системами здания, связанными с обеспечением безопасности людей при пожаре, Возможность реализации нескольких вариантов эвакуации из каждой зоны

пожарного повещения, световые оповещатели, указывающие направление движения людей, с изменяющимся смысловым значением

- Проверяем наличие АУПС, ее соответствие требованиям (по покрываемости территории и защищенности линий кабель каналов) (здесь много вопросов и очень много зависти от типа потолка здания и индивидуальных характеристик АУПС)

Здесь выбор производится довольно просто-в программе есть описание каждой системы и определить ее категорию достаточно просто.

5. Далее производится проверка электрооборудования на соответствие ТР

5.1 проверка кабельных линий кабельных систем системы пожаротушения, должны быть огнестойкими с медными жилами, располагаться отдельно от других кабель-каналов

5.2 Кабельные линии систем оповещения и управления эвакуацией (СОУЭ) и пожарной сигнализации, участвующие в обеспечении эвакуации людей при пожаре, должны сохранять работоспособность вусловиях пожара в течение времени, необходимого для полной эвакуации людей в безопасную зону

6. Проверка на соответствие внутреннего противопожарного водопровода

6.1 минимальный расход воды на одну струю не менее 2.5 л/с

6.2 Число пожарных стволов 1 при числе этажей до 10 и объемом от 5000 до 25000 кубометров; 2 при числе этажей до 10 и объемом свыше 25000 кубометров, 2 при числе этажей свыше 10, но объемом меньше 25000; 3 при числе этажей больше 10 и объемом свыше 25000

7. Расположение огнетушителей.

7.1 наличие огнетушителя в на расстоянии не превышающее 20 м от возможного очага пожара

7.2 расстояние от двери до огнетушителя больше чем ширина створки двери

7.3 проверка тех состояния огнетушителя:

-проводилась проверка огнетушителя за последний год да/нет,

-сроки перезарядки огнетушителей (не позднее 5 лет)

-наличие этикетки на огнетушителе с содержанием по виду срокам технического обслуживания

-наличие журнала учета и проверки огнетушителей

8. Проверка на ограничение распространения пожара на объекте.

8.1 Наличие пристроев к зданиям, их назначение (по функциональной пожарной опасности)

-если есть, то не допускается пристраивать зданиям классов функциональной пожарной опасности Ф1.1 и Ф4.1.

- указанные объекты, пристраиваемые к зданиям классов функциональной пожарной опасности Ф1.2, Ф1.3, Ф1.4, Ф2, Ф3.1 и Ф3.5 (с наличием помещений класса функциональной пожарной опасности Ф5), следует отделять противопожарными стенами 1-го типа.

-Объекты класса функциональной пожарной опасности Ф4.2, пристраиваемые к общественным объектам иного назначения, следует отделять противопожарными стенами 2-го типа.

Поскольку здание корпуса не имеет пристроев и дополнительных помещений, а стены и перекрытия выполнены в соответствии с требованиями пожарной безопасности (первые из кирпича М125, вторые из железобетонных плит соответственно).

Результатом такой проверки будет являться заключение о соответствии здания ФЗ№123 “ТЕХНИЧЕСКИЙ РЕГЛАМЕНТ ПО ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ “ в котором будет указано соответствует нормам техрегламента и здание не соответствует нормам технического регламента. По желению пользователя, он может получить более подробную информацию о своем здании, где будет указано, какие нормы нарушаются на исследуемом объекте, и на какие именно пункты правил ссылается каждое из нарушенных требований.

Однако, у данного сервиса есть один серьезный недостаток – данные которые вводит пользователь являются его объективной точкой зрения и могут не соответствовать реальности, что достаточно серьезно скажется на получаемом

результате.

Основным же преимуществом данного сервиса считаю его способность определять соответствие здания техническому регламенту, которое может быть произведено непосредственно владельцем здания или его арендатором, для определения и возможного повышения уровня пожарной безопасности эксплуатируемого здания. Ярким преимуществом этой программы является ее инновационность, новизна и актуальность, в том числе и для сотрудников органов противопожарного надзора, которые могут использовать ее в своей работе.

ПРОВЕРКА СООТВЕТСТВИЯ И ЭФФЕКТИВНОЙ РАБОТЫ СИСТЕМ АВТОМАТИЧЕСКОЙ ПОЖАРНОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ И СИСТЕМ ОПОВЕЩЕНИЯ И ЭВАКУАЦИИ ЛЮДЕЙ ПРИ ПОЖАРЕ

Мущинкин В.А.

За словом «Пожар» часто скрывается трагедии многих людей. В огне ежегодно гибнут тысячи людей, сгорает имущество на многие миллионы. Возрастающие потери от пожаров вызывают все большую озабоченность и привлекают к себе внимание применением все более эффективных мер противопожарной защиты. Как показывает опыт, эффективным направлением в решении проблемы противопожарной защиты зданий и сооружений является внедрение современных устройств и систем пожарной сигнализации. Раннее обнаружение небольшого очага возгорания пожарным извещателем и передача тревожного сигнала на дежурный пункт пожарной части позволяют своевременно принять необходимые меры и ликвидировать очаг пожара на начальной стадии его развития.

В обществе бытует мнение, что достаточно установить пожарную сигнализацию, и вы навсегда будите, защищены от чрезвычайных ситуаций. Но статистика в последние годы говорит обратное, что не все системы пожарной сигнализации могут быть надежными и эффективными.

В системе пожарной сигнализации применяются различные типы пожарных извещателей, приборы приемно-контрольные, объектовые устройства. Каждое устройство имеет свои технические характеристики и выполняет определенные функции в конкретных условиях применения.

Выходным показателем того или иного устройства, системы пожарной сигнализации является эффективность. Система может считаться эффективной, когда все критерии работы системы противопожарной защиты Р_ПЗ будут ниже на два порядка, и будет обеспечена безопасная эвакуация людей.

Как в любой системе, буть она проводной или беспроводной (радиоканальной), с технической точки зрения очень важно уже на этапе проектирования оценить надежность и эффективность системы пожарной сигнализации и предусмотреть возможные меры её повышения.

Алгоритм создание электронного ресурса для проверки соответствия и эффективной работы систем автоматической пожарной сигнализации и систем оповещения и эвакуации людей при пожаре необходим для деятельности не только фирм проектирующие и монтирующие системы пожарной сигнализации, но и облегчит работу надзорным органам.

Разработанный инструментарий позволит на начальном этапе формирования оптимального выбора типов и количества пожарных извещателей, систем сигнализации и оповещения, линий связи (проводных или беспроводных), определить уровень надежности.

Разработанный инструментарий позволит проводить сопоставление эффективного срабатывания систем пожарной сигнализации и систем оповещения и управления эвакуацией при пожаре людей, так как используется единая методика оценки степени безопасности и надежности.

Создания электронного ресурса для проверки соответствия и эффективной работы систем автоматической пожарной сигнализации и систем оповещения и управления эвакуации людей при пожаре весьма актуальна в условиях роста количества чрезвычайных ситуаций с массовой гибелью людей. Необходимо выделить системы пожарной сигнализации с высокими уровнями надежности и живучести для эффективной защиты зданий и сооружений различных классов функциональной пожарной опасности. Создание единой базы данных проводных и беспроводных (радиоканальных) систем пожарной сигнализации для определения эффективной противопожарной защиты позволит минимизировать индивидуальный и социальный пожарные риски, а также повысить уровень пожарной безопасности в зданиях и сооружениях.

Список литературы

1.Лебедев В.С. Справочник инженера пожарной охраны. – М: Инфра-Инженерия, 2005.-608-628с.

2. Обухов Ф.В. Пожарная безопасность. – М: Недра, 1975.-35-37с.

3.Приказ МЧС России от 30.06.2009г. № 382 «Об утверждении методики определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности» (Зарегистрировано в Минюсте РФ 06.08.2009 № 14486).

4.Титков В.И. Научно-техническое обеспечение противопожарных и аварийно-спасательных работ. – М, 1993.-61-62с.

5.Шаровар Ф.И. Методы раннего обнаружения загораний. – М: Стройиздат, 1988.-3-5с.

6.Шаровар Ф.И. Устройства и системы пожарной сигнализации. – М: Стройиздат, 1985.-365-373с.

Часть II.
Экологическая безопасность

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ БИОЛОГИЧЕСКОЙ РЕКУЛЬТИВАЦИИ НЕФТЕЗАГРЯЗНЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ С ПРИМЕНЕНИЕМ ПРЕПАРАТА «УРОЖАЙ-С»

Е.А. Борисова

Одним из наиболее приоритетных загрязнителей окружающей среды сегодня является нефть. Ее повсеместная распространенность и негативное воздействие на почвенно-растительный покров, атмосферный воздух, поверхностные и подземные воды, экологические системы и здоровье населения отмечаются на всех стадиях освоения нефтяных месторождений - от бурения до промышленной переработки, ликвидации оборудования и доставки потребителю[1].

Загрязнение нефтью и нефтепродуктами вызывает значительные, преимущественно неблагоприятные, и трудно обратимые изменения в почвенных экосистемах. Согласно имеющимся данным в настоящее время в России нуждается в рекультивации 1,2 млн. гектара земель, пострадавших от различных типов загрязнений, в том числе и нефтяного. Эта проблема является наиболее актуальной и в Удмуртии - республике нефтедобычи и нефтепереработки. По расчетам специалистов, в результате аварий на магистральных и внутрипроизводственных нефтепроводах, из-за несовершенства технологии нефтедобычи, аварийных и технологических выбросов и пр. в окружающую среду попадает примерно 3 % от объема всей добытой нефти [2]. Естественное самоочищение почв, от нефтяного загрязнения - процесс длительный, продолжающийся от одного до нескольких десятилетий в зависимости от природных условий района, где произошел аварийный разлив нефти, а также от химического состава и физических свойств самого ксенобиотика [3].

Что касается физических, термических и химических методщв разрушения нефтяных углеводородов, то они, способствуя интенсификации их разложения, не обеспечивают полного удаления нефтепродуктов из почвенного слоя и могут

являться дополнительным источником поступления загрязняющих веществ в окружающую среду [4]. В настоящее время как наиболее перспективные и эффективные способы очистки рассматриваются технологии мобилизации природных резервов почвенных экосистем, направленные на разложение нефти и нефтепродуктов. Очистка почв и грунтов путем внесения специальных культур микроорганизмов – является одним из наиболее распространенных способов рекультивации.

На данное время разработано множество методик и предложено достаточное количество препаратов для биологической рекультивации нефтезагрязненных земель. Состав и свойства входящих в препарат « Урожай-С» элементов и микроорганизмов позволяет предположить возможность применения данного препарата на этапе биологической рекультивации нефтезагрязненных земель. Главным достоинством исследуемого биологического удобрения является то, что его получают в результате переработки органических отходов агропромышленного комплекса. Это позволяет решить одновременно три важные экологические задачи: утилизацию отходов, поддержание плодородия почв и рекультивацию нефтезагрязненных земель.

В связи с этим актуализируется проблема изучения влияния биологического удобрения на основные характеристики почв, на энергию прорастания и прирост биомассы растительности, чтобы по полученным результатам сделать вывод о возможности применения данного биопрепарата при биологической рекультивации нефтезагрязненных земель. По данной проблеме нами было проведено исследование, в ходе которого использовались образцы грунта фирмы «Плодородие», обработанные для создания выровненного фона нефтезагрязнения, а так же для имитации аварийного загрязнения, различными нефтепродуктами: (нефть (Покровское месторождение), Бензин А-95, дизтопливо, керосин, машинное масло. Был взят также контрольный незагрязненный образец почвы. Почва была распределена в коробки объемом 1 литр по 1кг поверх дренажной системы из керамзита.

В ходе исследований соблюдался постоянный температурный режим – 20°С. Для каждого микроорганизма существует минимальная температура, ниже которой рост его не наблюдается, оптимальная – при которой микроорганизм растет с наибольшей скоростью и максимальная – выше которой роста не происходит. Для исследуемых микроорганизмов оптимальной температурой является 16°С.

Также для микроорганизмов огромное значение имеет содержание влаги в почве и состав почвенного воздуха: высокое содержание влаги обеспечивалось регулярным поливом, доступ кислорода обеспечивался нахождением на открытом воздухе.

На основании ранее проведенных исследований наиболее эффективная доза внесения удобрения зафиксирована в пределах 0,5...0,7 т/га. В данных исследованиях бала взята доза 0,5 т/га, на основании чего удобрение разводилось водой в пропорции 1:20. Концентрация разбавленного удобрения составляла 1 л/м2, периодичность внесения – 1 раз в десять дней.

Для биологического мониторинга в качестве тест-растения был выбран кресс-салат сорта «Дукат» селекционно-семеноводческой фирмы «Гавриш». Количество семян – 36 штук на 1 коробку. Выбор кресс-салата обусловлен в первую очередь быстрой всхожестью его семян и достаточной чувствительностью к содержанию в почве нефтепродуктов. Кресс-салат использовался в полевых экспериментах по нефтезагрязнению почв в исследованиях Артемьевой и Штине (1985 г). По их данным токсическое действие на высшие растения в лабораторных условиях проявляется при концентрациях выше 50 мл/кг почвы: семена кресс-салата теряли всхожесть и погибали. В исследованиях нефть вносилась в концентрации 150 мл/кг почвы. В целях равномерного распределения ксенобиотика осуществлялось перемешивание почвы ручным способом.

Опыты проводились по следующим схемам:

Опыт№1

почвогрунт + нефть

почвогрунт+ машинное масло.

почвогрунт+дизтопливо

почвогрунт+бензин

почвогрунт+керосин

Опыт № 2

почвогрунт + нефть + « Урожай-С»

почвогрунт+ машинное масло+ « Урожай-С»

почвогрунт+дизтопливо+ « Урожай-С»

почвогрунт+бензин+ « Урожай-С»

почвогрунт+керосин+ « Урожай-С»

Опыт проводился в двухкратной последовательности.

После посева семян осуществлялся равномерный полив водой, рыхление. В опыте № 2, почва обрабатывалась препаратам двухкратно: сразу после посева семян и повторная обработка через 10 дней после высева. Через три недели после прорастания семян производился сбор растений и взвешивание их надземной биомассы.

Результаты проведенных химических анализов опытных образцов и взвешивания прироста надземной части растений, а так же энергия прорастания семян представлены в табл. 1.

Таблица 1

Результаты проведенных анализов

Образец	Энергия прорастания, дни	Биомасса, гр.	Гумус,%
Бензин	7	0,54	28,87
Керосин	6	0,94	32,9
Дизтопливо	6	0,6	31,78
Нефть	5	0,9	27,39
Машинное масло	5	0,3	22,7

Бензин+«Урожай-С»	4	1,8	6,07
Керосин+«Урожай-С»	4	2,8	6,08
Дизтопливо+«Урожай-С»	4	1,2	12,87
Машинное масло+«Урожай-С»	3	2,41	8,549
Нефть+«Урожай-С»	3	2,45	7,36
Контроль	2	3,3	5,12

Для наглядности все полученные в ходе исследований результаты представлены в виде диаграмм (Рис. 1-4) .

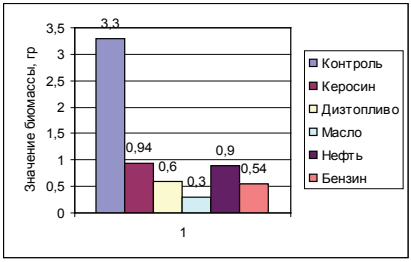


Рис. 1 Значения биомассы через девять недель без применения препарата «Урожай-С».

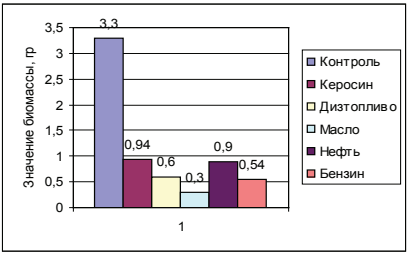


Рис. 2 Значения биомассы через девять недель с применением препарата « Урожай-С»

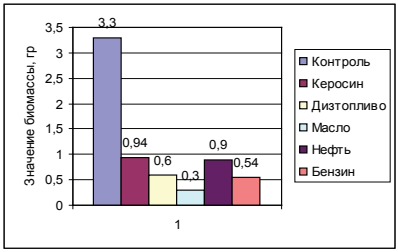


Рис. 3 Содержание гумуса в образцах без применения «Урожай-С»%

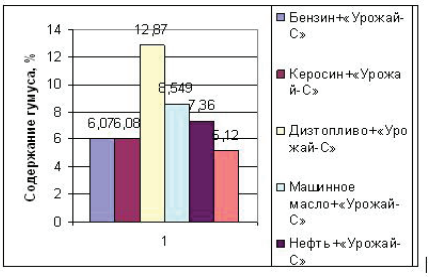


Рис. 4 Содержание Гумуса в образцах с применением « Урожай-С»

Для определения содержания нефти в образцах применялся косвенный метод – определялся процент содержания гумуса в почве[67]. В состав гумуса входят органические вещества, в том числе и углеводороды. Таким образом содержание нефти в образцах вычисляется по формуле:

$$N = P – K \ (\%),$$

где N – процент содержания нефти в анализируемом образце,
P – процент содержания гумуса в анализируемом образце,
K – процент содержания гумуса в контрольном образце.
Полученные данные представлены в табл.(2)

Таблица 2

Содержание нефтепродуктов в почвенных образцах

Нефтепродукт	Без «Урожая-С»,%	С « Урожаем-С»,%
Бензин	23,75	0,95
Керосин	27,69	0,96
Дизтопливо	26,66	7,75
Нефть	22,77	2,24
Масло Масло	17,58	3,42

Для наглядности результаты представлены в диаграммах. (Рис 5, 6)

Недостатки примененного в данном исследовании метода не позволяет с высокой точностью определить увеличение содержания гумуса и снижение содержания нефти в образцах.

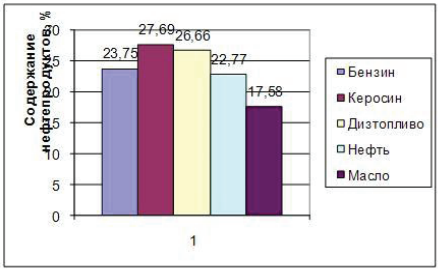


Рис. 5 Процентное содержание нефтепродуктов в образцах без применения « Урожай-С»

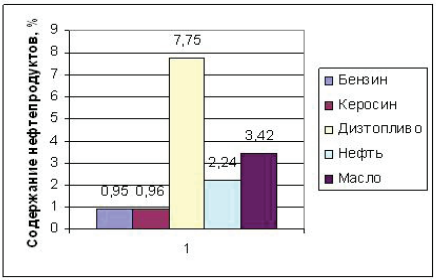


Рис. 6 Процентное содержание нефтепродуктов в образцах с применением « Урожай-С»

В ходе исследований предложено использовать данное удобрение при биологическом этапе рекультивации нефтезагрязненных почв, т.к. оно насыщено активными микроорганизмами, среди которых стимуляторы роста растений, а также нефтедеструкторы.

В ходе исследования были получены следующие результаты :

1.Изучены характеристики органического удобрения «Урожай-С», проведены исследования действия биоудобрения «Урожай-С» на содержание нефтепродуктов в загрязненной почве, на состояние растительности для получения практических данных его эффективности. Выявлено увеличение прироста биомассы надземной части растений.

2.На основе проведенной работы разработана методика и практические рекомендации по применению исследуемого препарата.

3.Рассчитано, что после применения препарата содержание нефти и нефтепродуктов при загрязнении 150 мл/кг за шесть недель уменьшается в среднем на 20%. По результатам химических исследований на содержание нефтепродуктов в почве было выявлено, что наиболее высокие результаты наблюдаются при рекультивации с применением препарата почв, загрязненных керосином.

Таким образом, исследования показали, что данный препарат обладает положительными свойствами как минерального (постоянный химический состав, простая технология использования, низкая доза внесения, отсутствие семян сорняков) так и органического удобрения (повышение плодородия почв), а также разлагает нефть и нефтепродукты.

Список литературы

1.Гусакова Н.В. Химия окружающей среды. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2004.

2.Фахрутдинов А.И., Алехин В.Г., Малышкина Л.А. Результаты рекультивации нефтезагрязненных территорий с применением бактериального препарата // Наука и образование XXI века: Сборник тезисов докладов конференции молодых

ученых ХМАО. Ч. 1. – Сургут: Изд-во СурГУ, 2001. – С. 55-56

3.Глазовская М.А. Способность окружающей среды к самоочищению / М.А. Глазовская // Природа. – 1979. – № 3. – С. 67-78.

4.Абросимов А.А. Экология переработки углеводородных систем. – М.: Изд. Химия, 2002. – 608 с.

ПОДХОДЫ И МЕТОДЫ ИЗУЧЕНИЯ РЕКРЕАЦИОННОГО ПОТЕНЦИАЛА ТЕРРИТОРИЙ

Е.А. Борисова

В условиях, когда техногенная цивилизация, принесшая человечеству немало благ, связанных с научно-техническим прогрессом, в то же время поставила жизнь Земли на грань экологической катастрофы совершенствование природопользования, экологическая обоснованность всей хозяйственной деятельности, в том числе и рекреационной, стала настоятельной и неотложной задачей современности. Эффективность и результативность такой деятельности, а также процессов изучения рекреационного потенциала территории во многом зависит от действенности используемых подходов и методов. Учитывая, что рекреационная сфера является функциональной подсистемой территориально-общественной системы, то при исследовании представляется возможным использование методологических основ, свойственных наукам изучающим широкий круг проблем взаимоотношения человеческого общества и природы.

Анализ соответствующей литературы показывает, что в настоящее время сложилось многообразие подходов и методов, используемых в современных исследованиях данной проблемы. Подход- это «философская, методологическая позиция исследователя, его стратегия». Метод же (от греч. Methodos- путь, исследование, прослеживание) – способ достижения определенной цели, совокупность приемов или операций практического или теоретического освоения действительности. Метод исследования, в отличие от подхода, предстает как тактика исследования, как «система приемов сбора, обработки и представления информации для планомерного и целенаправленного решения теоретических и практических задач» [2].

Для исследования рекреационного потенциала природных комплексов представляется возможным использование тех подходов, которые сложились в современной науке. Это –

1) системно- диалектический; 2) территориальный; 3) целевой; 4) типологический; 5) исторический и 6) социальный подходы. Каждый из этих подходов выполняет свои определенные функции и играет свою роль.

Наиболее значимым является системно-диалектический подход, позволяющий воспринимать изучаемое явление как целостное системное образование, находящееся в постоянном функционировании, развитии, самодвижении [1]. С данных позиций для наиболее полного и эффективного изучения рекреационного потенциала территории необходимо учитывать все разнообразие слагающих его компонентов (природных, транспортных, социальных и др.), находящихся в постоянном взаимодействии. Кроме того, использование системно-диалектического подхода позволяет не только описывать и объяснять процессы функционирования, но и разрабатывать различные модели развития, обозначить направления совершенствования и управления изучаемого явления как целостной системы.

Крайне необходим и территориальный подход, учитывающий территориальные особенности, в том числе и в рекреационной сфере деятельности и способствующей оптимизации пространственно-временной организации общества и регионального развития. Позволяя учесть пространственную дифференциацию ландшафтного разнообразия, насыщенность рекреационными объектами и прочим, данный подход в то же время является связующим в системной методологии. Это потому, что именно на территории происходит фокусирование процессов взаимодействия компонентов в географическом пространстве [1]. Что касается целевого подхода, то он предполагает изучение явлений, процессов и объектов с точки зрения их важности (значимости) для достижения определенной конечной цели. Упор при этом делается на изучение не структуры системы, а целей ее функционирования и развития, то есть на конечные результаты [3]. Относительно рекреации, сущность данного подхода видится в определении наиболее эффективного использования рекреационного потенциала территории, в

оценке факторов функционирования всего комплекса с позиций возможных целей и приоритетов его перспективного развития. Это дает возможность правильно анализировать сложившуюся ситуацию в определенной сфере, изучить сочетание факторов и проблем их развития, разработать предложения по планированию и управлению.

Типологический же подход предполагает расчленение и упорядочение региональных объектов с помощью группировок, типологии, классификации, зонирования, ареалирования, районирования. Для изучения рекреационного потенциала территории данный подход успешно используется различными исследователями благодаря широкому разнообразию форм его применения. Типологический подход может выступать в качестве стратегии исследования в случае, как подчеркивает Костяев, если требуется выявить дифференциацию, региональные тенденции и закономерности в развитии совокупности объектов и на этой основе предложить конструктивные пути решения существующих проблем [3].

Что касается исторического подхода, то он позволяет проследить ход формирования и развития различных образований, выявляет закономерности и тенденции их функционирования. Возрастающая роль данного подхода объясняется его важным значением при обосновании направлений перспектив функционирования территориально-общественных систем, разработке прогнозных вариантов развития территориальных явлений и процессов. По мнению Шарыгина исторический подход дает возможность вскрыть временный аспект территориальных систем, выявить их динамику [1]. В рекреационном отношении данный подход применяется в целях изучения развития данной отрасли, характера использования рекреационного потенциала территории, выявления проблем его использования.

Для выявления условий жизни населения, общественных потребностей и возможностей их удовлетворения применяется социальный подход, включающий в себя проведение разнообразных социологических исследований и опросов.

Успешное проведение того или иного исследования

требует использования одного или нескольких методов, представляющих собой «систему сбора, обработки и представления информации для планомерного и целенаправленного решения теоретических или практических задач» [2].

За последнее время был проведен ряд исследований в отношении рекреационного потенциала территории, отличающихся разнообразием взглядов как на природу данного явления, так и на использование методов для его изучения. Для определения эффективности функционирования рекреационной отрасли в пределах определенных территорий, либо при проектировании новых рекреационных районов существенное значение имеет оценка факторов, влияющих на осуществление такого рода деятельности. Достаточно плодотворной в этом плане является работа, проделанная отечественными учеными Г. В. Голицыным и Л. Т. Кутеповой [4].Они предлагают при планировке зон отдыха оценивать леса с различных точек зрения: гигиенического качества, эстетической ценности и устойчивости к посещению.

Гигиеническая оценка с их точки зрения может включать следующие категории:

1)древостой сухие, светлые (средней полноты) с участием сосны;

2)древостой влажные, тенистые (высокоплотные) с участием березы, ели

3)древостой сырые, загущенные с участием осины, ольхи;

4)леса по болоту.

Критерием эстетической оценки является разнообразие породного состава, возраст и бонитет древостоев. По этим параметрам авторы выделяют следующие виды:

1)наиболее живописные леса (чистые боры, смешанные леса с большим участием сосны);

2)средние (смешанные леса с преобладанием ели, березы);

3)ниже среднего (смешанные леса с преобладанием осины, темные ельники без подлеска);

4)плохие (низкобонитетные, мелколесье с преобладанием осины и ольхи).

Оценка же устойчивости древостоев к массовой посещаемости в первом приближении делается по породному составу, бонитету и состоянию травяного покрова. Наиболее устойчивыми являются древостой с преобладанием лиственных пород, малоустойчивыми - с преобладанием хвойных, болеечувствительных к нарушению водно-воздушного режима почв из-за ее уплотнения при антропогенном воздействии. На такие деления накладывается оценка по бонитету и сомкнутости травяного покрова.

В работе А.И. Тарасова [5] хорошо отражена проблема ценности лесов. Ценность древостоя определяется им по балльной шкале, которая учитывает влияние следующих факторов рекреационно-эстетического качества: полнота древостоя, порода, дефицитность лесов, возраст древостоя, внешние факторы, лесохозяйственное состояние. Интервал оценки от 0 до 10-20 баллов. Такая методика оценки позволяет выделить 4 разряда лесов:

1 разряд (75-100 баллов) - особо высокоценные, уникальные леса;

2 разряд (50-75 баллов) - все остальные высокоценные леса или обычные леса в лесодефицитной местности;

3 разряд (25-50 баллов) - обычные леса, а также малоценные или

несформировавшиеся насаждения в лесодефицитной местности;

4 разряд (менее 25 баллов) - малоценные во всех отношениях для туризма

леса.

Рекреационно-эстетическая ценность лесов дополняется характеристикой по местоположению, то есть учитывается их расположенность от города, курорта, морского побережья. В данном аспекте важным ее показателем является время проезда до леса в один конец. По данному критерию выделяются ближние, среднеудаленные и дальние леса. В итоге 4 градации по разрядам и 3 по удаленности позволяют

выделить 12 туристских категорий леса. В зависимости же от категории леса предполагается размещение предприятий: гостиниц, музеев, учреждений питания и др. Одним из ведущих природных факторов, обусловливающих пространственную организацию отдыха, является климат. Оценку погодных условий для летних видов рекреационной деятельности можно найти в работах Н.А. Даниловой [6]. Автор, опираясь на исследования И. С. Кандрора и Е. М. Ратнера [7], определявшим взаимосвязь между температурой поверхности тела человека, его физиологическим состоянием (теплоощущение, потоотделение, терморегуляторная нагрузка) и типом погоды, дает рекреационную оценку погодных условий и выделяет следующие ее виды:

1)комфортные погоды - наиболее благоприятные, когда возможны все виды летней рекреационной деятельности без всяких ограничений;

2)прохладные субкомфортные погоды;

3)жаркие субкомфортные погоды - летняя рекреационная деятельность имеет некоторые ограничения;

4)дискомфортные - летние виды рекреации затруднены (температурные условия, дни с сильным ветром, дождем и другими неблагоприятными условиями).

В нашей стране одной из первых работ, в которых приводится методика оценки природных условий для организации отдыха является работа Ю. А. Веденина и Н. Н. Мирошниченко [8]. В качестве исходных территориальных единиц для проведения данной оценки авторами были выбраны физико-географические провинции СССР. На начальном этапе работы выделяются природные факторы, создающие предпосылки для организации крупных рекреационных районов, отличающиеся в зависимости от их влияния на медико-биологическое состояние человека и функциональную организацию территории.

При этом учитывалась сезонная неоднородность требований различных видов отдыха и туризма к природным условиям. Для летних видов были выбраны следующие факторы - продолжительность благоприятных температурных

условий, продолжительность солнечного сияния, термическая характеристика вод морей, относительная влажность воздуха, рельеф, растительность, заболоченность. Для зимних видов – продолжительность благоприятных температурных условий, продолжительность солнечного сияния, ветровой режим, снежный покров, рельеф, растительность. Далее для оценки каждого природного фактора были определены соответствующие значения показателей. В соответствии с этим была принята 5-балльная система для оценки территории по отдельным природным факторам, причем 4 балла ставились за наиболее благоприятные условия и 0 баллов за исключающие организацию отдыха и туризма условия. Также авторы отмечают неодинаковую ценность отдельных факторов для целей рекреации, поэтому придают им различный вес. Основные факторы, в отличие от дополнительных, получили коэффициент 2. Итоговый же балл пригодности территории проводится по сумме баллов всех природных факторов. Исходя из полученных данных, все провинции были разделены на 5 категорий: наиболее благоприятные, благоприятные, относительно благоприятные, малоблагоприятные, неблагоприятные для организации крупных рекреационных районов.

Значительный интерес представляет работа Е. А. Котлярова [9]. Автор подчеркивает необходимость создания форм кооперирования рекреационной и сопутствующих отраслей. Такой формой он считает территориально-рекреационный комплекс (ТРК), который обладает рядом специфических черт: является частью общего территориально-производственного комплекса, представляет собой сочетание рекреационных учреждений и сопутствующих предприятий инфраструктуры, объединенных тесными связями, а также совместным использованием географического положения, природных и экономических ресурсов территории, занимаемой комплексом. При этом каждый ТРК имеет свою историю формирования, присущую ему стадию развития, свою характерную структуру и внутреннюю территориальную организацию.

Производя в свое время районирование Азербайджана, Е.А.Котляров выделяет 8 рекреационных районов и проводит их оценку. В ее основу были положены автором следующие факторы: продолжительность благоприятных температурных условий, наличие морского побережья, характер рельефа, наличие лесов, рек, озер и водохранилищ, транспортных магистралей. В результате была определена рекреационная пригодность каждого района. Для этого использовались следующие градации: 5 баллов – наиболее благоприятные условия, 4 балла – весьма благоприятные, 3 балла – благоприятные, 2 балла – пригодные для частичного использования, 1 балл – непригодные. Помимо этого был определен коэффициент пригодности каждой местности, которая рассчитывается по формуле: $К_{пр}=С_{фр}/С_{фм}$, где $С_{фр}$ – сумма функций (видов рекреационной деятельности) региона, $С_{фм}$ – сумма функций местности.

Пермскими учеными М. Д. Шарыгиным, Т. В. Субботиной, С. Б. Фоминых [1] была предложена другая формула рекреационного потенциала территории, которая имеет следующий вид:

$$РП=К_1К'+К_2Г+К_3Ж+К_4Р+Э+П,$$

где РП - рекреационный потенциал;

$К_1,К_2,К_3,К_4$ - вес значимости природных компонентов в общем итоге;

К - гидро-климатический потенциал;

Г - геолого-геоморфологические особенности территории;

Ж-(животный мир), Р- (растительный мир) - биологический потенциал;

Э - экологическая ситуация в районе;

П - привлекательность территории.

В работе Э. Л. Файбусовича и Л. В. Чечетовой [10] предлагается методика оценки природных условий для, как отмечают авторы, планового, бытового туризма (для спортивного же она должна отличаться). Оценка условий производится для зимних (средняя температура января, высота снежного покрова, продолжительность залегания снежного

покрова, скорость ветра, природные зоны) и летних (средняя температура июля, число дней со среднесуточной температурой >10°С и >20°С, природные зоны) его видов. Для каждого условия выбирались значения показателей по 4-ступенчатой шкале: наиболее благоприятные,благоприятные, относительно благоприятные, неблагоприятные. В результате определяется степень благоприятности природных условий для определенных видов туризма.

Методика рекреационной оценки территории приводится также в работе В. Б. Нефедовой и др. [11]. Для ее осуществления выделяются 5 факторов: климат, рельеф, лесная растительность, водоемы, условия познавательного отдыха. Для каждого из них вводится 5-ти ступенчатая оценочная шкала: наилучшие условия, хорошие, удовлетворительные, плохие и весьма плохие. Например, условия познавательного отдыха подразделяются следующим образом: наилучшие – многочисленные и разнообразные объекты; хорошие – многочисленные; удовлетворительные – малочисленные; плохие – незначительные, однообразные; весьма плохие – единичные объекты. Затем определяется рекреационное качество территории – от лучшего (1 класс) до непригодного (5 класс) для определенного вида отдыха.

Таким образом, рекреационная деятельность как избирательный вид деятельности, все более и более становится необходимым условием нормальной человеческой жизнедеятельности, условием продолжения самого производства. При этом необходимая интенсификация рекреационной деятельности актуализирует проблему оптимизации рекреационных нагрузок на природные комплексы в целях предотвращения их деградации. Суть проблемы - обоснование оптимальной экологической нагрузки на природные комплексы путем установления нормативов рекреационного воздействия на них. Все это требует, прежде всего, разработки принципов и методов определения рекреационного потенциала соответствующих территорий. Они, учитывая основные факторы рекреационного воздействия (вытаптывание, сбор растений, выжигание, загрязнение

отдельных участков и т.д.), должны показать ответные реакции растительных сообществ и почвенного покрова, их устойчивость и способность более или менее быстро возвращаться к «исходному состоянию» после выхода из стрессовых ситуаций.

Список литературы

1.Шарыгин М.Д. Территориальные общественные системы/Перм. ун-т. – Пермь, 2003.

2.Дзенис З.Е. Методология и методика социально-экономгеографических исследований. – Рига: Зинанте, 1980.

3.Костяев А.И. Подход и метод в социальго-экономической географии// Современные проблемы социальной географии. – Иркутск, 2003.

4.Голицын Г. В., Кутепова Л. Т. Влияние массового туризма на биогеоценозы леса. – М.: МГД, 1975.

5.Тарасов А.И. Проблема оценки леса в совершенной буржуазной экономике №5-167, 1973.

6.Данилова Н.П. Природа и наше здоровье. – М., 1977.

7. Кандрор И.С., Ратнер Е.М. Физиологические принципы санитарно- климатического районирования территории СССР. – М., 1974.

8. Веденин Ю.А., Мирошниченко Н.Н. Оценка природных условий для организации отдыха. – М., 1969.

9.Котляров Е.А. География отдыха и туризма. Формирование и развитие территориальных рекреационных комплексов. – М.: Изд-во Моск. унив-та, 1981.

10.Файбусович Э.Л., Чечетова Л.В. Методика оценки природных условий для туризма // Краеведение и туризм. – М., 1972.

11.Нефедова В.Б. Рекреационное использование территорий и охрана лесов. – М.: Лесная промышленность, 1984.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОДУКТА АНАЭРОБНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ НАВОЗА В КАЧЕСТВЕ УДОБРЕНИЯ НА ЛЁГКИХ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВАХ УДМУРТСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

Т.Ю. Бортник,
Е.В. Лекомцева, Т.Е. Иванова

Сельскохозяйственное производство, являясь одним из самых экологичных видов деятельности человека, в то же время может быть и причиной загрязнения окружающей среды. В этом аспекте наиболее сильное отрицательное влияние оказывает промышленное животноводство. Накапливающиеся в огромных количествах жидкие формы органических удобрений отличаются рядом неблагоприятных особенностей: повышенным количеством возбудителей заболеваний, плохими органолептическими и физическими свойствами и др., что делает применение их в агроэкосистемах небезопасным в экологическом отношении и сложным – в техническом плане. В настоящее время наука рассматривает разнообразные пути утилизации отходов животноводства; одним из перспективных способов является анаэробная переработка [3,5].

Биоэнергетические установки, работающие по принципу метанового сбраживания, успешно работают за рубежом и в России. В результате анаэробной переработки органических отходов получают горючий биогаз, который можно использовать на нужды хозяйства, и жидкий эффлюент (шлам). Многими исследованиями было установлено, что эффлюент воз-можно применять в качестве органического удобрения; при этом повышение урожайности сельскохозяйственных культур составляет 15-20 % [1, 4, 6, 2]. В настоящее время подобная установка работает в Сюмсинском районе Удмуртской Республики.

Кафедрой агрохимии и почвоведения ФГОУ ВПО Ижевская ГСХА с 2005 г. было предпринято изучение возможности использования жидкого продукта анаэробной переработки навоза крупного рогатого скота в качестве

органического удобрения под сельскохозяйственные культуры. Данное удобрение получило условное название «РосПочва». Продукт содержит более 90 % воды, содержание элементов питания: N – 3.59 %; P_2O5 – 1.48 %; K_2O – 1.79 % на абсолютно сухое вещество; патогенные микроорганизмы в нем отсутствуют.

В течение 2006-2008 гг. изучалось влияние удобрения «РосПочва» на урожайность и качество продукции овощных культур. Основные исследова-ния были проведены в д. Якшур Завьяловского района Удмуртской Республики на дерново-подзолистой среднеокультуренной супесчаной почве, близкой к нейтральной, очень высокообеспеченной подвижным фосфором и обменным калием, с содержанием 1.44 % гумуса. В 2006-2008 гг. исследования проводились с репчатым луком и столовой морковью, в 2007-2008 гг. с белокочанной капустой.

Так как удобрение «РосПочва» является нетрадиционным удобрением – продуктом сбраживания навоза, было интересно сравнить его действие с исходным веществом – несброженным (нативным) навозом. При этом важно выдержать рекомендации по внесению азота; в овощеводстве практикуют достаточно высокие дозы – 100-150 и более кг д.в./га. Было запланировано внесение азота в дозе 130 кг д.в./га. Результаты этого опыта представлены в таблице 1. Как видно, нативный навоз в такой дозе не способствовал достоверному увеличению урожайности, действие его было близким к поливу водой и в значительной мере уступало удобрению «РосПочва», где получена достоверная прибавка урожайности 5.1 т/га.

Таблица 1

Сравнительная эффективность органических удобренийпри использовании под репчатый лук

Вариант	Урожайность, т/га	Отклонение от контроля	
1.Без удобрений (контроль)	15.4	-	

3 Нативный навоз (по азоту 130 кг д.в./га)	16.3	0.9	5.84
4 «РосПочва» (по азоту 130 кг д.в./га)	20.5	5.1	33.1
$НСР_{05}$		3.0	17.5

Следует отметить, что применение несброженного навоза оказало в ка-кой-то степени угнетающее действие на развитие растений лука; в этом варианте высока доля мелких луковиц.

По аналогичной схеме было проведено сравнительное изучение действия удобрения «РосПочва» и несброженного (нативного) навоза при использовании под морковь. Дозы удобрения были определены из расчёта 115 кг азота в действующем веществе на гектар. Применение органических удобрений в указанных дозах не оказало положительного влияния на урожайность моркови. Угнетение растений, появление уродливых корнеплодов наблюдается при внесении высоких доз неразбавленных удобрений, особенно нативного навоза, где выход товарной продукции составил 75 %, а при внесении воды и удобрения «РосПочва» - 81- 82 %.

В условиях Нижегородской области были проведены исследования с относительно невысокими дозами (не более 1 т/га) аналогичного удобрения «Урожай-С», которое является продуктом переработки птичьего помёта. Использование данного удобрения в разбавленном виде (в 10 и 20 раз) позволило получить прибавки урожайности различных сельскохозяйственных культур в пределах 10-34 %. Эффективность таких малых доз удобрения авторы объяснили присутствием в метанизированном шламе биологически активных веществ (фитогормонов), что подтверждено соответствующими исследованиями [7]. В связи с этим в 2006-2008 гг. нами было предпринято изучение эффективности удобрения «РосПочва» в опытах с луком и морковью в дозах 2, 4 и 6 т/га при разбавлении водой в 20 раз. Под белокочанную капусту дозы составили 4, 6, 8, 10 и 12 т/га разбавленного в 20 раз удобрения. Трёхлетние исследования показали высокую

эффективность относительно малых доз изучаемого удобрения. Максимальная урожайность лука репчатого и моркови столовой получена при дозе 4 т/га с разбавлением водой в 20 раз, где прибавки соответственно составили 3.9 т/га и 4.6 т/га. Прибавка урожайности стандартных корнеплодов моркови в этом варианте составила 7.6 т/га. Для белокочанной капусты оптимальная доза 10 т/га с разбавлением в 20 раз, при этом получена прибавка урожайности 10.9-17.8 т/га. Выявлено положительное влияние поливов удобрением «РосПочва», разбавленным водой в 20 раз, на качество продукции овощных культур: в луке репчатом повышение содержания аскорбиновой кислоты на 2.8-4.8 мг/100 г и содержания водорастворимых сахаров на 0.7-1.2 %; снижение содержания нитратов в луке репчатом на 2.0-3.0 мг/кг, в моркови столовой на 13-21 мг/кг; в капусте белокочанной повышение содержания сухого вещества на 2.0 % и водорастворимых сахаров на 0.2-0.7 % .

Подробный анализ почвенных образцов, отобранных, как до посева, так и после уборки культур, показал, что применение удобрения в изучаемых дозах не оказывает существенного влияния на агрохимические показатели почвы. Не выявлено снижения содержания подвижных форм элементов питания во всех опытах. Можно предположить, что доступные элементы питания накапливаются в результате повышения микробиологической активности почвы, так как известно, что продукт метанового сбраживания служит источником энергии и питательных веществ для деятельности бактерий. Это способствует повышению растворимости важных химических питательных веществ, содержащихся в почве, а, следовательно, усвоению их высшими растениями [3, 2]. В этом случае продукт анаэробного питания навоза (удобрение «РосПочва») играет роль биостимулятора. Эту гипотезу можно проверить, исследуя биологические свойства почв. Был проведен анализ биологической активности почвы методом аппликации, при котором выявлено влияние удобрения «РосПочва» на степень разложения льняных полотен (таблица 2).

Таблица 34

Влияние удобрения «РосПочва» на степень разложения льняных полотен в дерново-подзолистой супесчаной почве, %

Вид жидкости (В)	Доза жидкости, т/га (А)	Глубина, см (С)			Среднее
		0-10	10-20	20-30	
Вода	Без воды	26.4	35.3	46.0	35.9
	40	28.1	39.5	55.8	41.1
	80	32.6	42.0	65.1	46.6
	120	37.1	58.2	67.6	54.4
	Среднее	31.0	43.8	58.6	44.5
«РосПочва»	Без удобрений	26.4	42.5	51.8	40.2
	38+2	28.5	46.3	63.2	46.2
	76+4	39.8	52.3	78.9	57.0
	114+6	44.3	65.6	73.3	61.1
	Среднее	34.8	51.7	66.8	51.1
$НСР_{05}$ частных различий А		9.3			
$НСР_{05}$ частных различий В		12.4			
$НСР_{05}$ частных различий С		8.5			
$НСР_{05}$ главных эффектов А		3.8			
$НСР_{05}$ главных эффектов В		3.6			
$НСР_{05}$ главных эффектов С		3.0			

Согласно данным таблицы 2 степень разложения полотен возрастает с глубиной их закладки. В слое 0-10 см этот показатель составил 26.4-44.3 %, что соответствует слабой и средней степени разложения по Д.С. Звягинцеву; в слое 10-20 см – 35.3-65.6 %, степень разложения средняя и сильная; а в слое почвы 20-30 см полотна разложились на 46.0-78.9 %, преобладает сильная степень разложения. Очевидно, что изучаемое удобрение быстро проникает в подпахотный слой,

и разложение ткани на глубине 20-30 см происходит поэтому более интенсивно, чем при внесении воды. Если в слое 0-10 см этот показатель составил 26.4-44.3 %, что соответствует слабой и средней степени разложения по Д.С. Звягинцеву; в слое 10-20 см – 35.3-65.6 %, степень разложения средняя и сильная; а в слое почвы 20-30 см полотна разложились на 46.0-78.9 %, преобладает сильная степень разложения. Очевидно, что изучаемое удобрение быстро проникает в подпахотный слой, и разложение ткани на глубине 20-30 см происходит поэтому более интенсивно, чем при внесении воды. Если в слое 0-10 см разница между показателями составила 4.9 %, в слое 10-20 см – 8.1 %, то в подпахотном слое – 9 %. В зависимости от доз полива степень разложения полотен возрастает от 38.0 % на контроле до 43.6-57.8 % в вариантах с поливами при НСР главных эффектов по фактору А – 3.8 %. Наиболее активно полотна разлагаются при дозе полива 120 т/га. Следует отметить, что степень разложения полотен достоверно зависит от полива удобрением «РосПочва» по сравнению с поливами водой. В среднем этот показатель возрастал на 6.6 % под влиянием удобрения при $НСР_{05}$ главных эффектов по фактору В – 3.6 %.

Биологическую активность почвы характеризует также интенсивность выделения CO_2, так как решающая роль в продуцировании CO_2 принадлежит биологическим факторам. Были проведены учёты данного показателя под всеми культурами по методике В.И. Штатнова в модификации Б.Н. Макарова.

В среднем за 2007-2008 гг. выделение углекислого газа из почвы находилось в зависимости от доз поливов: на контроле данный показатель составил 71.4 мг CO_2 /м^2 • час, а в варианте с поливом в дозах 80 и 120 т/га – 74.4 и 84.6 мг CO_2/м^2 • час соответственно при НСР05 главных эффектов по фактору А – 9.2 мг CO_2/м^2 • час. Заметно выражено положительное влияние на данный показатель изучаемого удобрения «РосПочва»: от внесения удобрения интенсивность выделения углекислого газа составила 82.9 мг CO_2/м^2 • час, а от поливов водой – 70.3 мг CO_2/м^2 • час при $НСР_{05}$ главных эффектов по фактору В – 3.6 мг CO_2/м^2 • час. Наиболее эффективно на этот показатель

повлияла доза внесения удобрения 80 т/га – интенсивность выделения углекислого газа в этом варианте составила 84.4 мг $CO_2/м^2$ • час, а в варианте с поливом водой – 64.3 мг $CO_2/м^2$ • час при $НСР_{05}$ частных различий по фактору В – 7.2 мг $CO_2/м^2$ • час.

Обобщая проведенные исследования, можно сделать заключение о том, что использование удобрения «РосПочва» на дерново-подзолистых почвах Удмуртской Республики в качестве органического удобрения способствует получению высокой урожайности экологически чистой овощной продукции, а также оказывает положительное влияние на биологические свойства почвы. Таким образом. продукт анаэробной переработки навоза крупного рогатого скота является перспективным биоорганическим удобрением и может быть использован в овощеводстве открытого грунта в условиях Среднего Предуралья.

Список литературы

1.Баадер В., Доне Е., Бренндорфер М. Биогаз: теория и практика. – М., 1982. – 148 с.

2.Варламова Л.Д. Эколого-агрохимическая оценка и оптимизация применения в качестве удобрений органосодержащих отходов производства. – автореф. дисс. на соиск. уч. степ. д.с.-х.н. – Саранск, 2007. – 42 с.

3.Дубровский В.С.,. Виестур У.Э. – Метановое сбраживание сельскохозяйственных отходов. – Рига: Зинатне, 1988. – 204 с.

4.Дубровский В. С. Опыт переработки свиного навоза в анаэробных условиях // Копрологические аспекты промышленного животноводства. – Ужгород, 1985. – С. 33-34.

5.Маринин В.Д. – Экономически целесообразные методы переработки навоза на животноводческих предприятиях. – Москва, 1990. – 119 с.

6.Тарасов С.И. Анаэробная переработка бесподстилочного навоза. – М.: Агропромиздат, 1988. – 6 с.

7.Фомичева Е.В., Мохов В.В. К вопросу об эффективности

применения биоорганического удобрения «Урожай-С» // Агрохимия и экология: история и современность. – Мат. Междун. науч.-пр. конф. – Т. 2. – Нижний Новгород, 2008. – С. 231-236.

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА И ПУТИ БЛАГОУСТРОЙСТВА САНИТАРНО-ЗАЩИТНОЙ ЗОНЫ ОАО “ИЖСТАЛЬ”

С.Н. Волотских, И.Л. Бухарина

Экологическая оптимизация городской среды – актуальная проблема современных городов. Она стоит перед многими промышленными центрами Урала и в том числе перед городом Ижевск. ОАО “Ижсталь” является ярким примером промышленного предприятия находящегося в черте города и влияющего на экологическую обстановку города

Предприятие имеет первый класс опасности. Расположено предприятие в низменности, юго-западней центральной части города, на южном берегу Ижевского водохранилища. Особенности рельефа местности и микроклиматические условия его расположения крайне неблагоприятны для экологической обстановки в городе. Предприятие производит углеродистые, нержавеющие жаропрочные марки стали и серого чугуна. Основные загрязнители: оксид углерода, оксид азота, фенол, формальдегид, бензапирен и взвешенные вещества.

В связи со спадом производства, суммарный выброс загрязняющих веществ в атмосферный воздух за последнее десятилетие сократился на 10.2 тыс.т/год, и в последние годы составляет 6 561.7 т/год. Это примерно 40% от объема выброса, производимого предприятиями города Ижевска.

Предприятие относится к Центральной промышленной зоне с повышенными значениями ИЗА (> 1.5), взвешенных веществ (> 0.4 ПДК) и СО (> 0.5 ПДК). В целом почвы характеризуются высоким суммарным показателем загрязнения (СПЗ = 32-128 и более).

При учете розы ветров для нашего города, выбросы предприятия подвержены выносу на жилые районы, а именно на центральную часть города Ижевска.

Также на территории санитарно-защитной зоны (СЗЗ) предприятия проходит крупная автотранспортная магистраль

12552 единиц, что соответствует средней интенсивности движения транспортного потока. Основными транспортными средствами являются легковыми автомобили. Уровень загрязнения $К_{со}$=13.3 мг/м^3 при ПДК = 5 мг/м$^{3.}$

Почвы в санитарно-защитной зоне предприятия «Ижсталь» имеют кислотность, равную 6.95, низкое содержание гумуса – 2.17%. При этом они характеризуются слабой уплотненностью и пониженной влажностью. Элементы минерального питания составляют: NH4+ – 107.27; NO_3- – 18.18; P_2O_5 – 270.56; $К_2О$ – 170.27 мг/кг почвы. Почвы являются обеспеченными основными элементами минерального питания, за исключение нитратного азота.

Санитарно-защитная зона ОАО «Ижсталь» составляет 50584.2 м^2 из них 7335.9 м^2 занимают древесные насаждения. Густота насаждений составляет 74 шт./ га (деревьев) и 6 шт./ га (кустарников), что значительно ниже нормативов (1000 и 2200 шт./га соответственно). Площадь озеленения составляет 20 % (при норме минимального озеленения 50 %). Со стороны селитебной территории отсутствует защитная полоса насаждений, которая по норме должна быть не менее 50 м. В целом характер озеленения и благоустройства санитарно-защитной зоны предприятия «Ижсталь», являющегося одним из основных загрязнителей города, не соответствует предъявляемым нормам и требует значительной реконструкции. Видовой состав насаждений санитарно-защитной зоны промышленного предприятия ОАО «Ижсталь» представлен 25 видами, из них 15 видов деревьев и 10 видов кустарников. Наиболее крупным семейством, представленным в озеленении, является семейство Березовые Betulaceae, вид береза повислая (Betula pendula Roth.) составляет 27.2% породного состава. Несмотря на довольно широкий видовой состав насаждений, широко используются в озеленении примерно 2-3 вида древесных растений. Наибольший удельный вес среди видового состава занимает тополь бальзамический (Populus balsamifera L.), береза повислая (Betula pendula Roth.) и липа мелколистная (Tilia cordata Mill.). У деревьев распространено поражение листовой пластинки точечным и краевым некрозом

липа и тополь). Из пороков (патологий) ствола преобладают прорость открытая, сухобокость и кривизна ствола. Состояние древесных насаждений представлено в таблице.

Таблица

Состояние древесных насаждений санитарно-защитной зоны ОАО «Ижсталь»

Вид растения	Всего растений, шт.	Состояние растений, %		
		хорошее	удовлетворительное	неудовлетворительное
Береза повислая	99	70	21	2
Тополь бальзамический	85	39	55	6
Липа мелколистная	60	25	73	2
Ясень обыкновенный	33	48	22	30
Тополь лавролистный	33	33	58	9
Вяз шершавый	26	42	58	-----
Рябина обыкновенная	18	72	28	----
Ива белая	14	71	29	-----
Насаждения в целом	405	51,4	43,2	5,4

Наибольшее количество растений неудовлетворительного состояния характерно для ясеня обыкновенного.

В результате проведенных исследований можно однозначно сказать , что СЗЗ предприятия не соответствует нормам и требует перепланировки и других мероприятий по благоустройству, а именно:

1.Увеличение процента озеленения территории за счет древесно-кустарниковых насаждений с высокой пыле- и газоустойчивостью;

2.Создание придорожной полосы озеленения на основных автотранспортных магистралях , находящихся на территории СЗЗ (в основном за счет кустарников);

3.Благоустройство газонов для увеличениязадержки попадания загрязняющих веществ в почву;

4.Планировка мероприятий по уборке и благоустройству территории СЗЗ.

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ПЕРЕМЕШИВАНИЯ И ПОДОГРЕВА СБРАЖИВАЕМОГО ОСАДКА В БИОРЕАКТОРАХ С ПОМОЩЬЮ ПРОИЗВОДИМОГО БИОГАЗА

В. Н. Диденко,
Д. Н. Попов, А. М. Непогодин

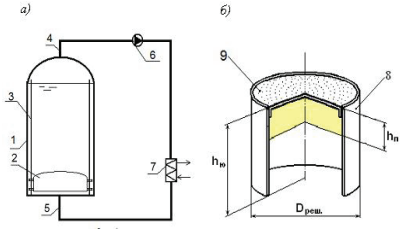
Принципиально новым решением в области биологической обработки жидкостей, отходов животноводства и сточных вод, а в частности, в биоэнергетических установках для производства удобрений, биогаза и электроэнергии является устройство обработки осадка в биореакторах с помощью всплывающей решетки.

В биореакторы поступает исходный субстрат в подогретом состоянии, где происходит процесс его сбраживания под действие анаэробных микроорганизмов. В биореакторах предусматривается перемешивание субстрата и дополнительный подогрев до температуры 30…55°С, в зависимости от режима сбраживания.

Задачей данного устройства является повышение производительности установки путем интенсификации процесса сбраживания осадка и увеличение количества биогаза.

Поставленная задача достигается тем, что установка (рис.1, а) содержит резервуар, нагнетатель, внешний подогреватель, напорные и всасывающие трубопроводы. Дополнительно устанавливают всплывающую решетку (рис.1, б), расположенную внутри резервуара с зазором между боковыми стенками решетки и резервуара, причем направление ее всплытия совпадает с вертикальной осью резервуара. Всплывающая решетка состоит из дырчатого листа, прикрепленного сверху к боковой стенке. Биогаз подогревается во внешнем подогревателе и подается компрессором в полость решетки.

Рис. 1. Устройство для обработки осадка в биореакторах



а – схема установки,

б – всплывающая решетка;

1 – резервуар биореактора,

2 – всплывающую решетку,

3 – направляющие,

4 – газопровод всасывающий,

5 – газопровод напорный,

6 – компрессор,

7 – теплообменник внешний,

8 – стенку,

9 – лист дырчатый.

Достигнутый новый технический результат в сравнении с другими техническими решениями заключается в том, что устройство обработки осадка в биореакторах сохраняет все преимущества известных установок для производства биогаза и, в то же время, дает возможность количественно, практически без дополнительных энергозатрат, интенсифицировать процесс анаэробного сбраживания.

Известна установка для переработки отходов животноводства и производства удобрений [1], которая содержит накопитель навоза с жидкостным разбавителем, теплообменник подогрева массы, метантенк, сепаратор, магистрали подвода и отвода продуктов переработки, газожидкостный эжектор, соединенный по входу с эрлифтным барботером. Недостатком данного устройства является наличие застойных зон в объеме биореактора и образование твердой корки на поверхности субстрата, т.е. не полностью используется полезное пространство биореактора. Кроме того, при данном расположении теплообменника происходит температурное и концентрационное расслоение отдельных

слоев биомассы.

Устройство для обработки осадка в биореакторах работает следующим образом.

Биогаз отбирается из верхней части резервуара 1 биореактора через всасывающий газопровод 4 с помощью компрессора 6, который подает биогаз во внешний подогреватель 7. Далее подогретый биогаз по напорному газопроводу 5 подается в биореактор 1 под купол всплывающей решетки 2. Под куполом всплывающей решетки 2 накапливается биогаз. Одновременно с этим происходит диспергирование биогаза через отверстия дырчатого листа 9 всплывающей решетки 2. Под воздействием архимедовой силы решетка 2 всплывает и образует циркуляционные зоны, охватывающие весь объем резервуара 1 биореактора. Всплывающие пузырьки газа также способствуют перемешиванию субстрата и подогревают его. После того, как верхняя часть всплывающей решетки 2 достигнет свободной поверхности субстрата и выпустит биогаз, решетка 2 опускается обратно на дно.

Попеременное движение вверх и вниз отмеченной конструкции сопровождается интенсивным перемешиванием жидкости, что исключает концентрационную и температурную стратификацию субстрата, и, таким образом, приводит к более эффективному использованию пространства биореактора.

За счет применения всплывающей решетки можно значительно повысить эффективность работы биогазовой установки, т.е. увеличить выход биогаза и степень сбраживания субстрата, а так же сократить энергетические и материальные затраты на перемешивание и подогрев субстрата в биореакторе. Размеры всплывающей решетки (диаметр, высота и т.д.), а также ее влияние на поля скоростей и температур оптимизируются расчетным путем для конкретных размеров резервуаров.

Методика расчета процесса всплытия решетки, описанной конструкции, приводится в работе [2]. Однако оценка степени перемешивания и распределения температуры во внутреннем пространстве резервуара при наиболее неблагоприятных зимних условиях требует проведения специального исследования, частично представленного в настоящей работе.

Для упрощения математического описания вполне приемлемыми могут считаться предположения о двумерном (осесимметричном) и ламинарном характере относительного обтекания, поскольку вязкость рабочей жидкости велика и принимается во внимание существенная инерционность всплывающей решетки. С учетом этого определяющая система уравнений в переменных завихренность и функция тока, совместно с уравнением энергии для температуры, будет выглядеть следующим образом:

$$\frac{\partial \omega}{\partial t}+\frac{\partial (u\omega)}{\partial x}+\frac{\partial (v\omega)}{\partial y}=\nu\left\{\frac{\partial^2 \omega}{\partial x^2}+\frac{\partial}{\partial y}\left[\frac{1}{y}\frac{\partial}{\partial y}(y\omega)\right]\right\}$$

$$\frac{1}{y}\frac{\partial^2 \Psi}{y\,\partial x^2}+\frac{\partial}{\partial}\left(\frac{1}{y}\frac{\partial \Psi}{\partial y}\right)=-\omega \qquad (1)$$

$$\frac{\partial T}{\partial t}+\frac{\partial (uT)}{\partial x}+\frac{1}{y}\frac{\partial (yvT)}{\partial y}=a_Ж\left[\frac{\partial^2 T}{\partial x^2}+\frac{1}{y}\frac{\partial}{\partial y}\left(y\frac{\partial T}{\partial y}\right)\right]+\Phi(x,y)$$

$$u=\frac{1}{2}\frac{\partial \Psi}{\partial y},\ v=-\frac{1}{y}\frac{\partial \Psi}{\partial x}$$

где и компоненты вектора скорости по осям и соответственно, – коэффициент кинематической вязкости, – коэффициент температуро-проводности субстрата,

$$\Phi(x,y)=\frac{\nu}{c_Ж}\left\{2\left[\left(\frac{\partial u}{\partial x}\right)^2+\left(\frac{\partial v}{\partial y}\right)^2+\left(\frac{v}{y}\right)^2\right]+\left(\frac{\partial v}{\partial x}+\frac{\partial u}{\partial y}\right)^2\right\}$$

диссипативная функция определяющая работу сил вязкости, - теплоемкость субстрата.

Систему уравнений (1) необходимо дополнить следующими граничными условиями:

• на входе в расчетную область задаются условия невозмущенного потока

$$u=V_{0,}\Psi=V_0(Ay+By^2),\ v=\omega=0, T=T_0$$

• на оси симметрии ставятся условия

$$\frac{\partial u}{\partial y}=\frac{\partial T}{\partial y}=\Psi=v=\omega=0$$

• на выходе задаются «мягкие» условия

$$\frac{\partial^2 u}{\partial x^2}=\frac{\partial^2 v}{\partial x^2}=\frac{\partial^2 \Psi}{\partial x^2}=\frac{\partial^2 \omega}{\partial x^2}=\frac{\partial^2 T}{\partial x^2}=0$$

•на твердых поверхностях выставляются смешанные граничные условия для температуры и условия Тома для вихря, форма которых рассматривается ниже.

Для обеспечения возможности использования неравномерной сетки с целью надежного определения параметров в областях больших градиентов введем в рассмотрение новые независимые переменные ζ , η. Система (1) в вычислительной плоскости с учетом коэффициентов преобразования ζ_x, ζ_{xx} , η_y η_{yy} (где и т. д.) запишется в виде:

$\zeta_x = {}^{d\zeta}/_{d_x}$ и т. д.) запишется в виде:

$$\frac{\partial \omega}{\partial t}+\zeta_x\frac{\partial(u\omega)}{\partial \zeta}+\eta_y\frac{\partial(v\omega)}{\partial \eta}=\nu\left[\zeta_x^2\frac{\partial^2\omega}{\partial\zeta^2}+\zeta_{xx}\frac{\partial\omega}{\partial\zeta}+\eta_y^2\frac{\partial^2\omega}{\partial\eta^2}+\left(\eta_{yy}+\frac{\eta_y}{y}\right)\frac{\partial\omega}{\partial\eta}-\frac{\omega}{y^2}\right]$$

$$\zeta_x^2\frac{\partial^2\Psi}{\partial\zeta^2}+\zeta_{xx}\frac{\partial\Psi}{\partial\zeta}+\eta_y^2\frac{\partial^2\Psi}{\partial\eta^2}+\left(\eta_{yy}-\frac{\eta_y}{y}\right)\frac{\partial\Psi}{\partial\eta}=-\omega y \qquad (2)$$

$$\frac{\partial T}{\partial t}+\xi_x\frac{\partial(uT)}{\partial\xi}+\frac{\eta_y}{y}\frac{\partial(yvT)}{\partial\eta}=a_Ж\left[\xi_x^2\frac{\partial^2 T}{\partial\xi^2}+\xi_{xx}\frac{\partial T}{\partial\xi}+\eta_y^2\frac{\partial^2 T}{\partial\eta^2}+\left(\eta_{yy}+\frac{\eta_y}{y}\right)\frac{\partial T}{\partial\eta}\right]+\phi(\xi,\eta)$$

$$\Phi(x,y)=\frac{\nu}{c_Ж}\left\{2\left[\left(\xi_x\frac{\partial u}{\partial\xi}\right)^2+\left(\eta_y\frac{\partial v}{\partial\eta}\right)^2+\left(\frac{v}{y}\right)^2\right]+\left(\xi_x\frac{\partial v}{\partial\xi}+\eta_y\frac{\partial u}{\partial\eta}\right)^2\right\}$$

$$u=\frac{\eta_y}{y}\frac{\partial\Psi}{\partial\eta},\ v=-\frac{\xi_x}{y}\frac{\partial\Psi}{\partial\xi}$$

Конечно-разностные аппроксимации производных, входящих в уравнения (2), традиционно [3] выражаются следующим образом:

$$\frac{\partial \phi}{\partial t} \approx \frac{\phi_{i,l}^{n+1} - \phi_{i,l}^{n}}{\Delta t}$$

$$\frac{\partial \phi}{\partial \xi} \approx \frac{\phi_{i+1,j} - \phi_{i-1,j}}{2\Delta \xi}, \frac{\partial \phi}{\partial \eta} \approx \frac{\phi_{i,j+1} - \phi_{i,j-1}}{2\Delta \eta}$$

$$\frac{\partial^2 \phi}{\partial \xi^2} \approx \frac{\phi_{i+1,j} - 2\phi_{i,j} + \phi_{i-1,j}}{\Delta \xi^2}, \frac{\partial^2 \phi}{\partial \eta^2} \approx \frac{\phi_{i,+1} - 2\phi_{i,j} + \phi_{i,j-1}}{\Delta \eta^2}$$

$$\frac{\partial(u\omega)}{\partial \xi} \approx \frac{1}{2\Delta \xi}(\Lambda_u^{+}\omega_{i+1,j} + \Lambda_u^{\pm}\omega_{i,j} + \Lambda_u^{-}\omega_{i-1,j}), \frac{\partial(v\omega)}{\partial \xi} \approx \frac{1}{2\Delta \eta}(\Lambda_v^{+}\omega_{i,j+1} + \Lambda_v^{\pm}\omega_{i,j} + \Lambda_v^{-}\omega_{i,j-1})$$

где $\phi = (\Psi, \omega, T)$

$$\Lambda_u^{+} = u_{i+\frac{1}{2},j} - |u_{i+\frac{1}{2},j}|, |\Lambda_u^{\pm} = u_{i+\frac{1}{2},j} + ||u_{i+\frac{1}{2},j}||-u_{i-\frac{1}{2},j} + ||u_{i-\frac{1}{2},j}|, |\Lambda_u^{+} = -u_{i-\frac{1}{2},j} - ||u_{i-\frac{1}{2},j}|$$

Кроме того, аппроксимация граничных условий на поверхности решетки выглядит обычным образом

$$u_w = v_w = \varphi_w = 0, \omega_w = \pm \frac{2(\Psi_w - \Psi_{w\mp 1})}{y_w \Delta h^2}$$

где $.\Delta h = [\pm|x_w - x_{w\mp 1}|, \pm|y_w - y_{w\mp 1}|]$

Однако для боковой поверхности, ввиду движения решетки относительно нее со скоростью, представленные формулировки должны быть видоизменены

$$u_w = V_{0,} v_w = 0, \omega_w = \frac{2(\Psi_w - \Psi_{w-1})}{\Delta h^2} - \frac{V_0}{\Delta h}$$

Представленные таким образом разностные аналоги уравнений системы (2), содержащих производную по времени, решались методом продольно-поперечной прогонки, построенной на идее расщепления по пространственным переменным:

$$\phi_{i,j}^{n+\frac{1}{2}} = \phi_{i,j}^{n} + \frac{\Delta t}{2}\left[\Gamma E_{xx}\left(\phi^{n+\frac{1}{2}}\right) - E_x\left(\phi^{n+\frac{1}{2}}\right)\right] + \frac{\Delta t}{2}[\Gamma E_{yy}(\phi^n) - E_y(\phi^n)]$$

$$\phi_{i,j}^{n+1} = \phi_{i,l}^{n+\frac{1}{2}} + \frac{\Delta t}{2}\left[\Gamma E_{xx}\left(\phi^{n+\frac{1}{2}}\right) - E_x\left(\phi^{n\frac{1}{2}}\right)\right] + \frac{\Delta t}{2}\left[\Gamma E_{yy}(\phi^{n+1}) - E_y(\phi^{n+1})\right]$$

где $\phi = (\Psi, \omega, T)$, $\Gamma = \left(\nu, \frac{\nu}{Pr_{Ж}}\right)$, E_x, E_{xx} *и др. – разностные операторы.*

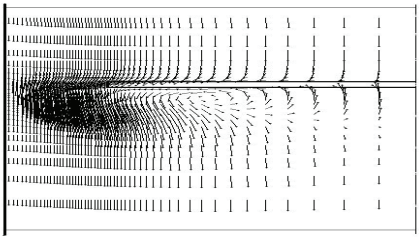


Рисунок 2. Поле скоростей при обтекании корпуса решетки

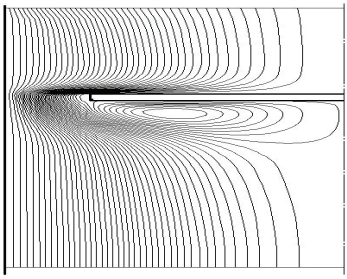


Рисунок 3. Линии тока при обтекании корпуса решетки

Список литературы

1.Патент России № 2056393. Борзов И.Н. и др. Установка для переработки отходов животноводства и производства удобрений.

2.Диденко В. Н., Попов Д. Н. Методика расчета барботажного процесса со всплывающей решеткой// Научно-информационный бюллетень. – Ижевск: Изд-во «Персей», 1997.

3.Белов И. А., Емельянов В. Н. Разностное моделирование течений газа и жидкости: Учебн. пособие. – Л.: ЛМИ, 1982.

ВОПРОСЫ ОБРАЩЕНИЯ С ТБО НА ПРИМЕРЕ ГОРОДА ИЖЕВСКА

М.С. Пупкова,
О.П. Дружакина

Проблема твердых бытовых отходов характерна для большинства промышленно загруженных городов в индустриально развитых странах, особенно с высокой плотностью населения и низкой экологической культурой. Актуальность данного вопроса особенно остро встала при масштабном развитии потребительского типа общества, где преобладает тенденция однократного использования продукта и большого количества «удобной» упаковки. Особенностью этой проявляющейся со временем проблемы можно отметить в ежедневной необходимости удалять из мест образования накапливаемые ТБО (1,525 $м^3$/чел в год в Ижевске) в целях предупреждения социально-экологических проблем. Решение данной задачи – это поиск ответов на вопросы: куда и как удалять ТБО из мест образования, что делать с отходами после их удаления и как свести к минимуму негативное экологическое влияние практических действий и затраты на реализацию таких действий?

В настоящее время в мировой и отечественной практике наиболее распространенными сооружениями по обезвреживанию ТБО остаются полигоны (захоронению подвергаются до 97-98 % отходов от общей массы). В Ижевске эта цифра составляет 86,2%, т.е. около 373 тыс. тонн отходов в год.

По своему ресурсному потенциалу ТБО, с учетом их морфологического состава и количества, являются своеобразным «вторичным городским сырьем». ТБО содержит много ценных компонентов, пригодных для вторичного использования: в России с ТБО ежегодно теряется 1,5 млн. т. стали, до 100 тысяч т. алюминия, около тысячи т. дефицитного олова, более 10 млн. т. макулатуры, более 2 млн. т. пластмассы. Решение вопросов утилизации ТБО определяется критериями энерго- и ресурсосбережения.

Таблица 1

Усредненный морфологический состав ТБО России и г.Ижевска (в процентах).

Компоненты	Россия	г. Ижевск
Отходы органического происхождения	20,0 – 38,0	25,0 – 35,0
Картон, бумага	20,0 – 36,0	20,0 – 30,0
Древесина	1,0 – 4,0	1,0 – 3,0
Металлы	2,0 – 3,0	2,0 – 4,0
Металлы	3,0 – 6,0	3,0 – 5,0
Стекло	5,0 – 7,0	2,0 – 6,0
Кожа, резина	1,5 – 2,5	0,5 – 2,0
Полимерные материалы	5,0 – 10,0	5,0 – 10,0
Прочие	10,0 – 35,5	15,0 – 35,0

Примерно 2/3 морфологического состава ТБО представляют собой потенциальное сырье для использования в промышленности (35-45 %) или компостирования (25-35 %). Однако сортировка отходов, предварительно смешанных и перевезенных в едином мусоровозе, позволяет извлечь из их состава не более 15-20 % вторичных ресурсов. При этом оказывается практически невозможным использовать биоразлагаемые (органические) отходы.

Не секрет, что вовлечение ТБО в хозяйственный оборот сокращает потребление первичного сырья и энергии. Следовательно, переработка отходов в товарную продукцию - наиболее привлекательный вид обращения с ТБО. Экологический и экономический эффекты от переработки отходов складываются из двух составляющих:

• снижение наполняемости полигонов отходами и продлении срока его функционирования без потребления

дополнительных земельных ресурсов;

• снижение потребностей промышленных предприятий в первичных природных ресурсах.

В настоящее время предприятия по переработке существуют и успешно функционируют во многих Европейских странах, накоплен огромных научный и практический опыт переработки, сжигания и вторичного применения макулатуры, пластиков, металлолома, органики. По типу применяемых технологий существует два основных метода утилизации и переработки бытовых твердых отходов:

Механико-биологические методы заключаются в компостировании отходов после осуществления их предварительной сортировки. Сортировку отходов выполняет, преимущественно, население, подразделяя их на металл, стекло, бумагу и т.д. Затем, непосредственно на предприятиях переработки выполняется уже механическая сортировка, далее, для экологической безопасности их захоронения отходы сушат и уплотняют.

Термические методы подразумевают сжигание, пиролиз, газификацию отходов или комбинированные термические методы. Сжиганию подвергаются преимущественно бумажно-полимерные компоненты, помещаемые в топки с кипящим слоем или в установки колосниковыми решётками. Пиролиз – это разложение отходов под воздействием высоких температур (более 600°С) во вращающихся трубчатых печах без доступа кислорода. Газификация отходов – это метод, позволяющий переработать их органическую часть в синтез-газ.

Таблица 2

Способы утилизации ТБО в странах ЕС, России и Ижевске

Страны ЕС	Переработка, компостирование	Захоронение	Сжигание
	% от общего количества		
Швейцария	75,0	3,0	22,0
Нидерланды	35,0	34,0	31,0
Германия	58,0	20,0	22,0
Швеция	41,0	14,0	45,0
Испания	25,0	59,0	16,0
Великобритания	39,0	45,0	16,0
Россия	18,0	90,0	2,0
Ижевск	14,0	86,0	0,0

Значительная часть методов утилизации и переработки ТБО обладает высокой себестоимостью и сложностью в технологическом плане, в связи с этим сжигание до сих пор остается наиболее распространенным способом первичной обработки бытовых отходов.

Сжигание бытового мусора, помимо снижения объема и массы, позволяет получать дополнительные энергетические ресурсы, которые могут быть использованы для централизованного отопления и производства электроэнергии. Образующиеся при сжигании золы можно использовать в качестве изоляционного материала при пересыпании слоев отходов на полигонах, что определяет экономическую целесообразность их размещения на территории полигона. К числу недостатков этого способа относится выделение в атмосферу вредных веществ, а также уничтожение ценных органических и других компонентов, содержащихся в составе бытового мусора, нарушение экологического баланса.

Экологическая безопасность и устойчивое развитие Удмуртии во многом зависят от решения проблемы с отходами, ежегодный прирост количества отходов составляет около 10 %

(Рисунок 1). Особо следует отметить, что для Удмуртии в целом и города Ижевска в частности решение вопросов переработки отходов особо перспективно в связи с наличием в регионе

потенциальных потребителей вторичных ресурсов – полимеры для производства отделочных, кровельных и строительных материалов, тротуарной брусчатка; шлаки – как сорбционные материалы для очистки сточных вод и газовых выбросов предприятий либо как добавка при производстве тротуарной плитки; древесные отходы – при производства ДВП и ДСП в мебельной промышленности и т.д. И жизненный интерес к таким креативным производствам уже есть.

Все образовавшиеся отходы размещаются:

• на городском полигоне ТБО;

• перерабатываются и используются на самих предприятиях или передаются, как вторичное сырье, на другие предприятия;

• обезвреживаются на предприятиях, имеющих лицензию на данный вид деятельности;

• складируются на несанкционированных свалках.

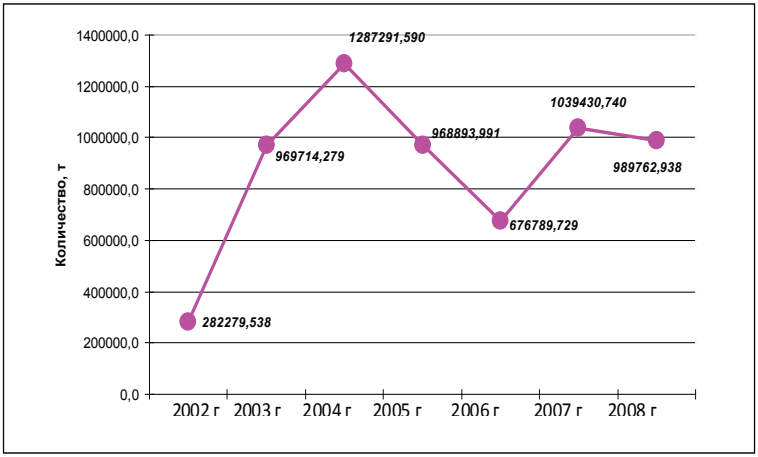


Рисунок 1 - Динамика образования отходов в Удмуртской Республике с 2002 года по 2008 год.

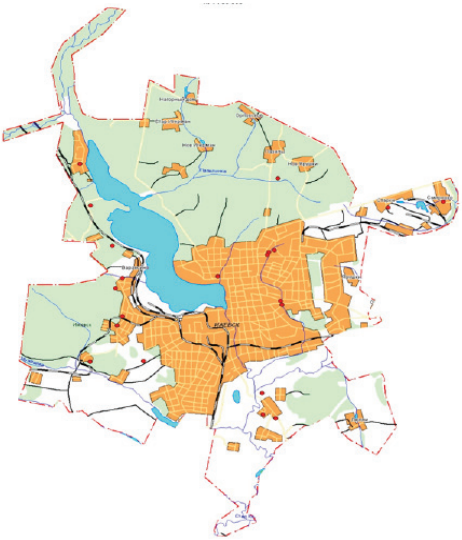
Количество последних только на территории Ижевска колеблется от 19 до 25, примерной общей площадью около 6 гектар (Рисунок 2).

В июне 1999 г. вступил в эксплуатацию новый полигон по обезвреживанию и захоронению ТБО по Нылгинскому тракту. С апреля 2000 года - мусороперегрузочная станция, которые позволили улучшить условия труда рабочих, а также производить утилизацию бытовых отходов принципиально по новой технологии (2-х этапный вывоз ТБО), что позволило значительно улучшить экологическую обстановку города и Завьяловского района.

Данный полигон расположен в 31 км от Ижевска, и в настоящее время принадлежит на праве собственности ООО «Чистый город». Деятельность на полигоне ООО «Чистый город» осуществляет с 9 июля 2007г. с момента получения лицензии. До этого, на данном полигоне деятельность осуществляло МУП «Спецавтохозяйство» (г.Ижевск), которое в настоящее время находится в стадии банкротства.

Рисунок 2

Карта мест размещения несанкционированных свалок г.Ижевска



На данный момент на полигоне введено в эксплуатацию три карты для складирования ТБО из четырех предусмотренных проектом. Данный полигон соответствует строительным, санитарным и экологическим нормам. На этот полигон вывозятся коммунальные отходы, а также производственные отходы III, IV классов опасности.

Вскоре из-за постоянно растущего потока отходов производства и потребления действующий полигон будет не в состоянии справляться с объёмом размещаемого на нем мусора, особенно с ростом доли неорганики в составе ТБО. Поэтому необходимо снизить показатель захоронения отходов на полигоне за счет увеличения перерабатываемых вторичных материалов. Существующая практика оказывает негативное влияние на окружающую среду и на здоровье человека, что в свою очередь отрицательно влияет на уровень экономического и социального развития как города, так и республики в целом.

В последнее время в городе Ижевске, как и по всей республике, в области обращения с отходами, включая процессы обезвреживания и переработки, активно развивается частный сектор экономики, представленный малыми и средними предприятиями. На территории республики работает ряд специализированных предприятий, осуществляющих прием и переработку отходов и имеющие лицензию на данный вид деятельности, например, ООО “Полимер”, “Иж-Синтез”, ООО “Полимерпакпласт”, ООО «Удмуртвторресурс», ООО «Стройполимер», ООО «Урал-полимер» занимаются переработкой полимерных отходов. Существуют также предприятия по переработке нефтесодержащих, ртутьсодержащих, медицинских отходов, стеклобоя, лома черных и цветных металлов. И это далеко не полный перечень существующих предприятий – переработчиков в Удмуртии. Концепция по обращению с ТБО, разработанная при МПР УР, заключается в максимально возможном сокращении захораниваемых отходов за счет их вовлечения в сортировку и переработку. По данным МУП «Спецавтохозяйство» в настоящее время использовано 65% от общей емкости Нылгинского полигона. Применяя несложные подсчеты,

можно сделать вывод, что при извлечении хотя бы 12% материалов для вторичного использования, на данный момент времени было бы занято только 57% от общей емкости полигона, что дает возможность для увеличения срока его эксплуатации до полутора лет.

Следующим наиболее рентабельным этапом для снижения нагрузки на полигон в сложившихся условиях является сжигание. Как известно, при сжигании ТБО получают примерно 44% золы от общей массы отходов. Тогда процент использованной емкости полигона на сегодняшний день составил бы 25%, что в 2,5 раза меньше имеющегося значения. Следовательно, срок эксплуатации полигона увеличился бы в несколько раз. Однако, необходимо снижать влажность сжигаемых отходов для повышения эффективности и экологичности процессов сжигания, что не возможно без удаления из массы ТБО большей части органической фракции.

Выполненный при кафедре инженерной защиты окружающей среды Удмуртского государственного университета анализ сложившейся в городе Ижевске ситуации показал, что отсутствие эффективной системы учета морфологии и объемов ТБО, а также устаревшие приемы управления муниципальными отходами ведет к низкому уровню их использования и переработки, захламлению территории города и снижению ресурса полигона ТБО. Решение во многом сводится к поиску нового подхода к управлению ТБО и внедрению методов по сепарации и переработке ТБО в городе Ижевске и республике в целом.

Вопрос остается открытым, т.к. может быть решен только комплексно с учетом эколого-ресурсных, экономико-управленческих, социально-культурных, научных и технических показателей, но актуальность его решения неоспорима.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СЕМЯН ДРЕВЕСНЫХ И ТРАВЯНИСТЫХ РАСТЕНИЙ В КАЧЕСТВЕ ТЕСТ-ОБЪЕКТОВ ПРИ ФИТОИНДИКАЦИИ ГОРОДСКИХ ПОЧВ

А.Н. Журавлева,
И.Л. Бухарина

Проблема оценки экологического состояния и мониторинга городских почвенных объектов в настоящее время является актуальной в урбоэкологии. Городские почвы выполняют ряд экологических функций, среди которых приоритетными являются плодородие (поддержание роста и развитие зеленых насаждений), биодеструкция органических веществ и отходов, ремедиация основных компонентов окружающей среды – воды и воздуха, поддержание биоразнообразия и т.д. [1]. Городские почвы и почвоподобные объекты, являясь преимущественно продуктом антропогенной организации, резко отличаются по своим характеристикам от природных образований, в связи с чем, традиционные генетические подходы и критерии при их оценке могут быть не эффективными. По исторически сложившимся причинам приоритет негласно отдается исследованию химических и агрохимических свойств и показателей плодородия и (или) уровня загрязненности почв. Вместе с тем в условиях города часто не агрохимические факторы плодородия и не токсические вещества (тяжелые металлы, органические поллютанты), а сочетание неблагоприятных физических и биологических свойств приводят к угнетению роста, жизненного состояния растений и невыполнению почвами их экологических функций по очищению атмосферного воздуха, воды, утилизации органических остатков и других веществ, поступающих в почву [2].

Широко распространенными методами экологического контроля состояния городской среды, а так же городских почв являются методы биологического контроля. Они позволяют с наибольшей вероятностью определить токсичность почв при наименьших затратах. Фитотестирование

(биотестирование при помощи высших растений) дает возможность оценить экотоксикологическое состояние почвы, что проявляется в морфологических и физиологических изменениях при росте и развитии растений. А также является составной частью при проведении мониторинговых исследований в условиях города. Кроме этого позволяет разработать практические рекомендации по подбору ассортимента растений при залужении городских газонов.

Фитотестирование как метод мониторинга почв является интегральным методом анализа, позволяющим оценить фитотоксичность почв. Для такого анализа используются тест-растения, которые реагируют на неблагоприятные изменения в почве, воздухе и других средах. Уже имеется ряд публикаций по использованию в качестве тест объектов семян однодольных растений, таких как пшеница (Tritikum aestum L.) или ячмень (Avena sativa L.) [3]. Были проведены исследования по биотестированию токсичности почв с примененем в качестве биотестов семян горчицы салатной и салата [4].

Целью нашего исследования явилась оценка возможности использования семян древесных (тополь бальзамический (Populus balsamifera L.)) и травянистых (тимофеевка луговая (Phleum pratense L.)) растений для определения фитотоксичности почв г. Ижевска.

Задача исследований заключалась в оценке фитотоксичности почв в различных районах г. Ижевска по показателю всхожести семян древесных и травянистых растений.

В качестве районов исследования были выбраны санитарно-защитные зоны (СЗЗ) предприятий г. Ижевска – ОАО «Автозавод» и ОАО «Завод Пластмасс», относящиеся к ведущим предприятиям – загрязнителям города, магистральные посадки по ул. Кирова и Новоажимова, одних из самых загруженных автомагистралей города. В качестве зон условного контроля (ЗУК) были выбраны территории бульвара им Н.В. Гоголя (площадь 0,25 га) и огородного массива, расположенного в 30 км от черты г. Ижевска. Нами была описана 21 пробная площадь (размером не менее 0,25 га), в пределах которых мы проводили отбор почвенных проб.

Отбор почвенных проб осуществлялся по методу конверта (смешанная проба, составленная из индивидуально взятых проб, согласно ГОСТ 17.4.301-83) [5]. Пробы почвы отбирали в трехкратной повторности из корнеобитаемого слоя с глубины 10-15 см. Затем были приготовлены навески по 300 г почвы и помещены в пластиковые сосуды. В качестве контроля мы использовали семена пшеницы (сорт Анюта), давно зарекомендовавшей себя в качестве тест-объекта и широко применяющейся при фитотестировании почв. С учетом предварительно определенной лабораторной всхожести семян [6] в каждый сосуд высевали по 10 штук семян пшеницы и тимофеевки луговой. Семена тополя высевались с учетом определения всхожести согласно ГОСТ 13056-97 [7] и расчетом забега (по 13 шт. семян). В ходе эксперимента определяли всхожесть семян.

В процессе статистической обработки рассчитывали: среднее значение признака, ошибку среднего и доверительный интервал для среднего, используя статистический пакет Statistica 5.5.

В ходе исследований мы использовали семена с одинаковой лабораторной всхожестью (100%), но энергия прорастания у них при этом была значительно выше у пшеницы, чем у тимофеевки. Результаты наблюдений всхожести семян в ходе эксперимента приведены в таблице1.

Общей тенденцией при оценке всхожести семян является её снижение в почвах магистральных посадок и санитарно-защитных зон промышленных предприятий по сравнению с контрольными вариантами. Причем наибольшее снижение всхожести семян, мы наблюдали у тимофеевки луговой на почвах, отобранных в СЗЗ завода «Пластмасс» и в магистральных посадках ул. Новоажимова. Аналогичное снижение всхожести наблюдается и у семян тополя на почвах, отобранных в тех же районах. Надо отметить, что у семян тополя по прошествии 7 суток начиналась гибель проростков, а на 20 сутки наблюдалось гибель всех проростков во всех вариантах опыта за исключением контрольных. На всхожесть пшеницы, на наш взгляд, оказала влияние изначально высокая

энергия прорастания семян. Всхожесть семян пшеницы в почвах районов с интенсивной техногенной нагрузкой оказалась ниже, чем в контрольных вариантах, но не более, чем на 25%, тогда как у тимофеевки луговой наблюдалось снижение данного показателя на 97%, а у тополя на 86%.

Таблица 1.

Всхожесть семян пшеницы, тимофеевки луговой и тополя в различных вариантах опыта, % (при p<0,05)

Объект исследования	ЗУК[1]		СЗЗ[2] промышленных предприятий		Магистрали	
	Огородный массив	Бульвар им. Н.В. Гоголя	Автозавод	Завод Пластмасс	ул. Кирова	ул. Новоажимова
Пшеница сорт «Анюта»	88±3[3] 80..96[4]	96±2 90..100	90±2 85..95	88±4 80..95	87±3 80..92	87±5 75..99
Тимофеевка луговая	67±5 54..79	60±9 38..82	67±8 48..85	24±8* 7..42	40±10 17..63	24±10* 3..46
Тополь	50±10 23..77	54±7 38..70	35±7 19..51	29±4 19..38	48±5 36..58	26±5 14..37

Примечание: ЗУК[1]– зона условного контроля; СЗЗ[2] – санитарно-защитная зона; 3 - указано среднее значение показателя всхожести семян ± ошибка среднего; 4- указан доверительный интервал для среднего; ∗ - достоверные различия.

По результатам проведенных исследований можно заключить, что, состояние городских почв влияет на репродукцию растений, снижая всхожесть семян растений, влияет на рост и развитие растений на начальных этапах онтогенеза. Исследования данного вопроса, на наш взгляд, имеет перспективу в мероприятиях по фитомелиорации городских почв, а так же при залужении газонов.

Список литературы

1.Юркова Н.Е., Юрков А.М., Смагин А.В Экологическое состояние почвенных объектов Московского зоопарка // Почвоведение. − 2009. − №3. − С. 373-380.

2.Смагин А.В., Азовцева Н.А., Смагина М.В и др. Некоторые критерии и методы оценки экологического состояния почв в связи с озеленением городских территорий // Почвоведение. − 2006. − №5. − С. 603-615.

3.Кулаковская Т.В. Использование метода фитотестирования для оценки экологического состояния городских почв г. Минска // Проблемы озеленения крупных городов: матер. междунар. науч.-практ. конф. – М.: Прима-пресс Экспо, 2008. − С. 173-175.

4.Груздева Л.П., Шаповалов Д.А., Груздев В.С. Биотестирование токсичности почв в радиусе действия техногенных выбросов металлургического комбината // Земледелие. − 2008. − №4. − С. 16-17.

5.ГОСТ 17.4.3.01.-83. Охрана природы. Почвы. Общие требования к отбору проб, 1983.

6.Гатаулина Г.Г., Объедков М.Г. Практикум по растениеводству. – М.: Колос, 2005. – С.13-18.

7.ГОСТ 13056-97. Семена деревьев и кустарников. Метод определения всхожести. − М.: Изд-во стандартов, 1998.

ПЕРСПЕКТИВЫ УТИЛИЗАЦИИ НЕГОМЕГЕННЫХ ПОЛИМЕРНЫХ ОТХОДОВ НА ПРИМЕРЕ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА ЛИНОЛЕУМА ПВХ

О.П. Дружакина

Ежегодный рост упаковочных, современных полимерных отделочных и строительных материалов, искусственных ковровых покрытий и других товаров широкого потребления требует повышать конкурентноспособность продукции, комбинируя различные природные и искусственные материалы для повышения эксплуатационных характеристики продукции и т.д. Это в совокупности приводит к увеличению доли негомогенных вторичных материалов в массе отходов производства и потребления.

Анализ современных технологий показал, что большинство их ориентировано на переработку однокомпонентных материалов, например пластики высокого или низкого давления (раздельная переработка бутылок и пробок, медицинских шприцов и поршня, полиэтиленовой пленки и твердых пластмасс), макулатура (писчая бумага, картон, глянцевая бумага), черные и цветные металлы и т.д. Но что делать, если отход химически неоднороден, негомогенен по составу компонентов, например, как тетропаки (бумага, металлическая фольга и полимерная пленка), линолеума (волокнистая подложка, пленка ПВХ и клеевой слой) и многие другие?

Неоднократное посещение с начала 2000 годов одного из крупнейших международных конгрессов «ВэйстТэк» (г.Москва) и «Экологические проблемы промышленных регионов» (г. Екатеринбург), анализ представленного оборудование и деловые встречи в рамках круглых столов ученых и специалистов в области утилизации отходов, показали, что в отношении негомогенных полимерсодержащих отходов большинство производителей оборудования предлагают его измельчать с позиции минимизации объемов и либо сжигать,

либо депонировать на полигонах. Однако, ряд таких отходов можно рассматривать в качестве вторичного сырья для производства наполнителей к строительным песчано-цементным смесям, теплоизоляционных материалов, сорбционных пересыпных материалов для полигонов и т.д. Данная практика имеет место в отдельных регионах и на отдельно взятых предприятиях, но не на государственном уровне в масштабах станы (хотя ряд законодательных шагов уже предпринято). На практике доминирую методы депонирования на полигонах и сжигания (рис.1).

Размещение полимерных отходов на полигонах снижает срок его эксплуатации, т.к. эти отходы не разлагаются в результате аэробных и анаэробных процессов биологической деструкции (период распада большинства полимеров более 100 лет!), тело свалки не сокращается и негативное воздействие на земельные ресурсы возрастает. Такая тенденция сохраняется в отношении не только полимерных отходов, но и резин, стекла, строительного мусора и др. (табл.1).

Еще в 70-е годы в СССР существовала практика сепарированного сбора части ТБО, измельчения отходов сельского хозяйства с применением энерго- и ресурсосберегающих технологий. Часть таких инженерных решений не утратили своей актуальности и сегодня.

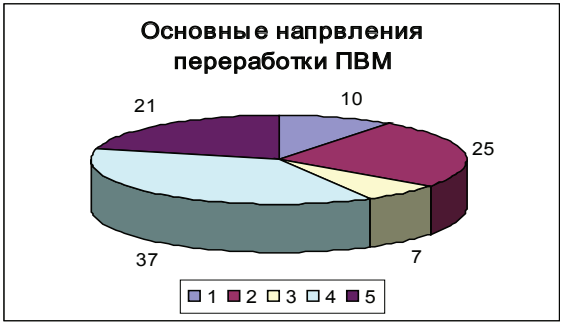


Рисунок 1 Основные направления утилизации и ликвидации полимерных волокнистых отходов:

1. совместное сжигание отходов с городским мусором;

2. переработка отходов по заводской технологии;

3. пиролиз;

4. захоронение на полигонах;

5. использование отходов как готового материала для других технологических процессов.

Таблица 1

Анализ способов утилизации ТБО в странах ЕС, России и г. Ижевске

Страны ЕС	Переработка, компостирование и др.	Захоронение	Сжигание
	% от общего количества		
Швейцария	0,75	3,0	22,0
Германия	58,0	20,0	22,0
Швеция	41,0	14,0	45,0
Великобритания	29,0	53,0	18,0
Россия	4,0	95,0	1,0
Ижевск	3,0	97,0	0,0

В ходе комплексных научно-технических работ с начала 2000-х годов при Институте прикладной механики Уральского отделения РАН были проведены исследования и разработана принципиальная схема измельчения негомогенных полимерных отходов производства линолеума ПВХ на базе многоступенчатого измельчителя типа «Волгарь» (получил массовое применение в с/х в 70-80 года, был поставлен на поточное производство).

Путем многоступенчатого измельчения отход линолеума ПВХ, образующийся в виде обрезной ленты длиной до 25м и более, преобразуется в массу частиц с активно развитой поверхностью, благодаря распушке волокнистой подосновы (рис. 2). Существует обширная практика как Российских, так и зарубежных предприятий по использованию подобных материалов в качестве теплоизоляционных или наполнителей к ним. Теплоизоляционные материалы (ТИМ) и изделия должны удовлетворять следующим общим техническим требованиям:

обладать теплопроводностью не более 0,175 Вт/(м•К) при 25° С;

иметь плотность не более 500 кг/м;

иметь высокую пористость (не менее 70%);

обладать стабильными физико-механическими и теплотехническими свойствами; не выделять токсических веществ и пыли в количествах, превышающих предельно допускаемые концентрации.

Полимерные волокнистые материалы имеют ряд преимуществ по сравнению с природным материалом, а именно:при их производстве и переработке требуются меньшие капиталовложения и меньшая затрата труда; малая объемная масса; возможность замены некоторых дефицитных природных материалов; возможность получения материалов с новыми улучшенными свойствами: полимеры не гниют, кислотно- и щелочеустойчивы, обладают большой механической прочностью; характеризуются хорошими звуко- и термоизоляционными свойствами.

Рисунок 2

ТИМ на основе отходов линолеума ПВХ, получаемого при механическом многоступенчатом измельчении.

Рассматривая многокомпонентную систему, получаемую в процессе механического измельчения отходов линолеума

ПВХ, не изменяя химическую структуру материал, можно отметить следующее:

Система состоит из нескольких различных по своим физико-химическим свойствам элементов – волокнистая подоснова, полимерная пленка, пластическая масса (промазной слой);

В процесс измельчения активизируется поверхность волокнистой подосновы, что в свою очередь способствует повышению теплоизоляционных характеристик материала (рис. 3).

Разделение подосновы и полимерной пленки происходит лишь у частиц с наименьшими размерами, в основной массе (более 90%) частицы состоят из первоначальных материалов.

Расположение частиц в объеме различно, хаотично. Однако можно рассмотреть пограничные случаи для максимальной и минимальной проводимости (согласно модели Кришера):

а) Структура с наибольшим изолирующим эффектом. В этом случае тепловой поток перпендикулярен к наслоению, отсутствует твердая теплоизоляционная связь между отдельными элементами тела.

б) Структура с наименьшим изолирующим эффектом. В этом случае тепловой поток направлен параллельно слоям, то есть условия для прохождения теплового потока идеальны.

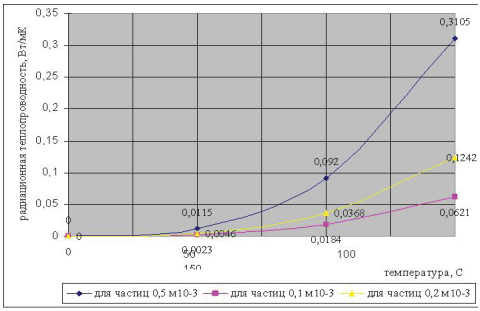


Рисунок 3

Зависимость теплопроводности ТИМ на основе отходов линолеума ПВХ от размера частиц, получаемых при измельчении.

Получаемый материал обладает высокими эксплуатационными теплоизоляционными характеристиками и может использоваться по направлениям:

теплоизоляция вспомогательных хозяйственных построек (зернохранилищ, складских помещений, сараев и др.);

производство теплоизоляционных матов (рис. 4);

теплоизоляция линейных (трубопроводных) объектов, если их температура не превышает пороговой для нового ТИМ.

Таблица 2

Свойства ТИМ на основе отходов линолеума ПВХ

Показатели	Минеральная вата	Базальтовое волокно ТУ	Утеплитель синтетический
Плотность, кг/куб.м	100	120	140
Диапазон рабочей температуры, 0С	-180…+700	-180…+700	-40…+160
Сжимаемость, кг/кв.см	-	4,0	22,5
Влажность, %	1,0	1,0	0,4
Коэффициент звукопоглощения	0,12…0,94	0,1…0,99	0,43…0,87
Коэффициент теплопроводности, Вт/мк	0,038	0,055	0,050
Пористость, %	75	-	86

Одним из альтернативных направлений использования измельченной массы может стать производство спортивных матов, груш, иного инвентаря при соблюдении соответствующих гигиенических требований.

В условиях современной концепции энерго-ресурсосбережения в России и возрастающей потребности строительной индустрии в новых недорогих и доступных

ТИМ, отвечающих требованиям, предъявляемым к теплоизоляции в строительстве, использование негомогенных полимерных отходов, таких как отходы производства линолеума ПВХ, позволит решить целый комплекс производственных и природоохранных задач. Особенно актуально данное техническое решение в регионах с высокоразвитым строительным сектором промышленности и производством линолеума на основе ПВХ (либо подобных ему материалов – ковровых покрытий, войлока, кожи, текстиля, волокон).

Внедрение технологий рециклинга промышленных отходов непосредственно в процессе их образования позволит создать замкнутые (безотходные) технологии и снизить антропогенных пресс на окружающую среду в районе размещения таких производств.

Рисунок 4

Экспериментальный мат, наполненный получаемым в процессе механической переработки отходов производства линолеума синтетическим утеплителем

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ БИОТЕСТИРОВАНИЯ ДЛЯ ОЦЕНКИ ТОКСИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ОТХОДОВ ПЕСТИЦИДОВ

С.В. Исаева,
Л.А. Сафронова, Т.И. Губина

Проблема хранения и утилизации пестицидов и агрохимикатов продолжает оставаться одной из наиболее труднорешаемых проблем для субъектов Российской Федерации [1]. В результате проведенной первичной инвентаризации на начало 2003 г по стране официально выявлено 24 тыс. т пестицидов с истекшим сроком годности и запрещенных, из них 1 тыс. т – ртутьсодержащие ядохимикаты. Имеются нарушения при хранении пестицидов, 60% складов не отвечает санитарным нормам и требованиям безопасности [2].

На сегодняшний день санитарно-эпидемиологическая обстановка в Саратовской области остается сложной в связи с большим количеством пестицидов, непригодных и запрещенных к применению, хранящихся на складах бывших объединений «Сельхозхимия».

По результатам инвентаризации, проведенной в апреле 2005 года, на территории области хранится 613,3 т пришедших в негодность и запрещенных к применению пестицидов. Особую опасность представляют обезличенные пестициды в смесях. Их объем в общей массе составляет 527,3 т или 86 процентов. Оставшееся количество (86 т) относится к различным химическим группам 1, 2 и 3 класса опасности. Особо опасных ртутьсодержащих препаратов хранится 0,52 т.

В 2006 году в ходе реализации программы «Утилизация и захоронение непригодных и запрещенных к применению пестицидов в Саратовской области на 2006-2008 годы» на территории области было установлено наличие еще 97,3т пестицидов. Это не считая 613 т, выявленных ранее, в 2005 году.

Имеются 17 основных мест хранения пестицидов, из них 8 мест в Правобережье и 9 мест в Левобережье области [3].

Для выбора технологии утилизации и захоронения отходов пестицидов обязательным условием является определение класса опасности отхода. Процедура выявления класса опасности отходов для окружающей природной среды основывается не только на количественных расчетах по химическому составу содержащихся компонентов, но и на экспериментальной биологической проверке образцов [4].

В настоящее время для задач экологического контроля рекомендованы 3 биологические тест-системы: равноресничные инфузории Paramecium caudatum, низшие ракообразные Daphnia magna, Ceriodaphnia affinis и Artemia salina, а также зеленая протококковая водоросль Scenedesmus quadricauda. С их помощью исследуется острая и хроническая токсичность образцов почв, отходов и пр.

В соответствии с задачами исследования нами было проведено изучение влияния на тест-объекты и определение класса опасности следующих проб: смеси пестицидов, тары и грунта, загрязненных пестицидами с использованием

двух методик оценки токсичности. Первая основана на определении влияния растворов водных вытяжек проб на выживаемость Daphnia Magna [5]. Эксперимент проводился при постоянной температуре 20 ± 2°С и освещенности 500-1000 лк.

По второй методике водоросли Scenedesmus quadricauda помещали в растворы вытяжек проб и регистрировали темп роста (снижение численности) клеток [6]. Эксперимент проводился при постоянной температуре от 22 до 25°С и освещенности 3000-4000 лк.

В табл.1 представлены полученные результаты исследований.

Таблица 1

Результаты исследования по определению класса опасности проб

Проба	Класс опасности по дафниям	Класс опасности по водорослям	Присвоенный пробам класс опасности
Смесь пестицидов	1	2	1
Грунт, загрязненный пестицидами	2	1	1
Тара, загрязненная пестицидами	2	2	2

Как следует из результатов исследования, идентичные результаты получены только при токсикологической оценке тары. Что касается биотестирования растворов со смесью пестицидов и вытяжек почвы, то наиболее чувствительными по отношению к ним тест - организмами в первом случае оказались дафнии, а во втором – водоросли.

Как известно из инструкции «Критерии отнесения опасных отходов к классу опасности для окружающей природной среды», если разные тест - системы показывают неодинаковую реакцию, то в окончательном результате следует учитывать наиболее чувствительный ответ [7]. Поэтому пробы смеси пестицидов и грунта, загрязненного пестицидами, отнесены нами к 1- му классу опасности, а тара, загрязненная пестицидами, к 2-му классу опасности.

Таким образом, описанный нами метод определения класса опасности проб, в частности, содержащих отходы пестицидов, расширяет возможности и способствует совершенствованию системы управления отходами.

Список литературы

1.Пестициды и агрохимикаты //Экол. Нормы. Правила. Информация. – 2007. – №1. – С. 30-32.

2.Пестициды: угроза реальна/Под ред.О.А. Сперанской. – М.:Момент, 2004. – 73 с.

3.Областная целевая программа «Утилизация и захоронение непригодных и запрещенных к применению пестицидов в Саратовской области» на 2006-2008 годы.

4.Саксонов, М.Н., Абалаков, А.Д., Данько, Л. В. Экологический мониторинг нефтегазовой отрасли. Физико-химические и биологические методы: уч. пособие. – Иркутск: Иркут. ун-т, 2005. – 114 с.

5.Жмур Н.С. Методика определения токсичности воды и водныхвытяжек из почв, осадков сточных вод, отходов по смертности и изменению плодовитости дафний. 2-е изд., испр. и доп. – М.: АКВАРОС, 2007. – 52 с.

6.Жмур Н.С., Орлова Т.Л. Методика определения токсичности вод,водных вытяжек из почв, осадков сточных вод и отходов по изменению уровня флуоресценции хлорофилла и численности клеток водорослей. – 2 - е изд., испр. и доп. – М.: АКВАРОС, 2007. – 48 с.

7.Критерии отнесения опасных отходов к классу опасности для окружающей природной среды (утв. приказом МПР РФ от 15 июня 2001г. №511).

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ

А.И.Карманчиков

Все более актуальной становится проблема утилизации промышленных и бытовых отходов человеческой деятельности. На каждого жителя нашей планеты приходится в среднем, по различным источникам от 300 кг. до одной тонны мусора в год, и это не считая промышленных отходов. Снижения уровня отходов естественным путем ожидать не приходится. Уже наступает процесс понимания глобальности проблемы, необходимости объединить усилия всех стран в решении этой проблемы. Начавшийся процесс формирования экологической культуры нашего населения не решит проблему в ближайшем будущем, необходима длительная и настойчивая работа в этом направлении. Важным является процесс определения перспектив и направлений разработки новых технологических процессов, снижающих уровень отходов.

Анализ информации, точек зрения экспертов и исследователей позволяет утверждать, что наиболее вероятными направлениями и процессами решения проблемы снижения уровня бытовых и промышленных отходов в ближайшей перспективе будут следующие:

- бережное отношение к природным ресурсам, более тщательная, глубокая их переработка;
- создание и широкое использование технологий изготовления материалов экологически безопасно разлагающихся в естественных условиях в заданных временных пределах;
- более широкое использование конструкционных материалов для многократного использования, не снижающих своих свойств при повторной переработке;
- создание искусственных и более интенсивное использование уже известных растений и микроорганизмов ускоряющих процесс разложения;
- более широкое использование процессов

разложения отходов на перерабатывающих заводах для создания различных видов энергии;

• создание эффективной системы и технологий сортировки отходов для организации специализированных процессов их переработки;

• включение в систему проектирования оборудования, машины, технологического процесса этапа, на котором будут определяться процессы утилизации или переработки этих объектов после завершения эксплуатации (физического или морального старения);

• сокращение процессов захоронения и сжигания отходов;

• расширение технологий переработки отходов, безотходных технологий и технологий замкнутого цикла;

• сокращение объемов потребления, более рациональное использование ресурсов (необходимое и достаточное), исключение избыточных технологий;

• изменение отношения общества к отходам, как неизбежному злу, потерям в процессе изготовления необходимой продукции, понимание и восприятие их как ресурс, дополнительный источник дохода;

• совершенствование нормативной базы, законодательства, мотивирующих предприятия и граждан рационально использовать то, что перестало быть необходимо.

Этот перечень можно продолжить, однако, хотелось бы остановиться на таких перспективных направлениях, которые еще не раскрыты нами в самой природе. В окружающем нас мире очень много растений, живых организмов способных решать наши проблемы, необходимо лишь обратить на них внимание. Конечно, растения увидеть можно, а микроорганизмы заметить не просто, а понять возможности и тех, и других еще сложнее, тем не менее, возможности человека в этом направлении расширяются. Это просторы для исследования соизмеримые с просторами космического пространства, это наш внутренний космос.

С каждым днем все больше экспертов считают, что именно биотехнологии становятся символом могущества современной науки, воплощением достижений цивилизации.

Микроорганизмы эффективнее любых других живых существ превращают сложные соединения в простые. Для микробов это просто процесс питания – использование сложных органических соединений в качестве азота, углерода, фосфора и т.д. С каждым днем в биосферу попадают все новые синтетические органические соединения, которых никогда не было в природе. Однако, микробы не только демонстрируют фантастическую способность к их переработке, но и непрерывно совершенствуются, эволюционизируют. Специалисты возлагают большие надежды на микроорганизмы, полученные методами генной инженерии и обладающие нужными свойствами. Эти мощные преобразующие силы микроорганизмов не нужно заставлять, принуждать их необходимо лишь направлять. Конечно, необходимо помнить и о рычагах сдерживания. Достаточно подумать лишь о полчищах термитов или саранчи, это бедствие мы можем видеть и уйти, с микроорганизмами справляться, сдерживать их будет сложнее.

Многие растения помогаю микроорганизмам, снабжая их корневыми выделениями, содержащими нужные питательные вещества, а микробы, в свою очередь, помогают растениям усваивать определенные вещества. Многие растения эффективно снижают радиоактивность, аккумулируют тяжелые металлы, «высасывая» их из почвы. Система «микробы – растения» очищает почву и от органики, и от тяжелых металлов. Так очищали почвы и от мышьяка и других токсичных соединений. Такой подход к очистке окружающей среды быстро развивается. При рассеянных загрязнениях ему просто нет альтернативы.

Есть определенные достижения в каждом перечисленном выше направлений, однако, развитие отдельных направлений не сможет решить накопившихся проблем возрастания отходов, необходим системный, комплексный подход.

ОЦЕНКА БИОТОКСИЧНОСТИ ФУГАТА ПШЕНИЧНОЙ ПОСЛЕСПИРТОВОЙ БАРДЫ

В.И. Макаров

В настоящее время в Российской Федерации послеспиртовая барда является малоиспользуемым отходом спиртового производства. Предлагаемые технологии утилизации барды не решают проблемы в должной мере, так как ориентированы в основном на выделение из барды сухих веществ с досушиванием их до товарного состояния в виде кормового продукта (WDG, DDG, CDS, DDS, WDGS, DDGS продукции) [1]. Данное технологическое решение является невыгодным с экономической точки зрения в виду высокой стоимости энергоносителей и не является экологически безопасной. Не получили широкого распространения и технологические схемы переработки барды с получением биогаза в метантеках ни за рубежом, ни в России. В данном способе переработки барды необходимы огромные метантанки (а, значит, и значительные земельные участки) [2]. При этом появляется другая экологическая проблема – требуется утилизация шлама – отхода производства биогаза.

Послеспиртовая барда в сельскохозяйственном производстве РФ востребована лишь частично при кормлении крупного рогатого скота, да и то преимущественно в зимний период. В летнее время спиртовые заводы вынуждены останавливать производство или сбрасывать барду на поля фильтрации, нанося этим огромный вред окружающей среде [3]. В свою очередь, послеспиртовая барда может являться ценным органическим удобрениям, благодаря высокому содержанию биогенных элементов [4].

Используемая в настоящее время технология переработки пшеничной барды используемой на ОАО «Спиртзавод «Балезинский» предусматривает получение из нее сухого корма (DDG) и жидкого фугата. Частично барда реализуется сельхозпроизводителям для кормления КРС. Для снижения рисков загрязнения окружающей среды предприятием ведутся

работы по безопасной утилизации фугата барды в качестве органического удобрения.

Химический состав фугата барды близок к жидкому навозу свиней. Однако в отличие от традиционных органических удобрений он характеризуется более высокой кислотностью (pH составляет около 4 ед.) и имеет специфический микробиологический состав. По результатам испытаний, проведенных в ОАО АХЦ «Удмуртский» (2009 г.) фугат послеспиртовой барды содержит: сухого вещества – 8.29 %, азота – 0.34 % N, фосфора – 0.11 % P, калия – 0.03% K, кальция – 0.01 % Ca. Концентрация в фугате барды токсичных элементов и радионуклидов, остаточных количеств пестицидов соответствует нормативным требованиям.

При оценке возможности применения фугата барды в качестве органического удобрения необходимо проведение исследований по оценке потенциального негативного воздействия на всходы сельскохозяйственных культур и полезные почвенные микроорганизмы.

Оценку фитотоксичности фугата проводили методом водной вытяжки [5] с использованием модификации на основе «почвенных пластин». В экспериментах в чашки Петри помещали почву, которые увлажняли до 60 % от полной влагоемкости фугатом барды, разбавленным дистиллированной водой в возрастающем соотношении. Сравнение вели с контролем (почва, увлажненная дистиллированной водой). В опытах в качестве тест-культуры ис-пользованы семена овса. Метод водной вытяжки позволяет оценить потенциальную токсичность как следствие непосредственного контакта семян и изучаемого материала в естественных условиях произрастания. В отличие от стандартной версии методики анализа с использованием увлажненной фильтровальной бумаги, метод «почвенных пластин» позволяет моделировать естественные условия развития проростков растений. Дозы фугата барды в пересчете на массу почвы на гектарной площади в пахотном слое составили: второй вариант – 30 т/га, третий – 60, четвертый – 120, пятый – 300.

Установлено, что при всех изучаемых разведениях фугата барды не проявляется эффект фитотоксичности – развитие всходов существенно не отличается от контрольного варианта (таблица 1). Так количество всходов из 25 высеянных семян составило 23-24 шт., что соответствует нормальной величине полевой всхожести для качественных семян. Сырая масса надземных частей растений и их длина через 7 дней после начала эксперимента также не отличались значительно от контрольного значения.

Таблица 1

Оценка фитотоксичности фугата барды послеспиртовой (семена овса посевного)

Вариант (соотношение фугат барды : вода)	Количество всходов, шт.	Масса всходов, мг	Средняя длина всходов, см
1. Вода (к)	24	2.94	14.0
2. 1 : 19	24	2.84	14.1
3. 1 : 9	24	2.84	14.3
4. 1 : 4	24	2.92	14.2
5. 1 : 1	24	2.92	14.3
$НСР_{05}$	$F_Ф<F_Т$	$F_Ф<F_Т$	$F_Ф<F_Т$

Близкие результаты были получены и другими исследователями в Нижегородской сельскохозяйственной академии [6]. Ими констатировался даже стимулирующий развитие проростков эффект при использовании методики водной вытяжки при проращивании семян овса на фильтровальной бумаге.

Нетрадиционные органические удобрения при использовании в высо-ких дозах могут проявлять биотоксичный эффект по общесанитарному показателю опасности. Это можно определит по угнетению развития полезной почвенной микрофлоры. Наиболее важными в агрономическом отношении

является учет в почвенной среде активности аммонифицирующих и нитрифицирующих микроорганизмов. Количественная характеристика их активности может быть определена определена в виде нитрификационной [7] и азотминерализующей способностей почв [8].

Методики предусматривают компостирование почвы при увлажнении водой 60 % от капиллярной влагоемкости и температуре среды в термостате 28 ^{o}C в течение 14 суток. При оценке биотоксичности веществ вместо увлажнения дистиллированной водой используют растворы вещества при разных степенях разведения. В последующем производится определение содержание нитратного и аммонийного азота в почве стандартными методами.

Установлено, что фугат барды при всех изученных разведениях не оказывает биотоксичного эффекта в отношении нитрифицирующих микроорганизмов (таблица 2). Наоборот выявлено, что применение органического удобрения существенно усиливает нитрификационную способность почв. Так если в контрольном варианте после компостирования 2 недели содержание нитратного азота увеличилось на 16.3 мгN/кг, то при применении фугата барды при разведении водой в два раза нитрификационная способность возросла до 63.1. При этом нитрификационная эффективность составила 46.8 мгN/кг или 288 % к контрольному варианту.

Таблица 2

Оценка влияния фугата барды послеспиртовой на химические и биологические свойства почв

Вариант (соотношение фугат барды : вода)	Содержание нитратов, мгN/кг	Нитрификационная способность, мгN/кг	Нитрификационная эффективность		Содержание обменного аммония, мгN/кг	Аммонифицирующая способность, мгN/кг
			мгN/кг почвы	%		
1. Вода (к)	23.0	16.3	-	-	17.8	-9.8
2. 1 : 19	23.0	16.3	0	0	21.3	-6.2
3. 1 : 9	29.8	23.1	6.8	42	24.0	-3.6
4. 1 : 4	42.2	35.5	19.2	118	25.2	-2.4

5. 1 : 1	69.8	63.1	46.8	288	28.9	1.3
6. Исходная почва	6.7	-	-	-	27.6	-

Окончание таблицы 2

Вариант (соотношение фугат барды : вода)	Содержание минерально-го азота, мгN/кг	Азотминера-лизующая способность, мгN/кг	Азотминерализующая эффек-тивность		
			мгN/кг почвы	%	мгN/кг-т удобрения
1. Вода (к)	40.8	6.5	-	-	
2. 1 : 19	44.3	10.0	3.5	54	0.12
3. 1 : 9	53.8	19.5	13.0	200	0.22
4. 1 : 4	67.4	33.1	26.5	408	0.22
5. 1 : 1	98.7	64.4	57.9	888	0.19
6. Исходная почва	34.3	-	-	-	

С увеличениемстепени разведения фугата барды нитрификационная эффективность снижается пропорционально использованным дозам.

При компостировании почвы при заданных условиях (температуры и влажности) создаются благоприятная ситуация для жизнедеятельности нитрифицирующих микроорганизмов по сравнению с аммонифицирующими. Поэтому преобладание нитрификации над аммонификацией приводит к существенному снижению содержания аммонийного азота в почве [9].

В исследованиях не установлено токсичного эффекта фугата барды и в отношении аммонифицирующих микроорганизмов в почве (см. таблицу 2). Так если в контрольном варианте при увлажнении дистиллированной водой содержание обменного аммонийного азота в почве снизилось на 9.8 мгN/кг, то при применении фугата барды в дозе 300 т/га наблюдалось даже увеличение запасов аммония в почве. Причиной этого является поступление минерального аммонийного азота непосредственно с самим фугатом барды.

Расчетазотминерализующейспособностиисходнойпочвы выявил не-большое возрастание содержания минерального азота в почве (6.5 мгN/кг). В то же время применение органического удобрения существенно увеличивает

азотминерализующую способность – азотминерализующий эффект составил в варианте с использованием барды 300 т/га 57.9 мгN/кг или 888 % к контролю. Естественно, данный показатель с уменьшением доз барды постепенно снижается.

Таким образом, фугат послеспиртовой барды не обладает фитотоксичностью при использовании в дозе до 300 т/га, усиливает азотминирализационную эффективностью почвы на 0.19 мгN/кг при внесении 1 т агрохимиката.

Список литературы

1.http://www.spbarda.ru.

2.http://tehalcoprom.ru.

3.Пахненко Е.П. Осадки сточных вод и другие нетрадиционные органические удобрения. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2007.

4.Ненайденко Г.Н., Журба О.С., Шереверов В.Д. Послеспиртовая барда в качестве органического удобрения // Ликероводочное производство и виноделие, № 7, 2008. – С. 12-15.

5.МР 2.1.7.2297–07. Почва, очистка населенных мест, отходы производства и потребления, санитарная охрана почвы. Обоснование класса опасности отходов производства и потребления по фитотоксичности.

6.Умнов Н.А., Добахова Е.В. Оценка биотоксичности фугата – отхода пе-реработки барды послеспиртовой // Агрохимия и экология: история и современность. – Н.Новгород: Изд-во ВВАГС, 2008. – С. 224-227.

7.Методические указания по определению нитрификационной способности почв. – М.: ВПНО «Союзсельхозхимия», 1984.

8.Методические указания по определению аммонифицирующей способности почв. – М.: МСХ РФ, 1993.

9.Звягинцев Д.Г., Бабьева И.П., Зенова Г.М. Биология почв. – М.: Изд. МГУ, 2005.

МОДЕРНИЗАЦИЯ ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ПЕРЕРАБОТКИ ТВЁРДЫХ ОРГАНИЧЕСКИХ ОТХОДОВ

Н.А. Перминов

Технология подготовки твёрдых полимерных производственных отходов к вторичному использованию включает в себя многоступенчатую механическую переработку сырья до придания частицам порошкообразного или волокнистого состояния, после чего их применяют для изготовления, например, теплоизоляционных строительных материалов [1].

Машины для такой переработки (измельчения) имеют в качестве исполнительных механизмов гладкие или рельефные металлические валки, вращающиеся в процессе работы и затягивающие отходы между собой, сминая или расплющивая их.

Основные недостатки тех и других в том, что у гладких валков снижена затягивающая способность, а у рельефных – расплющивающая, что и делает механическую переработку твёрдого сырья многоступенчатой: сначала измельчение кускового сырья рельефными валками до частиц с размерами, необходимыми для возникновения затягивающего эффекта у гладких валков, затем расплющивание последними полученной массы из мелких кусочков до порошка или волокон (зависит от состава полимеров).

Чтобы увеличить затягивающую способность гладких валков и, тем самым, упростить технологию и оборудование для переработки твёрдого сырья, их рабочую цилиндрическую поверхность изготовляют шероховатой. Способы изготовления цилиндрической поверхности известны: токарная, а затем круглошлифовальная обработка. Макрорельеф поверхности стального валка после такой обработки представляет собой множество винтовых линий из гребешков шероховатостей материала, располагающихся поперёк оси валка, но вдоль направления движения обжимаемых кусочков при вращении валков и затягивании сырья между ними. Такое расположение

зацеплению их гребешками кусочков сырья для транспортировки в зону расплющивания и требует наличия подталкивающих механизмов. Следовательно, это направление шероховатостей не обеспечивает должного эффекта затягивания, да и материал валка, не подвергаемый термической обработке с целью увеличения твёрдости рабочей поверхности, довольно быстро истирается и сминается, а оба эти процесса сопровождаются снижением высоты шероховатостей, что требует частой повторной механической обработки рабочей поверхности с целью восстановления макрорельефа.

Очевидно, что следовало бы расположить гребешки шероховатостей макрорельефа рабочей поверхности не поперёк, а вдоль оси валка, что значительно увеличило бы зацепляющий, а значит и затягивающий эффект и позволило бы снизить многоступенчатость технологии переработки твёрдого сырья и упростило бы конструкцию оборудования для осуществления этого процесса.

Для повышения затягивающей способности гладких валков нами предложено в качестве окончательной обработки их рабочей цилиндрической поверхности вместо круглого шлифования применять алмазное вибрационное накатывание – способ, позволяющий располагать гребешки шероховатостей макрорельефа в требуемом для лучшей эксплуатации направлении, то есть, в нашем случае, не поперёк оси детали, а вдоль неё [2].

Способ применим только для валков из мало - и среднеуглеродистых нетермообработанных пластичных сталей и заключается в следующем.

Валок для обработки устанавливают в токарный станок: один конец зажимают в трёхкулачковый патрон, другой поддерживают вращающимся центром задней бабки. В процессе вращения валка в его рабочую цилиндрическую поверхность вдавливают с определённым усилием конусный алмазный наконечник с радиусом при вершине R = 0.2 мм, в результате чего на обрабатываемой поверхности выдавливается канавка треугольного профиля, по бокам которой образуются наплывы металла (гребешки шероховатостей), выступающие

над исходной поверхностью цилиндра (рисунок 1).

Рисунок 1 -Схема поперечного сечения вибронакатанного макропрофиля: 1 - линия профиля исходной поверхности; β – половина угла конуса алмазного наконечника; ρ – ширина гребешка, равная половине ширины канавки; $h_н$ – высота гребешка; hк - глубина вдавливания наконечника (глубина канавки); R – радиус наконечника

Рисунок 1

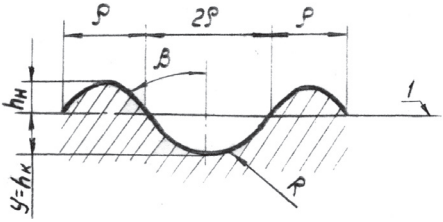


Рисунок 2

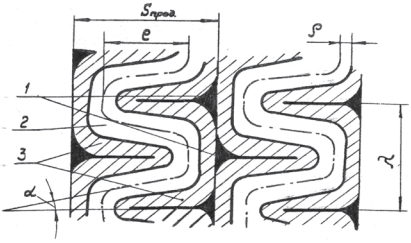
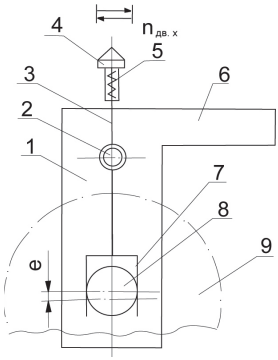


Рисунок 3



Алмазный наконечник, закреплён на конце штанги специального обрабатывающего устройства – вибрационной головки для накатывания с возможностью возвратно-поступательного (колебательного) движения вдоль оси

обрабатываемого валка. При определённом соотношении величин частоты вращения шпинделя токарного станка, продольной подачи суппорта с установленной на нём вибрационной головкой для накатывания и частоты возвратно-поступательного движения алмазного наконечника, на обрабатываемой поверхности создаётся макрорельеф, имеющий расположенные вдоль оси валка гребешки шероховатостей (рисунок 2). Указанное выше соотношение определяется формулой:

$$n = \frac{4n_{дв.х.}\, y \cdot tg\,\beta}{\sqrt{S^2_{прод.} + (\pi\, d)^2}}$$

где: n – частота вращения шпинделя, мин-1 ;

$n_{дв.х.}$ – частота возвратно-поступательного движения алмазного наконечника, дв.ход./мин;

y – перепад уровней гребешков и канавок макропрофиля, мм;

β – половина угла конуса алмазного наконечника, град.;

d – диаметр валка, мм;

$S_{прод.}$ – продольная подача суппорта, мм/об., вычисляется по формуле:

$$S_{прод.} = e + 2y \cdot tg\,\beta$$

где: e – амплитуда возвратно-поступательного движения алмазного наконечника, мм.

Рисунок 2 – Схема макрорельефа вибронакатанной поверхности: 1 – исходная необработанная поверхность; 2 – канавка; 3 – гребешки шероховатостей; Sпрод. – продольная подача суппорта станка; e – амплитуда колебаний наконечника; ρ – половина ширины канавки; α – угол наклона канавки; λ – угол наклона канавки

Расчёты показывают, что площади поверхностей, занимаемые гребешками и впадинами образованного такой обработкой макрорельефа примерно равны по 50% общей площади.

Внешний вид вибрационной головки для накатывания представлен на рисунке 3.

Рисунок 3 – Кинематическая схема вибрационной головки

для накатывания: 1 – основание; 2 – ось качания штанги; 3 – штанга; 4 – алмазный наконечник; 5 – гнездо наконечника; 6 – полка основания; 7 – паз штанги; 8 – эксцентрик; 9 – электродвигатель (показан штрихпунктирной линией

Вибрационная головка для накатывания состоит из следующих элементов. Электродвигатель 9 мощностью 0.25 кВт закреплён вертикально на основании виброголовки и имеет на своём валу эксцентрик 8 со смещением оси е = 2мм. На наружной поверхности эксцентрика 8 соосно закреплён шарикоподшипник (не показан), располагающийся в свою очередь своей наружной поверхностью в пазу 7 штанги 3, установленной на вертикальной оси 2 с возможностью качательного движения и содержащей на противоположном конце подпружиненное в радиальном направлении относительно обрабатываемой детали гнездо 5, куда установлен алмазный наконечник 4 для накатывания поверхности, на которой требуется нанести макрорельеф с канавками и гребешками. Основание виброголовки своей полкой 6 закреплено в резцедержателе станка комплектными винтами.

Процесс вибронакатывания происходит следующим образом. Пружину алмазного наконечника, выверенного по высоте центров станка, настраивают на определённое усилие прижатия к обрабатываемой поверхности и устанавливают относительно последней по лимбу поперечной подачи. Затем включают одновременно вращение шпинделя токарного станка с обрабатываемой деталью, продольную подачу суппорта с виброголовкой и вращение электродвигателя виброголовки, который посредством эксцентрика, заставляет штангу колебаться вокруг оси, а алмазный наконечник - совершать возвратно - поступательное движение и при этом выдавливать заданный макрорельеф на обрабатываемой поверхности вращающегося валка.

Глубина вдавливания алмазного наконечника зависит от твёрдости материала детали и для стали не превышает 0.2 мм, а высота гребешков шероховатостей – 0.1 мм, то есть общий перепад уровней гребешков и канавок – не более 0.3

мм. В работе [1] сообщается, что нижний предел диапазона размеров частиц переработанного сырья (линолеума из ПВХ) составляет 1 мм, что вполне соотносимо с размерами высоты макрорельефа вибронакатанной поверхности валка. Толщина выходящего после валков полимерного волокна может быть ещё ниже по величине, так как два углубления по 0.3 мм на двух валках в сумме меньше 1 мм.

Преимущество вибронакатанного макрорельефа перед гладкой поверхностью в том, что большие по размеру куски сырья в процессе переработки подхватываются расположенными поперёк их движения гребешками шероховатостей и доставляются в зону расплющивания, чего не может эффективно обеспечить гладкая поверхность.

Кроме того, поскольку твёрдость выдавленного алмазным наконечником металла гребешков в полтора раза выше твёрдости основного материала за счёт наклёпа и достигает НВ 250…300 кг/мм^2, то процесс изнашивания и сминания гребешков шероховатости протекает медленнее и восстановительную обработку валков вибронакатыванием производят реже [3].

Таким образом, применение в технологии изготовления гладких валков процесса алмазного вибрационного накатывания их рабочих поверхностей обеспечивает у последних двойной эффект, проявляющийся в условиях эксплуатации: затягивание и расплющивание крупных кусков твёрдого сырья, что при соответствующей модернизации оборудования упрощает технологический процесс механической переработки сырья.

Список литературы

1.Дружакина О.П. Новые синтетические утеплители в энергосбережении строительства // Безопасность в техносфере. – №5. – Ижевск: ГОУ ВПО УдГУ, 2009. – С. 165-170.

2.Перминов Н.А. Комплекс технологий по восстановлению деталей подвижных сопряжений автотракторных двигателей // Вузовская наука – сельскохозяйственному производству. Тезисы докладов научно-производственной конференции

профессорско-преподавательского состава ИжСХИ, 14-15 ноября 1991г. Ижевск. – Ижевск: ИжСХА. – С. 174-176.

3.Шнейдер Ю.Г. Регуляризация и упрочнение деталей машин // Вестник машиностроения. – №12. – 1984. – С. 18-20.

ОБЕЗВРЕЖИВАНИЕ НЕКОНДИЦИОННЫХ ЯДОХИМИКАТОВ

В.Г.Петров,
Е.А. Воронцова, С.С.Мелконян

В Удмуртской Республике (УР) и других регионах РФ накоплены различные ядохимикаты, преимущественно пестициды, употребление которых просрочено или состав которых неизвестен. Такие ядохимикаты хранятся иногда в плохо приспособленных помещениях или даже на открытых площадках. Вследствие этого могут попадать в различные объекты окружающей среды, обладая высокой токсичностью. В табл. приведены некоторые ядохимикаты, имеющиеся на территории УР [1]. Вещества представляют собой слежавшиеся порошкообразные препараты с различным содержанием активного компонента, а также водные эмульсии, разлитые в металлическую или пластиковую тару. Для обезвреживания таких ядохимикатов используются различные методы: окисление, облучение УФ излучением, термические методы, восстановление водородом. Также исследовались методы окисления ядохимикатов хлором в щелочной среде [2].

В настоящее время нами проводятся исследования по разработке процесса обезвреживания таких ядохимикатов с использованием их окисления в щелочной среде при повышенной температуре, а также исследуются высокотемпературне методы разложения с предварительной реагентной обработкой. В результате обработки вещества превращаются в низкотоксичные соединения, некоторые из которых могут быть утилизированы. Процесс не требует дорогостоящих реагентов и оборудования и может быть организован на перепрофилированных объектах по уничтожению химического оружия [3].

Таблица

Характеристика некоторых ядохимикатов, имеющихся в УР [1];

Наименование ядохимиката, его применение	Химическая формула	Свойства
Хлорофос, 80% технич. препарат: инсектицид	$(CH_3O)_2P(O)CH(OH)CC_{l3}$	$t_{пл}$= 83-84° С; ПДК$_{а.в.}$= 0.5 мг/м^3
Карбофос, 50% эмульсия: инсектицид, акорицид	$(CH_3O)_2P(S)SCH(COOC_2H_5)$-$CH_2COOC_2H_5$	$t_{пл}$= 2.8-3.7° С; ПДК$_{а.в.}$= 0.5 мг/м^3 ПДК$_{в.}$= 0.05 мг/л
Фталофос, 20% технич. препарат: инсектицид, акорицид	$(CH_3O)_2P(S)SCH_2$-$NO_2C_2(C_6H_4)$	$t_{пл}$= 72.0-72.7° С; ПДК$_{а.в.}$= 0.3 мг/м^3 ПДК$_{в.}$= 0.2 мг/л
Гексахлоран, 12% технич. препарат: инсектицид	$C_6H_6C_{l6}$	$t_{пл}$= 111.8-112.8° С; ПДК$_{а.в.}$= 0.1 мг/м^3
ДДТ: инсектицид	$(C_6H_4Cl)_2CHCCl_3$	$t_{пл}$= 109° С; ПДК$_{а.в.}$= 0.1 мг/м^3 ПДК$_{в.}$= 0.1 мг/л

Список литературы

1.О состоянии окружающей природной среды Удмуртской Республики в 1998 г. Государственный доклад.- Ижевск:Комитет по охране окружающей среды УР, 1999.

2.Чечина А.А., Петров В.Г. Обезвреживание старых ядохимикатов окислением хлором в щелочной среде // Химическая физика и мезоскопия.- 2008.- Т.10. –№ 2. – С.217-221.

3.Петров В.Г., Трубачев А.В. Перепрофилирование объектов по уничтожению химического оружия в Удмуртской Республике для обезвреживания промышленных отходов/ препринт – Ижевск: Изд-во ИПМ УрО РАН, 2009.

ПОЛУЧЕНИЕ КОНЦЕНТРАТОВ РЗМ НА ПЕРЕПРОФИЛИРОВАННОМ ОБЪЕКТЕ УХО

В.Г. Петров,
А.М. Липанов

С 2007 г. на ОАО «Корпорация ВСМПО-АВИСМА» г. В.Салда, Свердловской области, рассматривается проект переработки дисульфида молибдена до триоксида молибдена чистотой 99,9% для нужд Корпорации и легирования титановых сплавов. Условием передачи Корпорации для разработки месторождения дисульфида молибдена была необходимость комплексной переработки сырья с извлечением всех имеющихся примесей редкоземельных металлов (РЗМ). В частности, в качестве примеси в сырье содержится рений и вольфрам и другие РЗМ. Так как эти примесные элементы концентрируются, в основном, в полупродуктах и хвостах основного производства, нами было предложено передать эти материалы для дальнейшей переработки на перепрофилированный объект по уничтожению химического оружия (УХО) в г. Камбарку, тем более, что объект в Камбарке и «ВСМПО-АВИСМА» входят в структуру Госкорпорации «РОСТЕХНОЛОГИИ».

Приведем краткое описание процессов выделения рения и вольфрама из полупродуктов и хвостов производства триоксида молибдена:

Основным источником рения служат сернокислые растворы, получаемые в процессе переработки концентратов дисульфида молибдена. Такие растворы содержат 0,01-0,04 г/л рения и 0,2-2 г/л молибдена. Для извлечения рения из производственных растворов, в основном, применяют способы сорбции на ионообменных смолах и жидкостную экстракцию.

В результате обжига дисульфида молибдена и аммиачного выщелачивания полученных огарков вольфрам будет концентрироваться в хвостах данного технологического передела в виде трудно растворимых соединений. Дальнейшее выделение вольфрама производится спеканием этих

соединений с содой в присутствии кислорода при температуре 800-9000 С, выщелачивания спеков водой и концентрирования вольфрама методами осаждения и экстракции [1,2].

В настоящее время проект, связанный с получением триоксида молибдена высокой чистоты на «ВСМПО-АВИСМА» приостановлен из-за финансового кризиса. Поэтому можно рассматривать и другие варианты переработки хвостов и полупродуктов других производств с получением концентратов РЗМ на перепрофилированном объекте в г.Камбарке [3].

Список литературы

1. Химия и технология редких и рассеянных элементов. Ч.3/ Под. ред. Большакова К.А. – М.: Высшая школа, 1976.

2. Зеликман А.Н., Коршунов Б.Г. Металлургия редких металлов. – М.: Металлургия, 1991.

3. Петров В.Г., Трубачев А.В. Перепрофилирование объектов по уничтожению химического оружия в Удмуртской Республике для обезвреживания промышленных отходов/ препринт. – Ижевск: ИПМ УрО РАН, 2009.

ПЕРЕПРОФИЛИРОВАНИЕ ОБЪЕКТА ПО УНИЧТОЖЕНИЮ ЛЮИЗИТА В КАМБАРКЕ ДЛЯ ОБЕЗВРЕЖИВАНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ

В.Г. Петров,
А.М. Липанов, М.А. Шумилова

Удмуртская Республика (УР) является уникальным регионом РФ, в котором в соответствии с Программой уничтожения химического оружия (УХО) будут созданы 2 промышленных объекта по уничтожению химического оружия (ХО). Поэтому представляется перспективным рассмотреть дальнейшее использование этих объектов, их производственной инфраструктуры для перепрофилирования объектов УХО в интересах УР. Промышленная инфраструктура объектов УХО (в г.Камбарке, пос.Кизнер) создана и будет создаваться под химические способы обезвреживания высокотоксичных веществ, термические методы обезвреживания отходов. В связи с этим для снижения затрат на перепрофилирование объектов, замену оборудования, сокращения времени работ по перепрофилированию объектов целесообразно, чтобы характер вновь создаваемых производств на этих объектах был близок к профильному.

Для такого использования объектов может быть предложено перепрофилировать объекты УХО под обезвреживание, переработку и утилизацию промышленных отходов, обезвреживание некондиционных ядохимикатов, пестицидов. В настоящее время доля переработки отходов на промышленных предприятиях крайне низка. Отсутствуют в регионе специализированные предприятия по переработке промышленных отходов, специальные полигоны промышленных отходов, отвечающие всем требованиям безопасности. В качестве одного из вариантов перепрофилирования объекта УХО в г.Камбарке рассматривалась возможность получения концентратов вольфрама и рения из хвостов и полупродуктов переработки дисульфида молибдена в триоксид молибдена. В табл.

приведены предложения по перепрофилированию объекта УХО в г.Камбарке [1,2].

Таблица

Краткая характеристика процесса УХО на объекте в г. Камбарке и предложения по перепрофилированию объекта после завершения работ по уничтожению ХО

Характеристика процессов на объекте УХО	Химическое разложение ОВ в водных растворах; упаривание вводно-солевых растворов реакционных масс; термические методы обезвреживания отходов
Предложения по перепрофилированию объекта УХО	1. Обезвреживание и переработка жидких и пастообразных отходов гальвано-химических производств, содержащих тяжелые металлы, с получением: - строительных материалов; - пигментов для производства лаков и красок; - соединений отдельных металлов; - коагулянтов; - промышленных концентратов цветных металлов. 2. Обезвреживание некоторых промышленных органических отходов 3. Обезвреживание некондиционных ядохимикатов, пестицидов. 4. Переработка реакционных масс детоксикации люизита. 5. Переработка хвостов и полупродуктов некоторых переделов получения редкоземельных металлов.

Список литературы

1.Петров В.Г., Трубачев А.В. Перепрофилирование объектов по уничтожению химического оружия в Удмуртской Республике для обезвреживания промышленных отходов/

препринт – Ижевск: ИПМ УрО РАН, 2009.

2.Липанов А.М., Петров В.Г., Трубачев А.В. Решения по снижению количества и обезвреживанию промышленных отходов в Удмуртской Республике // Вестник ИжГТУ, 2006. – № 4. – С.9-17.

ВОЗМОЖНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ПЕРЕРАБОТКИ РЕАКЦИОННЫХ МАСС ДЕТОКСИКАЦИИ ЛЮИЗИТА

В.Г. Петров,
О.С. Набокова, М.А. Шумилова

При разложении люизита методом щелочного гидролиза и последующего их упаривания образуется сухая смесь, содержащая арсенит натрия, хлорид и избыток гидроксида натрия. Также содержится шлам из смолообразных веществ. Возможные направления переработки этой смеси в интересах народного хозяйства могут быть следующими:

Мышьяк металлический (As (мет.)) - применяется при производстве особо чистого мышьяка в электронике; при производстве стекла; для получения металлических сплавов. Может быть получен электохимическим восстановлением реакционных масс (способ применяется на перепрофилированном объекте по уничтожению люизита в пос.Горном Саратовской области). Также может быть получен восстановлением сульфида мышьяка, который можно получить осаждением из реакционных масс.

Трехокись мышьяка (As_2O_3) - применяется при изготовление инсектицидов; при производстве стекла; консервация мехов и кож; при очистке газов в химической технологии; при производстве пиротехники. Может быть получена при перекристаллизации из реакционных масс при pH = 3-4, а также окислением сульфида мышьяка, полученного при осаждении из реакционных масс.

Сульфид мышьяка (As_2S_3) - в кожевенном производстве; в качестве пигмента для красок. Может быть получен осаждением из реакционных масс. При оплавлении образует инертный материал, пригодный для длительного хранения. Одно из наименее токсичных соединений мышьяка.

Гидроарсенит натрия (Na_2HAsO_3) - применим, как гербицид, применяется в ветеринарии. Получается при обработке трехокиси мышьяка щелочью.

Пятиокись мышьяка (As_2O_5) – используется в химической технологии, как гербицид, для антисептической пропитки древесины, при изготовлении некоторых красителей. Получается окислением трехокиси и сульфидов мышьяка.

Гидроарсенат натрия (Na_2HAsO_4) – инсектицид, используется для антисептической пропитки древесины. Может быть получен при обработке пятиокиси мышьяка щелочью.

Арсенат кальция ($Ca_3(AsO_4)_2$) – инсектицид, может быть получен при осаждении из реакционных масс.

Поскольку в настоящее время, по-видимому, нет необходимости перевода всех реакционных масс, образовавшихся при уничтожении люизита в металлический мышьяк, то целесообразно рассмотреть и другие варианты их утилизации. Такие производства могут быть организованы на перепрофилированном объекте УХО в Камбарке [1,2].

Список литературы

1.Петров В.Г., Трубачев А.В. Некоторые вопросы уничтожения химического оружия. – Ижевск: Изд. ИПМ УрО РАН, 2004.

2.Петров В.Г., Трубачев А.В. Перепрофилирование объектов по уничтожению химического оружия в Удмуртской Республике для обезвреживания промышленных отходов/ препринт. – Ижевск: Изд-во ИПМ УрО РАН, 2009.

КОНТРОЛИРОВАНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ ПХДД/Ф В УСТАНОВКАХ ПО ТЕРМИЧЕСКОМУ ОБЕЗВРЕЖИВАНИЮ ХЛОРОРГАНИЧЕСКИХ ОТХОДОВ

В.Г. Петров, А.В. Трубачев

Ранее нами были рассчитаны с применением метода групповых составляющих термодинамические свойства полихлорированных дибензо-п-диоксинов, дибензофуранов (ПХДД/Ф), их Br-, S- аналогов и других диоксиноподобных соединений. Была также проведена оценка кинетических характеристик образования ПХДД/Ф в зонах охлаждения установок по термическому обезвреживанию диоксиногенных отходов и получены следующие результаты [1]:

$$E_a = 26.37 – 33.70 \text{ кДж/моль}$$
$$к_o = (5.84 – 17.60) \cdot 10^{-5}, \text{ с}^{-1}$$

На основании полученных данных был проведен анализ возможных реакций образования ПХДД/Ф в таких установках и сделаны следующие выводы:

1.Для снижения количества синтезированных ПХДД/Ф в зоне сгорания исходных веществ и материалов необходим избыток окислителя для исключения образования в отходящих газах недоокисленных продуктов сгорания, в частности CO и H_2.

2. В зоне максимальных температур также важен избыток окислителя и необходимо выдерживание газовой смеси при t > 850° C (1123 K) не менее 2 с.

Выводы 1,2 соответствуют рекомендациям Европейского Союза для установок по сжиганию диоксиногенных отходов.

3. В зоне охлаждения отходящих газов образование ПХДД/Ф снова возможно из недоокисленных продуктов сгорания (CO, H_2, Cl_2) при T < 700 K, а из соответствующих прекурсоров - при T < 800 K. Наиболее вероятным температурным интервалом образования ПХДД/Ф в зоне

должно составлять ~ 1с, для соответствия выбросов установки ЕН на содержание ПХДД/Ф (ЕН – Европейский Норматив на содержание ПХДД/Ф, равный 0,1 нг I-TEQ / нм^3 для установок по сжиганию отходов). Такие условия возможны при быстром охлаждении отходящих газов во время их очистки в скруббере.

При этом целессообразно, чтобы очистка отходящих газов таких установок велась щелочным раствором [2]. На рисунке приведены общие рекомандации по организации процесса термическом обезвреживании хлорорганических отходов с контролированием количества образующихся в ходе процесса ПХДД/Ф. Уничтожение промышленных хлорорганических отходов может быть организовано на перепрофилированном объекте по уничтожению люизита в Камбарке, в печах по сжиганию твердых и жидких отходов, с учетом разработанных выше рекомендаций и контролированием выбросов ПХДД/Ф по параметрам процесса [3].

Рис. Общие рекомендации для соответствия выбросов установок по сжиганию диоксиногенных отходов Европейскому Нормативу по содержанию ПХДД/Ф.

Список литературы

1. Петров В.Г. Анализ условий образования ПХДД/Ф в зонах охлаждения установок по сжиганию некоторых видов химического оружия// Вестник ИжГТУ. – 2006. – № 3.– С.73-76.

2. Чечина А.А., Петров В.Г. выбор реагента для очистки и охлаждения отходящих газов установок по сжиганию отходов //Интеллектуальные системы в производстве, 2009. – № 1.– С.161-163.

3. Петров В.Г., Трубачев А.В. Перепрофилирование объектов по уничтожению химического оружия в Удмуртской Республике для обезвреживания промышленных отходов/ препринт. – Ижевск: ИПМ УрО РАН, 2009.

УТИЛИЗАЦИЯ ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РАСТВОРОВ СЕРНОЙ И АЗОТНОЙ КИСЛОТЫ

В.Г.Петров,
А.В.Трубачев, В.П.Семакин,

Осадки сточных вод (ОСВ) муниципальных очистных сооружений промышленных центров содержат повышенное количество тяжелых металлов (ТМ), что исключает их непосредственную утилизацию, к примеру, в виде органических удобрений.

Нами разработана технология утилизации таких осадков с использованием растворов серной и азотной кислоты и получением органоминерального удобрения (ОМУ) повышенного качества, а также концентратов отдельных металлов, которые могут быть утилизированы в качестве строительных материалов, промышленных концентратов цветных металлов. В таблице приведены параметры процесса выделения ТМ из ОСВ с использованием растворов серной и азотной кислоты. На способ получено 2 патента РФ на изобретение [1,2]. Полученное ОМУ получило название «ОМОС».

Таблица

Параметры проведения процесса выделения ТМ из ОСВ растворами кислотных реагентов

Наименование	Условия проведения процесса
Оборудование для основного процесса	Аппарат периодического действия с перемешиванием и обогревом; перемешивание реакционной смеси при $Re_м > 10_3$

Температура процесса	60-80° С
Расход кислотных реагентов	Определяется из количества ТМ в ОСВ. Остаточная кислотность в растворе после процесса - pH = 0.8-1.0 (для ОСВ г.Ижевска: 200-250 кг H2SO4/т. сух. ОСВ)
Использование смеси кислотных реагентов	Соотношение $HNO_3 : H_2SO_4 \approx 1:2$ по массе
Время взаимодействия	15-20 мин
Соотношение фаз	Т:Ж = 1:3 – 1:4
Промывка осадка	Проводится в аппарате периодического действия с перемешиванием при Rem > 10_3 и обогревом; pH промывного раствора - 0,8-1,0; Т:Ж = 1:3 – 1:4; t = 60-80° С; время промывки – 15-20 мин.

Технология получения ОМУ из ОСВ была опробована на осадках городов Москвы, Ижевска, Риги, Челябинска, Рязани. Для всех ОСВ была установлена высокая степень извлечения ТМ (более 90-95%). При нейтрализации остаточной кислотности такого осадка после выделения ТМ могут быть получены азотные, калийные, фосфорные а также комплексные ОМУ. В Ижевской государственной сельскохозяйственной академии были проведены сельскохозяйственные испытания ОМУ, изучение токсичности ОМУ по остаточному содержанию ТМ было проведено во Всероссийском научно-исследовательском институте органических удобрений и торфа (ВНИПТИОУ, г.Владимир). Проведенные исследования показали, что ОМУ «ОМОС» является ценным удобрением для использования в сельском хозяйстве. Оптимальные агрохимические показатели по внесению могут составлять до 30 т/га. [3]

Подготовлен проект опытно-промышленной установки,

производительностью 1 т ОМУ в смену. С органами государственного санитарно-эпидемиологического надзора согласован выпуск опытной партии ОМУ в 30 т.

Список литературы

1.Петров В.Г., Махнев Е.С., Семакин В.П. Способ получения органоминерального удобрения. – Патент РФ на изобретение № 2038345. –Опубл. в БИ. № 18 от 27.06.95.

2.Петров В.Г., Махнев Е.С., Семакин В.П. Способ получения органоминерального удобрения. – Патент РФ на изобретение № 2039726. – Опубл. в БИ. № 20 от 20.07.95.

3.Петров В.Г., Семакин В.П., Трубачев А.В. Использование кислотных реагентов при утилизации осадков сточных вод. – Ижевск: Изд. ИПМ УрО РАН, 2005.

ОБЕЗВРЕЖИВАНИЕ ОТХОДОВ ГАЛЬВАНО-ХИМИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ

В.Г. Петров,
А.В. Трубачев, Е.А. Харалдина

Удмуртия является индустриально-развитым регионом с большой долей производств оборонного комплекса, машиностроения металлообработки и приборостроения. Основной проблемой загрязнения окружающей среды для региона является проблема промышленных выбросов тяжелых металлов (ТМ). Одной из главных причин загрязнения ТМ окружающей среды региона являются отходы гальвано-химических производств промышленных предприятий.

В ходе проведенных исследований разработаны методы обезвреживания отработанных концентрированных растворов гальвано-химических производств. Были разработаны методы выделения соединений никеля из сульфатных растворов, получения металлического никеля из отработанного раствора химического никелирования с гипофосфитным восстановителем, получения окиси цинка из отработанных растворов цинкования, гидроксида алюминия из растворов оксидирования [1,2]. Ряд способов был внедрен на ОАО «Ижевский радиозавод» и ГП «Ижевский механический завод». Важным условием обезвреживания таких растворов является исключение их смешивания перед обезвреживанием с другими видами растворов, что, как правило, происходит на станциях нейтрализации кислотно-основных стоков гальвано-химических производств предприятий. В этом случае возможности по их утилизации значительно уменьшаются из-за сложного состава получаемых шламов, которые в этом случае, в основном, могут классифицироваться только как промышленный отход. Была предложена общая схема по организации предприятия по переработке промышленных отходов для одного промышленного центра. Схема такой организации приведена на рисунке.

Разработаны способ утилизации шламов гальвано-химических производств с использованием растворов серной кислоты [3]. На основании проведенных лабораторных исследований были разработаны методы переработки шламов гальвано-химических производств с использованием растворов серной кислоты с получением различных концентратов, которые можно утилизировать в качестве компонентов строительных материалов, промышленных концентратов цветных металлов. В ряде случаев полученные концентраты могут использоваться для получения пигментов, коагулянтов, катализаторов процессов органического синтеза.

Гальвано-химические производства, как правило, неоправданно разбросаны по большому количеству предприятий, представляют из себя устаревшие технологические линии, имеющие низкую загрузку, с недостаточной системой обезвреживания стоков. Основная часть таких производств представляет собой мелкие, технологически малоэффективные цеха, не оснащенные современными средствами нанесения покрытий и обезвреживания отходов. Одним из решений, позволяющих оптимизировать количество таких производств на промышленных предприятиях, являются межзаводская кооперация в рамках одного промышленного центра. Были рассмотрены и подготовлены предложения для кооперации предприятий г.Ижевска по конкретным видам производств на основе технических, экономических решений и с использованием информационных технологий. Предложения были направлены в Министерство промышленности Удмуртской Республики [4].

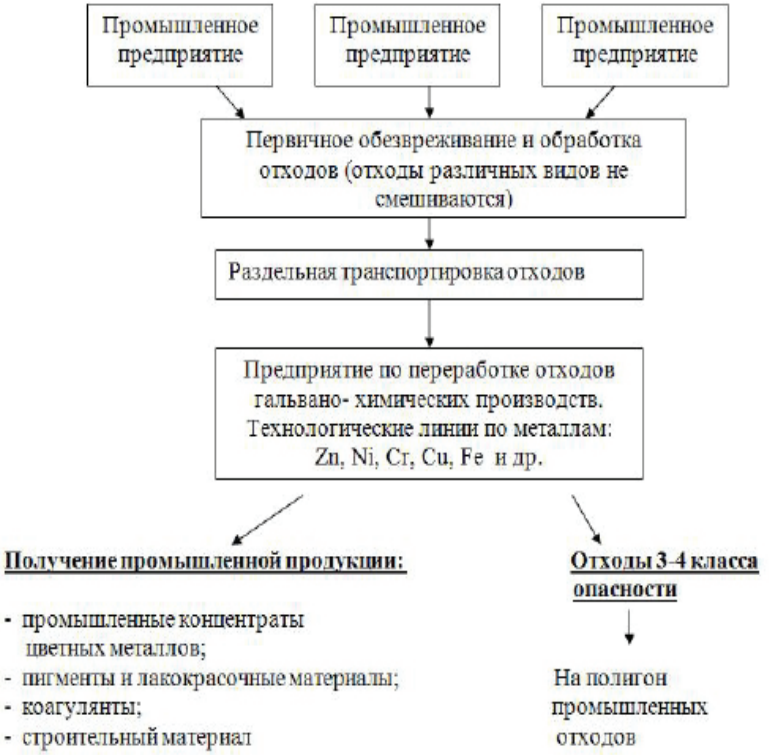


Рис.Схема организации сбора и переработки отходов гальвано-химических производств в условиях промышленного центра

Список литературы

1. Меркушев Ю.Н., Мокрецов В.Г., Петров В.Г. Извлечение меди, никеля и цинка из отработанных растворов гальванического производства // Экология и промышленность России, август 2002. – С.21-23.

2. Меркушев Ю.Н., Петров В.Г., Чечина А.А. Способ утилизации отработанных гальванических растворов с высоким содержанием цинка // Тез.докл. конф. «Экологическая безопасность Урала», Екатеринбург, 2002. –Екатеринбург: «Урал-Принт», 2002. – С.129.

3. Петров В.Г., Семакин В.П., Трубачев А.В. Использование кислотных реагентов при утилизации осадков

сточных вод. – Ижевск: Изд. ИПМ УрО РАН, 2005.

4. Петров В.Г., Меркушев Ю.Н., Тарасов В.В., Трубачев А.В. Направления кооперации гальвано-химических производств предприятий индустриальных центров// В сб. Материаловедение и обработка материалов. – Ижевск: Изд. ИПМ УрО РАН, 2005. – С.195-215.

СПОСОБ ОДНОВРЕМЕННОГО ОБЕЗВРЕЖИВАНИЯ РТУТЬ И МЫШЬЯКСОДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ

В.Г.Петров, М.А. Шумилова, А.А. Чечина

Большинство растворимых соединений ртути и мышьяка обладают высокой токсичностью и представляют опасность для окружающей среды и населения. В Удмуртской Республике большое количество растворимых соединений мышьяка получено в результате уничтожения люизита в Камбарке. Ртуть содержится в виде отходов в отработанных лампах дневного света, отходов электрохимических производств, также может входить в состав ядохимикатов. Нами разрабатывался способ одновременного обезвреживания ртуть и мышьяк содержащих отходов при переводе растворимых соединений ртути и мышьяка в нерастворимый арсенат ртути. В качестве растворимого соединения ртути использовался нитрат ртути, получаемый из отходов металлической ртути. Арсенат натрия был синтезирован при окислении арсенита натрия.

Нитрат ртути (2+) был получен при взаимодействии концентрированной азотной кислоты с металлической ртутью при температурах 60-80° С. Реакция может быть записана следующим образом:

$$Hg + 4HNO_3 \quad Hg(NO_3)_2 + 2H_2O + 2NO_2 \qquad (1)$$

Арсенат натрия был получен из арсенита натрия при окисление гипохлоритом натрия:

$$Na_3AsO_3 + NaClO \quad Na_3AsO_4 + NaCl \qquad (2)$$

В кислый раствор нитрата ртути с концентрацией до Hg 1 г/л по каплям при перемешивании вводили раствор арсената натрия при температуре 40-50° С. При этом наблюдалось выпадение осадка арсената ртути желтого цвета. Реакцию можно записать следующим образом:

$$3Hg(NO_3)_2 + 2Na_3AsO_4 \quad Hg_3(AsO_4)_2 + 6NaNO_3 \qquad (3)$$

Арсенат натрия вводили в раствор с избытком относительно стехиометрии реакции (3). Избыток арсенат-иона был осажден введением хлорного железа [1]. Нейтрализацию заканчивали при значениях pH = 4-5. Полученный осадок арсената ртути промывался и высушивался. Раствор после осаждения арсената ртути может быть выведен на биологическую очистку и после обезвреживания сброшен в окружающую среду [2].

Полученный арсенат ртути является малорастворимым, малотоксичным соединением, температура разложения которого более 300° С [3]. Арсенат ртути может использоваться в качестве компонента необрастающих красок [3].

Кроме этого арсенат ртути может рассматриваться в качестве формы хранения мышьяка и ртути на полигонах промышленных отходов.

Разработанный метод позволяет в одном технологическом процессе осуществлять нейтрализацию 2-х видов токсичных веществ. Процесс не требует сложного технологического оборудования. Реакции нейтрализации идут в растворе, не требуется дополнительных мер защиты персонала, поэтому процесс имеет некоторые преимущества перед другими способами обезвреживания ртуть содержащих отходов, идущими, например, в газовой фазе [3]. Полученный арсенат ртути является малотоксичным веществом и может длительное время храниться при обычных условиях.

Список литературы

1.Петров В.Г., Трубачев А.В., Шумилова М.А. Очистка мышьяксодержащих растворов, полученных при уничтожении химического оружия, методом многократного соосаждения // Тез. Докл. Всероссийской конференции с международным участием “Химическое разоружение - 96. Экология и технология, CHEMDET -96”. – Ижевск: Изд. ИПМ УрО РАН. 1996. – С.125-126.

2. Petrov V.G., Kovyazina O.A. Bio-chemical method of

cleaning of effluent waters formed at destruction arsenic containing poisonous substances // Book of Abstracts of CBMTS – IV Int. Symposium, Spiez, Switzerland, 2002. – P. 40-41.

3.Химия. Большой энциклопедический словарь // Гл. ред. Кнунянц И.Л. – М.: Большая Российская энциклопедия, 2000.

ОБЕЗВРЕЖИВАНИЕ И УТИЛИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ВОДОМАСЛЯНЫХ ЭМУЛЬСИЙ

В.Г. Петров, М.А. Шумилова,
А.А. Чечина, Ю.Н. Меркушев

Нефтепродукты в сточные воды промышленных предприятий попадают вследствие того, что не обезвреживаются или плохо обезвреживаются отходы, в состав которых входят эти загрязнители. Одной из проблем удаления нефтепродуктов из сточных вод предприятий является обезвреживание и утилизация различных видов водомасляных эмульсий, которые применяются в производстве и утрачивают свои свойства, или являются отходами каких-либо процессов. Примером таких эмульсий могут быть отработанные смазочно-охлаждающие жидкости (СОЖ), широко использующиеся в производстве. Обезвреживание таких эмульсий проводится с использованием различных реагентов, коагулянтов [1].

Нами разработан и испытан на образцах отработанных СОЖ с предприятия «Ижевский радиозавод» (ИРЗ) способ разложения и утилизации таких эмульсий с использованием последовательной их обработки железным купоросом ($FeSO_4.7H_2O$) и хлорной известью. Полученный в результате процесса осадок отфильтровывали и проводили анализ содержания нефтепродуктов в жидкой фазе [2].

В результате такой обработки эмульсии происходит образование осадка гидроокиси железа (3+), что приводит к коагуляции эмульсии, и образование $CaSO_4.2H_2O$, что облегчает фильтрацию получаемого осадка. Реакцию взаимодействия при обработке эмульсий применявшимися реагентами можно записать следующим образом:

$$4FeSO_4 + 4Ca(OH)_2 + Ca(OC_l)_2 + 2H_2O \rightarrow 2Fe_2O_3.3H_2O + 4CaSO_4 + CaC_{l2}$$

В таблице приведены результаты анализа нефтепродуктов в жидкой фазе до и после обработки СОЖ.

Из таблицы видно, что предложенный метод можно признать перспективным, т.к. содержание нефтепродуктов после обработки снижается в 500-3500 раз. Однако после предварительных испытаний значения ПДК по нефтепродуктам (ПДК в воде = 0,3 мг/л [2]) достигнуты не были, что требует дальнейшего совершенствования этого метода. Метод прост, не требует сложного специального оборудования и дорогостоящих реагентов, что упрощает его внедрение.

Полученный осадок состоит из сгустившихся масло-, нефте - продуктов, $Fe_2O_3.nH_2O$ и $CaSO_4.2H_2O$, может быть использован в качестве добавок при производстве асфальтобетонов. Кроме этого можно провести его обжиг. В результате обжига нефтепродукты выгорают с образованием тепла, которое можно утилизировать, и получением шлака, который применим в строительстве [3].

Таблица

Состав и содержание нефтепродуктов в жидкой фазе до и после разложения водомаслонефтяных эмульсий

Состав эмульсий	Содержание нефтепродуктов	
	до обработки г/л	после обработки, мг/л
СОЖ ИРЗ: Моющее средство «Лабомид-203»; индустриальное масло И-12А, И-20А; смазочно-охлаждающая жидкость «Конвекс», нитрит натрия технический	141.0	38.2

СОЖ ИРЗ: Моющее средство МЛ-51, МЛ-52; индустриальное масло И-12А, И-20А; смазочно-охлаждающая жидкость «ВЭЛС-1»	7.0	5.8
СОЖ ИРЗ: Моющее средство МЛ-51, МЛ-52; индустриальное масло И-12А, И-20А; смазочно-охлаждающая жидкость состава: триэтаноламин, борная кислота	8.5	16.3

Список литературы

1.Ибрагимов Г.Э., Фазлутдинов К.С., Хисамутдинов Н.И. Применение химических реагентов для интенсификации добычи нефти. Справ.изд. – М.: Недра, 1991.

2.Дмитриев Н.И., Казнина Н.И., Пинигина И.А. Санитарно-химический анализ загрязняющих веществ в окружающей среде. – М.: Химия, 1989.

3.Комар А.Г., Баженов Ю.М., Сулименко Л.М. Технология производства строительных материалов. – М.: Высшая школа, 1990.

К ВОПРОСУ ВЫБОРА ОПТИМАЛЬНОГО РЕЖИМА БРОЖЕНИЯ СУБСТРАТА В БИОГАЗОВЫХ УСТАНОВКАХ, ПРИМЕНИТЕЛЬНО К КЛИМАТИЧЕСКИМ УСЛОВИЯМ УР

Д.А. Плотников,
Н.В. Канкасова

Поддержка оптимальной температуры является одним из важнейших факторов процесса сбраживания. В связи с этим были проанализированы пути и возможные технологии анаэробного сбраживания при различных условиях процесса.

Психофильный температурный режим наблюдается в установках без подогрева, поэтому подходит для внедрения в теплых климатических районах или для работы установки только в теплый период года, [2] что не выгодно для применения в климатических условиях УР.

Установлено, что наилучшими показателями выхода биогаза и степени преобразования биошлама характеризуется термофильный режим анаэробного сбраживания, по сравнению с мезофильным, что позволяет обосновать технологию переработки органических отходов АПК на примере агрообъектов УР.

Исходя из того, что биогазовый реактор вносит наибольшую единичную стоимость всей установки, затраты на него, как правило, не превышают 30% всех затрат на биоэнергетическую установку. [3] Вследствие этого более существенным является увеличение скорости переработки и связанное с этим уменьшение объема реактора, что позволяет обеспечить необходимый экономический эффект раньше, чем произойдет существенное уменьшение затрат на комплектующее оборудование, входящее в состав биоэнергетической установки или значительное сокращение его номенклатуры в связи с существенным упрощением установки.

Вместе с тем термофильный режим требует больших затрат энергии на поддержание оптимальной температуры,

чем затраты при мезофильном режиме сбраживания. [3]

Следовательно, производство биогаза в термофильном режиме намного выше по сравнению с мезофильным и психрофильным режимами.

Ниже приведен алгоритм расчета биогазовой установки для предприятия АПК при термофильном режиме сбраживания. В качестве установки, использующей биогаз как топливо для получения тепловой энергии на собственные нужды, в расчетах применяется когенерационная установка для совместной выработки тепловой и электрической энергии.

При производстве электроэнергии из биогаза в электрический ток преобразуется лишь около 30% его энергоресурса, остальная часть представляет собой отбросную теплоту.[1] Эту теплоту можно использовать в сельскохозяйственном производстве для следующих целей:

- подогрев воды для бытовых нужд и содержания скота;
- для создания необходимой температуры брожения в биогазовых реакторах;
- отопление жилых помещений;
- отопление теплиц. [1]

Алгоритм расчета биогазовой установки

1.Исходные данные:

- тип сырья
- количество сырья в сутки
- влажность

2.Определяем массу сырья:

$$M = K_{ср.с} \cdot n, (кг/сут)$$

где $К_{ср.с}$- среденесуточное количество навоза на одно животное, кг/сутки

N – количество голов .

1.Определяем количество сухого вещества:

$$M_{с.в.} = \frac{(100\% - \varphi)}{100\%} \cdot M, (кг/сут)$$

3.Находим количество воды в субстрате:

$$W = \frac{M_{с.в} \cdot \varphi}{100\% - \varphi}, (кг/сут)$$

4.Определяем количество горячей воды на образование субстрата:

$$ОВ = W - (M - M_{с.в}), (кг/сут)$$

5.Расход количества субстрата, поступающего в реактор:

$$К = \frac{M_{с.в.} \cdot 100\%}{100\% - \varphi}, (кг/сут)$$

6.Делаем проверку. Определяем количество субстрата, поступающего в реактор другим способом:

$$К = ОВ + M, (кг, сут)$$

7.Определяем выход биогаза с установки:

$$Б = В \cdot M_{с.в.}, (м^3/сут)$$

где В-выход биогаза с 1 м^3 сухого вещества

8.Определяем теплоту, снимаемую с установки:

$$Q^{\Sigma} = \frac{Q \cdot Б}{86.4}, (кВт)$$

где Q - теплота сгорания биогаза, Q=21.5 МДж/м^3

9.Определяем количество произведенной электроэнергии (30%):

$$Э = 0.3 \cdot Q^{\Sigma}, (кВт)$$

10.Определяем количество произведенной тепловой энергии (остальные 70%)

$$T = 0.7 \cdot Q^{\Sigma}, (кВт)$$

11.Определяем объем субстрата, проходящего через установку за сутки:

$$V_c = \frac{K}{\rho}, (м^3\ сут)$$

– плотность субстрата (для субстрата, приготовленного из навоза КРС ρ=1010 кг/м^3.

12.Определяем необходимый минимальный объем реактора:

$$V_p = \frac{V_c \cdot t}{\frac{2}{3}}, (м^3)$$

где t – среднее время сбраживания, сутки.

Для термофильного режима t = 7 суток.

2/3 – коэффициент, учитывающий что объем сырья в установке не должен превышать 2/3 объема реактора.

13.Определяется площадь боковых поверхностей реактора:

$$F_б = \pi \cdot D \cdot H, (м^2)$$

где D – диаметр реактора,

H – высота реактора.

14. Определяется площадь дна и крыши реактора:

$$F_д = 2 \cdot \pi \cdot \frac{D^2}{4}, (м^2)$$

15.Находим общую площадь реактора:

$$F = F_б + 2 \cdot F_д, (м^2)$$

16.Выбор теплоизоляции реактора.

17.Определение коэффициента сопротивления теплопередаче выбранной изоляции:

$$R = \frac{1}{\alpha_{субстр}} + \frac{1}{\alpha_{возд}} + \frac{\delta_{из}}{\lambda_{из}} + \frac{\delta_{ст}}{\lambda_{ст}}$$

где $\alpha_{субстр}$ – коэффициент теплоотдачи субстрата (для субстрата, приготовленного из навоза КРС $\alpha_{субстр}$=2000);

$\alpha_{возд}$ - коэффициент теплоотдачи воздуха ($\alpha_{возд}$=23);

$\delta_{из}$ – толщина изоляции, м;

$\delta_{ст}$ – толщина стенки резервуара, м;

$\lambda_{из}$ – коэффициент теплопроводности изоляции, Вт/(м*К);

$\lambda_{ст}$ – коэффициент теплопроводности нержавеющей стали, Вт/(м*К).

18.Определяем теплопотери с 1 м^2 площади реактора:,

$$Q^1_{пот} = k \cdot (t_p - t_н), (Вт/м^2)$$ (Вт/м^2)

где k – коэффициент теплопередачи;

$t_р$– расчетная температура режима (для термофильного режима $t_р$ = 52 °С)

$t_н$ – расчетная температура воздуха.

19.Определяем теплопотери с резервуара:

$$Q^{\Sigma}_{пот} = \frac{Q^1_{пот} \cdot F}{1000}, (кВт)$$

20.Определяем количество теплоты, необходимое на обогрев резервуара:

$$Q_p - 1.4 \cdot Q^{\Sigma}_{пот}, (кВт)$$

где 1.4 – коэффициент запаса.

21.Определяем расход греющей воды для теплообменника циркуляции:

$$G = \frac{Q^{\Sigma}_{пот}}{4.19 \cdot (60 - t_p)}, (кг/с)$$

где $t_р$– расчетная температура режима (для термофильного режима $t_р$ = 52 °С)

22.Определяем сечение трубопровода:

$$f = \frac{G}{\upsilon \cdot \rho}, (м^2)$$

где υ – скорость движения в трубопроводе, м/с. Принимается 0.6 м/с

ρ – плотность воды, кг/м^3.

23. Определяем диаметр коллектора:

$$D=\sqrt{\frac{4f}{\pi}},\ мм$$

24.Определяем количество теплоты на нагрев исходного субстрата:

$$Q_{нагр}^{и.с.}=\frac{4.19\cdot K\cdot(t_p^c-t_c^н)}{24\cdot 3600},\ (кВт)$$

где $t_{нс}$ – начальная температура субстрата. Принимается $t_{нс}$ =10°С.

25.Находим мощность установки.

Определяем количество произведенной электроэнергии (30%):

$$Э=0.3\cdot Q^{\Sigma},\ (кВт)$$

Определяем количество произведенной тепловой энергии (остальные 70%)

$$T=0.7\cdot Q^{\Sigma},\ (кВт)$$

26.Определяем количество тепловой энергии, которую можно использовать для внешнего потребления (т.е. за вычетом тепла на собственные нужды):

$$T^{\Sigma}=T-Q_p-Q_{нагр}^{и.с.},\ (кВт)$$

По данной методике были выполнены расчеты биогазовых установок для термофильного и мезофильного режимов сбраживания.

Для наглядности по полученным результатам расчета строим график сравнения количества энергии, снимаемой с установки, график сравнения количества тепловой энергии, необходимой для собственных нужд установки, график сравнения количества тепловой энергии для внешнего потребления при мезофильном и термофильном режимах сбраживания.

График сравнения количества тепловой энергии, полученной с установки при мезофильном и термофильном режимах сбраживания

[Plotnikov DA_fig1.jpeg]

График сравнения количества энергии, необходимой

для собственных нужд установки при мезофильном и термофильном режимах сбраживания

[Plotnikov DA_fig2.jpeg]

График сравнения количества тепловой энергии для внешнего потребления при мезофильном и термофильном режимах сбраживания

[Plotnikov DA_fig3.jpeg]

Вывод: по графикам видно, что работа установки при термофильном режиме позволяет значительно сократить объем реактора, вследствие меньших сроков сбраживания, при малом увеличении потерь тепла.

Из произведенных расчетов также можно сделать вывод о том, что при выбранной толщине изоляции (30мм) совместную выработку электрической и тепловой энергии выгодно применять в хозяйстве с количеством голов КРС больше 100. В таких хозяйствах вырабатываемой тепловой энергии хватает не только на собственные нужды биогазовой установки, но и на внешний отпуск тепла.

При использовании когенератора в хозяйствах с меньшим количеством голов КРС становиться недостаточно вырабатываемой тепловой энергии для обеспечения собственных нужд установки.

Список литературы

1.Баадер В., Доне, Е., Бренндерфер М. Биогаз. Теория и практика. – М.: Колос, 1982. – 148 с.

2.Барбара Эдер, Хайнц Шульц. Биогазовые установки. Практическое пособие. – 2006. – 238 с.

3.Веденев А.Г., Веденева, Т.А. Биогазовые технологии в Кыргызской Республике. – Б. Типография «Евро», 2006. – 90 с.

4.Гелетуха Г.Г., Железная, Т.А. Обзор технологий газификации биомассы // Экотехнология и ресурсосбережение. – 1998. – №2. – С. 21-29.

5.Панцхава Е.С., Шипилов, М.М., Пауков, А.П. Биогаз – высокорентабельное топливо для всех регионов России // Новости теплоснабжения. – 2008. –№1. – С. 38-42.

ОБ ОДНОМ СПОСОБЕ ОЧИСТКИ БИОГАЗА ОТ CO_2

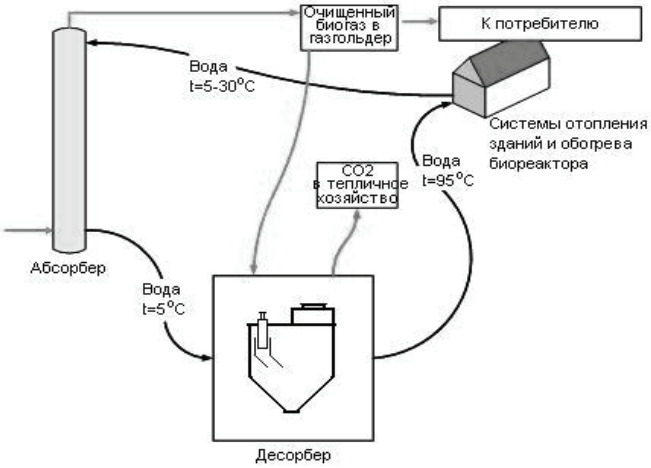
Д. Н. Попов

Рациональное использование отходов агропромышленного производства – большая и важная проблема современности. Она связана, с одной стороны, с возможностью использования огромного энергетического потенциала биомассы для получения газообразного топлива и качественных удобрений, с другой – с необходимостью предотвращать загрязнение водоемов и заражение почвы.

Одной из основных причин, затрудняющих повсеместное производство и использование биогаза, является большое содержание в нем углекислого газа (27÷44 %). Промышленные способы удаления указанной балластной примеси, основанные на применении растворов щелочи, карбонатов, этаноламинов, ввиду значительной стоимости последних могут оказаться не приемлемыми для малых и средних фермерских хозяйств. Наиболее простой путь – использование мембранных контакторных систем и растворение углекислого газа в воде с разделением их, соответственно, на летний и зимний режимы эксплуатации биогазовой установки. В последнем случае поглотитель можно использовать в качестве теплоносителя для обогрева помещений зданий и биогазового реактора (рис. 1).

Рис. 1.

Схема распределения потоков для зимнего режима эксплуатации биогазовой установки



Известно [1], что растворимость углекислого газа в воде практически в 30 раз превышает аналогичный показатель у метана. Особенно скорость растворимости велика при пропускании газа в виде пузырьков через холодную воду. Сам процесс барботажа проще организовать в вертикальной трубе большого диаметра (абсорбере), в нижней части которой размещается дырчатый лист. Кроме того, необходимым будет использование десорбера для регенерации абсорбента.

Диаметр барботажной колонны принимается в зависимости от расхода, получаемого в результате метанового брожения газа. Необходимую же высоту абсорбера можно определить, если рассмотреть процесс всплытия группы пузырьков в вязкой жидкости (процесс барботажа). Ввиду малости скорости жидкой фазы по сравнению со скоростью всплывающих пузырьков, то есть $V_1 << V_2$ (где индексы: «1» относится к параметрам жидкой фазы, «2» - к параметрам газовой фазы, «∑» - к параметрам на межфазной границе), можно считать жидкую фазу неподвижной. Сформулированная ниже система уравнений описывает одномерное, стационарное изменение по продольной оси барботажного канала параметров

газожидкостной смеси, состоящей из несжимаемой жидкости с неизменной температурой и сферических газовыхгазожидкостной смеси, состоящей из несжимаемой жидкости с неизменной температурой и сферических газовых включений, без учета процессов столкновения, дробления и коагуляции дисперсных частиц. Модель включает в себя уравнения:- сохранения массы газовой фазы

$$\frac{d(\varphi_2 \rho_2 V_2)}{dx} = -n j$$

-сохранения количества дисперсных включений

$$n = \frac{n_0 V_{20}}{V_2} = \frac{3\varphi_2}{4\pi r^3}$$

-сохранения импульса газовой фазы

$$V_2 \frac{dV_2}{dx} = \frac{3}{\varphi_1 \rho_1} \frac{d\rho_1}{dx} - \frac{3}{2\pi r^3 \rho_1} f_\mu - 3\frac{\varphi_1^2}{r} V_2^2 \Theta$$

- сохранения энергии газовой фазы

$$\varphi_2 \rho_2 V_2 c_V \frac{dT_2}{\rho_2} = \frac{\varphi_2 p_2}{\rho_2} V_2 \frac{d\rho_2}{dx} + nq - n j c_V (T_1 - T_2)$$

- радиальной деформации пузырьков

$$(1-\Psi^{(1)}) r V_2^2 \frac{d\Theta}{dx} = \frac{p_2 - p - 1}{\rho_1} - \frac{4\mu_1 V_2 \Theta}{r\rho_1} - (1-\Psi^{(2)})\frac{3}{2} V_2 \Theta^2 + (1-\Psi^{(3)})\frac{V_2^2}{4} - (1-\Psi^{(1)}) r V_2 \Theta \frac{dV_2}{dx}$$

- для определения радиуса пузырьков

$$\frac{dr}{dx} = \Theta - \frac{j}{4\pi r^2 \rho_1 V_2}$$

В представленных выражениях: $\varphi_к$, $\rho_к$, $T_к$ - объемная концентрация, плотность и температура k-той фазы (k=1,2), причем $\varphi_1+\varphi_2= 1$,ρ_1 = const, T_1= const ; n, r - числовая концентрация и радиус дисперсных включений; Θ - конвективная составляющая скорости межфазной границы, отнесенная к скорости пузырька; μ_1 - коэффициент динамической вязкости несущей фазы; c_V - изохорная теплоемкость газа; $\sum$ - коэффициент поверхностного натяжения; $f_\mu=\frac{1}{2}C_\mu \pi r^2 \rho_1 V_2^2$ теплоемкость газа; - сила сопротивления обтеканию пузырька; - коэффициент сопротивления обтеканию; $p_1=p_{1н}+\rho_1 g(H-z)$ - давление жидкости; $p_2=\rho_2 RT_2$ - давление газа в пузырьках; - газовая постоянная; $\Psi^{(1)}, \Psi^{(2)}, \Psi^{(3)}$ -коэффициенты, учитывающие влияние неодиночности пузырьков на величину присоединенных $q=4\pi r^2 \alpha(T_1-T_2)=2\pi r Nu \lambda_1(T_1-T_2)$ - тепловой поток, приходящийся на одну дисперсную частицу; $Nu=1{,}3 Pr^{0{,}15}+0{,}66 Re^{0{,}5} Pr^{0{,}31}$ - число Нуссельта [3]; $Pr=(R+c_V)\mu_1/\lambda_1$ - число Прандтля; $Re=2rV_2\rho_1/\mu_1$ - число Рейнольдса; λ_1 коэффициент теплопроводности; $j=2\pi r DShK_\Sigma$ - интенсивность растворения CO_2 в воде; - коэффициент диффузии; $Sh=2+0{,}55 Re^{0{,}5} Sc^{0{,}667}$ - число Шервуда [2] $Sc=\mu_1/(\rho_1 D)$ - число Шмидта; $К_\Sigma$ - максимально возможная при заданных температуре и давлении концентрация растворенного углекислого газа на межфазной границе.

Коэффициент сопротивления обтеканию зависит от числа Рейнольдса и объемной концентрации пузырьков и определяется следующим образом:

$$c_\mu=\begin{cases} \dfrac{24\left(1+\frac{1}{6}Re^1/3\right)}{Re(1-\varphi_2)} & \text{при } Re<15[2] \\ \dfrac{68}{Re(1-\varphi_2)} & \text{при } 15\leq Re\leq 500[4] \\ \left(\dfrac{1845}{Re}+\dfrac{192}{\sqrt{Re}}+5{,}07\right)(1-\varphi_2)^{-1} & \text{при } Re>500[3] \end{cases}$$

Поскольку непрерывная фаза рассматривается как термостат, для расчета выбраны два характерных температурных режима: $T_1 = 5^0 C$ и $T_1 = 15^0 C$. Исходя из обработки опытных данных по растворению CO_2 в воде, приводимых в [5], для первого режима получается

$$K_\Sigma = \rho_2(-1{,}797 \cdot 10^{-12} p_2^2 + 1{,}602 \cdot 10^{-5} p_2 + 2{,}368)$$

для второго режима

$$K_\Sigma = \rho_2(-5{,}847 \cdot 10^{-13} p_2^2 + 8{,}039 \cdot 10^{-6} p_2 + 1{,}723)$$

Дополнительно необходимо ввести в рассмотрение объемные концентрации составляющих биогаза: γ_{CH_4} и γ_{CO_2}. Уменьшающееся значение концентрации CO_2 в результате растворения, очевидно, определяется следующим образом

$$\gamma_{co_2} = \gamma^0_{co_2} - \frac{\varphi_{20} - \varphi_2}{\varphi_{20}}$$

где $\gamma^0 CO_2$ - содержание углекислоты в исходном биогазе.

Для проведения численного интегрирования необходимо обыкновенные дифференциальные уравнения представленной системы привести к канонической форме:

$$\frac{d\Phi}{dx} = F_k$$

где $\Phi = \{V_2, \rho_2, T_2, \Theta, r\}^T$.

Уравнения решались методом Рунге-Кутта четвертого порядка точности. Необходимые для интегрирования начальные условия использовались в виде:

$$V - 2 = V_{20};\ T_2 = T_{20};\ r = r_0;\ \Theta = 0;\ \varphi_2 = \varphi_{20};\ \varphi_1 = 1 - \varphi_{20};$$

$$n_0 \frac{3\varphi_{20}}{4\pi r_0^3};\ p_{10} = p_{1H} + \rho_1 gH;\ p_{20} = p_{10} + \frac{2\Sigma}{r_0};\ \rho_{20} = \frac{p_{20}}{RT_{20}}$$

Результаты расчетов представлены на рис. 2 – 5. Из рис. 2, а явным образом прослеживается растворимость газа в воде и соответствующее снижение радиуса пузырька. Причем полная его растворимость будет тем быстрее, чем меньше исходный радиус. Результаты, показанные на графиках рис. 3, дают основание для использования в качестве абсорбера вертикальной трубы, диаметр которых зависит от расхода очищаемого биогаза, а высота не превышает 2,5 м в зимний период эксплуатации и 4,5 м – в летний период. Изображенные на рис. 4 графики изменения скорости характеризуются различной длиной переходной зоны, зависящей от начального радиуса дисперсных включений. На рис. 5 показано снижение газосодержания смеси по высоте барботажного устройства при подаче газовой фазы с температурой на 200 С превышающей температуру жидкой фазы. Здесь наблюдается более интенсивный массоперенос, связанный с передачей тепла и пульсациями пузырьков.

Список литературы

1.Алабовский А. Н., Удыма П. Г. Аппараты погружного горения. – М.: Изд-во МЭИ, 1994. – 256 с.

2.Нигматулин Р. И. Динамика многофазных сред. – М.: Наука, 1987. – Ч.1. – 464 с.

3.Федоровский А. Д., Никифорович Е. И., Приходько Н. А. Процессы переноса в системах газ-жидкость. – Киев: Наукова думка, 1988. – 256 с.

4.Диденко В. Н., Попов Д. Н. О двух вариантах расчета параметров барботажного процесса в осесимметричных каналах с переменным проходным сечением // ИФЖ. – Т. 75. – №5. – 2002. – С. 30-33.

5.Чехов О. С., Пивоваров В. Е. Расчет колонных аппаратов для очистки газовых смесей от углекислоты. – М.: Изд-во МИХМ, 1976. – 58 с.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРОИЗВОДСТВА ЭТИЛОВОГО СПИРТА

Руденок В.А., Ижболдина С.Н., Груздев Ю.И.,

Производство этилового спирта связано с расходованием большого количества пищевого зерна. При сбраживании зернового сусла в бродильных чанах спиртовому брожению подвергается только углеводная составляющая зерна. Белки, входящие в состав зерна, в процессе спиртового брожения участия не принимают, и после отгонки спирта из исходного сусла являются основным компонентом кубового остатка. Масштабы спиртового производства в стране таковы, что эти белки могут рассматриваться как серьезный резерв в развитии кормовой базы для сельскохозяйственных животных. Однако непосредственно после перегонки барда спиртового брожения в качестве корма использована быть не может, поскольку, в соответствии с технологическим процессом получения бродильного сусла, в бродильный чан на определенной стадии вводится концентрированная серная кислота, заметно сокращающая время его сбраживания. Будучи нелетучей, серная кислота при перегонке количественно остается в составе барды. Это делает ее непригодной для скармливания, поскольку кислота разрушительно действует на организм животного. Из опыта вскрытия животных, получавших в качестве кормовой прибавки ограниченные количества барды спиртового брожения, известно, что внутренние органы таких животных разрушаются действием серной кислоты, и это приводит их к преждевременной гибели. Непригодность барды к скармливанию предопределила практику сброса ее па поля. В результате массового сброса жидких отходов значительные площади земли выводятся из сельскохозяйственного оборота. Совокупность перечисленных факторов привела к появлению постановления правительства России, обязывающего спиртовые заводы решить проблему утилизации барды. Одним из вариантов решения этой

проблемы в отрасли стало распространение среди заводов процесса обезвоживания кубовых остатков их фильтрацией. Полученный концентрат предполагается использовать как компонент комбикормов. Однако такое решение не устраняет главной проблемы – кислотность продукта остается высокой. Кроме того, фильтрат по-прежнему подлежит утилизации.

Нами разработана технология раскисления барды (пат. № 2341101) путем нейтрализации остатков серной кислоты негашеной известью. Окись кальция переводит сульфат – ион в нерастворимый гипс, что позволяет снизить кислотность продукта до значений, совпадающих с кислотностью стенок желудка животных. Поедание такого продукта безопасно для них, а дополнительный белок в рационе приводит к росту удоев и увеличению жирности молока. Кроме того установлено, что введение окиси кальция в барду, сопровождающееся образованием в ней мелкодисперсного сульфата кальция, создает условия для формирования в жидком продукте коллоидной системы, чем объясняется заметное увеличение вязкости жидкой барды после введения в нее окиси кальция. Повышение вязкости может способствовать повышению переваримости продукта в желудке животного. Наличие в барде наноразмерных частиц соединений кальция должно в определенной мере также решить проблему дефицита кальция в его организме. Помимо этого, при раскислении барды окисью кальция заметно увеличивается срок сохранности барды: время до появления признаков заплесневения при ее хранении практически удваивается.

Предложенная технология реализована на одном из спиртовых заводов. Здесь построен специализированный участок по переработке барды. Налаживается система поставок продукта на сельскохозяйственные предприятия.

АНАЛИЗ ПРОБЛЕМЫ УТИЛИЗАЦИИ ОТХОДОВ

Садиуллина О.В.

В настоящее время проблема твёрдых бытовых отходов носит глобальный характер. Под полигоны захоронения отходов выделяются крупные площади, но это не является решением проблемы, а лишь позволяет вывозить мусор за пределы городских и поселковых территорий, где он, накапливаясь огромными массами, образует устрашающие и, зачастую, опасные залежи отходов. Например, целый остров из пластикового мусора у берегов США.

Действующая на протяжении всей человеческой истории схема “добыча - переработка - употребление - отходы” становится все менее приемлемой из санитарно-экологических соображений, энерго - и ресурсосбережения и дефицита требуемой для захоронения отходов земли. Устранение отходов путем захоронения и сжигания представляет затратный подход, не сберегающий энергию и природные ресурсы. Главное же - этот подход не решает проблемы загрязнения среды, а лишь переводит ее в новое, не менее опасное качество. Переломить ситуацию и реально сократить поток на свалку может рационализированная система сбора и вторичной переработки компонентов твердых бытовых отходов в продукты, имеющие потребительскую стоимость. На сегодняшний день в мировой практике существует более 20 методов переработки твердых бытовых отходов. По конечной цели их подразделяют на: утилизационные - это методы переработки отходов, направленные на получение и последующее использование вторичных ресурсов сырья; ликвидационные – их основными задачами является сохранение допустимой экологической обстановки и полного или частичного уничтожения отходов.

Группа твердых бытовых отходов весьма разнообразна и подразумевает большое количество различных веществ и материалов: от текстиля и пищевых отходов до стекла, пластика и металлов. По типу применяемых технологий

существует два основных метода утилизации и переработки бытовых твердых отходов: механико - биологические и термические методы.

Механико-биологические методы заключаются в компостировании отходов после осуществления их предварительной сортировки. Сортировку отходов выполняет, преимущественно, население, подразделяя их на металл, стекло, бумагу и т.д. Затем, непосредственно на предприятиях переработки выполняется уже механическая сортировка, далее, для экологической безопасности их захоронения отходы сушат и уплотняют.

Термические методы подразумевают сжигание, пиролиз, газификацию отходов или комбинированные термические методы. Сжиганию подвергаются преимущественно бумажно-полимерные компоненты, помещаемые в топки с кипящим слоем или в установки колосниковыми решётками. Пиролиз - это разложение отходов под воздействием высоких температур (более 600°С) во вращающихся трубчатых печах без доступа кислорода. Газификация отходов - это метод, позволяющий переработать их органическую часть в синтез - газ.

Значительная часть методов утилизации и переработки отходов обладает высокой себестоимостью и сложностью в технологическом плане, в связи с этим, в настоящее время более часто используются на практике четыре основных направления: вывоз мусора на свалку и территорию полигонов; биотермическое аэробное компостирование; сжигание в условиях мусоросжигательных заводов; комплексные методы сжигания и компостирования, либо пиролиз.

Из всех типов твердых бытовых отходов (ТБО), самыми востребованными в области переработки и получения вторичного сырья считаются: металлы: сталь, алюминий - до 100%; текстиль - до 50%; макулатура - до 35%; стекло - до 35%.

Одним из направлений утилизации ТБО является переработка в органическое удобрение. Из известных методов переработки самым эффективным и гигиеничным считается метод биопереработки во вращающихся цилиндрических

барабанах. Проблема осуществления данного метода состоит в необходимости сложной сортировки и предварительной переработки ТБО, так как в России отсутствует система целевого сбора отсортированного и незагрязненного вторичного сырья у населения. Это влечет за собой необходимость строительства заводов по сортировке мусора для разделения и сбора вторичного сырья. Из-за низкой экологической культуры населения в бытовые отходы попадают краски, батарейки, люминисцентные лампы и многое другое, что может привести к перенасыщению компоста тяжелыми металлами и вредными компонентами.

Проблема переработки стеклобоя в настоящее время стала одной из наиболее остростоящих и для этого есть причины: во-первых, на производство стеклянной продукции требуются огромные энергозатраты; во-вторых, стеклобой является одним из наиболее сложноутилизируемых отходов, как и сталь, он может разрушаться десятки лет.

Приоритетным направлением применения стеклобоя, ввиду содержания в нем кремнезема, щелочных оксидов, Al_2O_3 и CaO, является получение вяжущих автоклавного и безавтоклавного твердения. Наиболее перспективным направлением в данной области является производство пеностекла - высокопористого неорганического теплоизоляционного материала, получаемого спеканием тонкоизмельченного стекла и газообразователя. Сырьем для его производства может служить как стеклобой, так стекломасса, сваренная из кварцевого песка, известняка, соды и сульфата натрия. При этом использование стеклобоя, из-за его низкой стоимости на российском рынке, ведет к значительному удешевлению производства. Благодаря тому, что пеностекло практически на 100% состоит из стекла, оно имеет широкий температурный диапазон применения, является негорючим, стойким к агрессивным средам и не дает усадки. Поэтому и область его применения достаточно широка: от промышленного и гражданского строительства до атомной промышленности.

Результаты исследований показали, что материалы на основе стеклобоя, при низкой себестоимости их производства,

не уступают, а в ряде случаев и превосходят, по технологическим и функциональным свойствам аналогичные традиционные материалы.

Еще одно направление – переработка отходов из пластика. Емкости из пластика являются одним из самых распространенных видов упаковки. Они встречаются везде: в пищевой промышленности и бытовой химии, косметике и медицине. Особенно широко применяются ПЭТ (полиэтилентерефталат): бутылки в производстве газированной воды, соков и других напитков. Существует немало способов их переработки: это изготовление полимер песчаной черепицы, переплавка, которая добавляется далее в сплав с другими видами пластиков.

Накоплен богатый опыт решения проблемы с отходами деревообрабатывающих заводов. Мебельные фабрики широко используют изготовление мебели из опилок и щепок. Существует практика переработки сухих отходов древесины в брикеты. Технология брикетирования позволяет спрессовывать опилки, стружку или другую биомассу в брикеты, которые являются высокосортным экологически чистым биотопливом. Одним из методов использования отходов деревообработки является мульчирование. Мульчирование грунта - простая и весьма эффективная технология. Мульчу раскладывают на поверхности обработанного грунта, который уже используется под овощные или декоративные культуры.

Мульча препятствует испарению влаги из почвы у корней растения, защищает корни растений от резких перепадов температур. При грамотном использовании органической мульчи, растения получают оптимальный уровень кислотности, обогащается грунт полезными веществами и улучшается его структура, подавляет рост сорняков и защищают растения от садовых вредителей. Мульчирование “запирает” полезные вещества в почве, препятствуя их вымыванию и выветриванию. Органическая мульча способствует размножению и эффективной работе микроорганизмов в почве. Опилки - превосходная мульча, но они должны частично разложиться перед применением, иначе они будут истощать почвенные

питательные вещества при заделке в почву. Поэтому их предварительно компостируют.

Большим резервом в решении проблемы утилизации отходов является понимание каждым членом общества необходимости решать эту проблему общими усилиями. Если каждый на своем месте будет превращать отходы в доходы, то мы все будем богаче, а мир вокруг нас чище и безопаснее.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ, ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОРГАНИЗАЦИИ ПЕРЕРАБОТКИ ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ В ГОРОДЕ ИЖЕВСКЕ

Семенова Т.В.

Рост городов, развитие промышленности и сельского хозяйства приводят к ухудшению условий проживания людей. В городах происходит наиболее интенсивное накопление твердых бытовых отходов (ТБО), которые при неправильном и несвоевременном удалении и обезвреживании могут серьезно загрязнять окружающую среду (ОС) и представлять угрозу здоровью городского населения.

В мировой и отечественной практике проводятся научные исследования, направленные на совершенствование технологий, машин и оборудования для сбора, удаления, обезвреживания и утилизации ТБО. Опыт нашей страны в решении подобных задач пока не велик, хотя есть примеры успешного внедрения отечественных и зарубежных разработок в практику. Преобладающим способом утилизации ТБО в России остается захоронение на полигонах, способ является экологически и экономически неэффективным решением. Территории, занятые полигонами ТБО, навсегда исключаются из хозяйственного оборота. Однако отходы могут служить вторичным сырьем, использование которого снизит потребление природных ресурсов.

Повсеместно возникающие вокруг города плохо организованные, а порой просто «стихийные», свалки являются экологически опасными объектами, наиболее серьезными загрязнителями поверхностных и подземных вод, очагами инфекций. В результате миграции с территории полигонов, свалок химических веществ, содержащихся в фильтрате ТБО, в поверхностные и грунтовые воды происходит загрязнение почвы и воды. Кроме того, они являются источниками выделения загрязняющих веществ в атмосферный воздух, в т.ч. опасных для здоровья и дурнопахнущих; источниками микробиологического

загрязнения, местами размножения грызунов.

В Ижевске современная схема обращения с отходами состоит из следующих этапов: сбор и доставка ТБО мусоровозами на мусороперегрузочную станцию; перегрузка в транспортные мусоровозы и доставка на полигон ТБО; захоронение на полигоне. Количество размещаемых на полигоне отходов выше среднего по России и составляет 260 тыс. т ТБО в год. Проектный срок эксплуатации полигона ТБО истекает через 6 лет, чтобы его продлить, необходимо изменить схему обращения с отходами, организовать первичную сортировку ТБО для извлечения ценных компонентов и последующую переработку отходов.

Однако, прежде чем внедрить новую технологию необходимо показать ее инвестиционную привлекательность, доказать инвесторам, общественности и другим заинтересованным лицам экономическую и экологическую эффективность и безопасность предлагаемой технологии. В основу выбора для

конкретного города наиболее подходящей технологии ложится учет сведений о составе и свойствах ТБО города, рынке вторичных ресурсов, количестве образующихся ТБО, особенности воздействия предлагаемой технологии на ОС и др. факторы.

Целью исследования является разработка предложений по технологически -, экономически -, экологически-рациональному и эффективному обращению с твердыми бытовыми отходами г. Ижевска и их обоснование.

Для достижения этой цели в работе поставлены следующие задачи:

- обзор существующих в мировой и российской практике решений по эффективному использованию и утилизации ТБО;
- анализ существующей в городе ситуации в области утилизации ТБО;
-выбор наиболее оптимальной для города технологии утилизации и обезвреживания ТБО;
- выбор площадки для размещения предприятия выбранной технологии;

-прогнозирование степени воздействия предлагаемых предприятий на окружающую среду и рекомендации природоохранных мероприятий;

- обоснование экономической эффективности предлагаемых производств.

Выбор наиболее подходящей для Ижевска технологии утилизации ТБО проведен на основании 2-х критериев: технико-экономического и экологического. Из пяти анализируемых технологий эти критерии были наиболее благоприятны у комплексной технологии биотермического компостирования и пиролизного сжигания некомпостируемых фракций. Именно она выбрана как перспективная для г. Ижевска, с учетом потребностей пригородного района. Для города рекомендуется предприятие мощностью 240 тыс. т/год, а также комплекс ручной сортировки ТБО, мощностью 150 тыс. т/год.

Таким образом, предлагается переход к новой схеме обращения с ТБО: транспортировка ТБО от мест образования на сортировочный комплекс (МСК), сортировка, направление компостируемых фракций на компостирование (завод по механизированной переработке ТБО (МПБО)), а остальных – на пиролизное сжигание, транспортировка образовавшихся отходов на полигон. И, кроме того, на каждой из этих стадий – возвращение ТБО в производственный цикл в виде новых продуктов (вторсырья, пирокарбона, компоста, углекислоты и др.).

Рассмотрен ряд вариантов размещения площадок для предприятия:

−в районе действующего полигона ТБО (35-км Нылгинского тракта),

−в районе мусороперегрузочной станции (8-км Нылгинского тракта),

−в районе свинокомплекса «Восточный» (с учетом переработки органических отходов города и комплекса),

− на территории Северо-восточного промрайона. В данном варианте потребуется одновременное строительство полигона ТБО в северо-восточном направлении от города,

-в районе д. Старый Чултем Завьяловского района.

Из них на основании основных критериев, таких как близость к жилью, удаленность от мест образования, защищенность подземных вод, зон санитарной охраны скважин, обеспеченность инфраструктурой, были выбраны 2 наиболее оптимальные - площадка в районе существующей Медведевской станции аэрации и площадка западнее д. Лудорвай в Завьяловском районе. По фактору сокращения дальности перевозки ТБО, а также из-за планируемого в перспективе строительства жилья близ д.Лудорвай и возможности совместной переработки ТБО и ила, для размещения предприятий предлагается вариант площадки у Медведевской станции аэрации.

Для размещения сортировочного предприятия выбор не проводился, т. к. площадка уже выбрана и выкуплена заказчиком (ул. Пойма 113). Эта территория является поймой р. Иж – уязвимым ландшафтом, поэтому при проектировании, строительстве, эксплуатации здесь мусоросортировочного комплекса природоохранным мероприятиям рекомендуется уделять особое внимание.

Для того чтобы предотвратить возможные негативные последствия эксплуатации предлагаемых комплексов выполнен прогноз воздействия и разработаны необходимые природоохранные мероприятия.

Аналитическими и расчетными методами обоснована допустимость прогнозируемого воздействия предлагаемых производств на ОС. Значения приземных концентраций ЗВ на границах СЗЗ предприятий находятся в пределах нормативов. Для предотвращения загрязнения поверхностных и подземных вод дождевыми и талыми водами предусмотрена ливневая канализация, установки очистки воды, вертикальная планировка площадок. Образующиеся отходы малоопасны, могут быть обезврежены на предприятиях, те из них, которые подлежат захоронению на полигоне, складируются в специальный бункер, их образование незначительно. Для контроля за возможными, непрогнозируемыми, последствиями предусматривается система мониторинга.

Для внедрения выбранной технологии необходимы доказательства ее инвестиционной привлекательности, для чего проведена оценка экономической эффективности производств, которая показала их прибыльность (Таблица 1).

Таблица 1

Показатель (цены2006г.)	Предприятия		
Кап. Вложения, млн. руб.	МСК	МПБО	Существующий полигон
Удельные кап. вложения, руб./т	152	1409	390
Себестоимость переработки ТБО, руб./т	1013	7830	1500
Годовая прибыль, млн. руб.	380	496.6	121.68
	33	34.3	22

Прибыль от эксплуатации выбранных технологий существенно не отличается от показателей существующего полигона. Себестоимость переработки ТБО на предлагаемых предприятиях выше, чем на полигоне, однако проведенные расчеты показали возможность получения прибыли при прежних тарифах за переработку ТБО, за счет доходов от продажи получаемой продукции. Следует учесть, что срок эксплуатации полигона рассчитан на 15 лет, т.е. и прибыль он приносит в течение 15 лет; кроме того, после окончания срока эксплуатации будут необходимы дорогостоящие рекультивационные мероприятия, и часть земель после завершения срока эксплуатации окажется не пригодной для дальнейшего использования, в то время как заводы в грубом приближении могут эксплуатироваться около 50 лет, поэтому и рассчитанную прибыль можно пролонгировать на 50, а не на 15 лет вперед, т.е. строительство их в экономическом отношении выгоднее.

Кроме того, экологический ущерб можно выразить экономически. Поэтому был определен предотвращенный экологический ущерб ОС от возможного строительства еще одного полигона ТБО или использования несанкционированной

свалки, за счет перенаправления движения ТБО на специализированные предприятия.

Этот ущерб составляет миллиарды руб. (в ценах 1998 г., см. таблицу 2), следовательно, реализация проекта позволит избежать причинения значительного необратимого вреда ОС.

Таблица 2.

Предотвращенный ущерб	Денежное выражение, тыс. руб. (в ценах 1998г.)
Предотвращенный ущерб водным ресурсам	265
Предотвращенный ущерб атмосферному воздуху	8954
Предотвращенный ущерб земельным ресурсам	35835
Предотвращенный ущерб беспозвоночным животным почвы	94 860
Итого:	392.907

Реальный ущерб, наносимый предприятиями ОС, выраженный платежами за загрязнение компонентов среды (см. таблицу 3), на первый взгляд кажется выше, чем у полигона ТБО, но детальный анализ причин значений платежей показал, что предлагаемые предприятия являются источниками меньшего воздействия на ОС. Реальный ущерб составил около 2-х млн. руб. в сумме на 2-х проектируемых предприятиях.

Таблица 3

Предприятие	МПБО	МСК	Ижевский полигон
Платежи за загр. атм.возд., руб.	58 791.24	1 224.47	155 531
Платежи за сброс ЗВ с пов. стоком, руб.	-	3 335	55 950
Платежи за размещение отходов на полигоне ТБО, руб.	1 423 881	38 912	1000

Реализация проекта является составной частью рационального природопользования, т.к. позволяет снизить объем отходов, направляемых на полигон, т.е. снизить негативное воздействие последнего на ОС, вернуть в производственный цикл часть сырья, получать прибыль от функционирования предприятий.

В будущем обращение отходов в доходы видится в раздельном сборе ТБО населением, изменении системы сбора и платы за ТБО.

Проектирование, строительство и эксплуатация предлагаемых комплексов являются начальным этапом грамотной организации системы обращения с отходами производства и потребления.

ПРОБЛЕМЫ УТИЛИЗАЦИИ ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД ГОРОДСКОЙ КАНАЛИЗАЦИИ Г.ИЖЕВСКА

Е.А. Харалдина

На сегодняшний день остро стоит проблема обезвреживания сочных вод и утилизации осадка. Осадки сточных вод муниципальных очистных сооружений крупных промышленных центров часто содержат повышенное количество тяжелых металлов из-за неэффективной защиты сточных вод предприятий от попадания в них металлов. Утилизация таких осадков является сложной экологической и технологической задачей [1]. В настоящее время наибольшее применение для обезвреживания сточных вод крупных муниципальных образований нашел биохимический метод. Этот метод применяют для очистки и обезвреживания хозяйственно-бытовых и промышленных сточных вод от многих органических и неорганических веществ. Процесс очистки основан на способности микроорганизмов использовать вещества, находящиеся в сточных водах, для питания в процессе жизнедеятельности – органические вещества для микроорганизмов являются источником углерода и других жизненно важных элементов [2]. Известны аэробные и анаэробные методы очистки сточных вод. При аэробной очистке микроорганизмы культивируются в активном иле (состав активного ила очистных сооружений в основном представлен двенадцатью видами микроорганизмов и простейших) или биопленке при постоянном притоке кислорода и температурном режиме 20-40° С. При изменении кислородного и температурного режима состав и число микроорганизмов меняются. Анаэробные методы очистки протекают без доступа кислорода: их используют главным образом для обезвреживания осадков [2-3]. В процессе биохимической очистки образуются большие массы осадков, которые необходимо утилизировать или обрабатывать с целью уменьшения загрязнения биосферы. Например для г. Ижевска образуется 3.105 м^3 в год ОСВ 96-97 % влажности.

Городские сточные воды, поступающие на станцию, содержат грубодисперсные примеси, растворенные загрязнения органического и минерального состава, бактериальные загрязнения. Вся поступающая вода подвергается очистке по классической схеме на решетках, песколовках, первичных отстойниках, аэротенках и вторичных отстойниках, а также доочистке. Качество поступающих и очищенных сточных вод приведено в таблице 1.

Таблица 1

Качество поступающих и очищенных сточных вод ОСК

№	Параметр	Ед.изм	Поступ. вода	Осветл. вода	Очищен. вода	Доочищен. вода	% сниж
1	Аммоний ион	мг/л	25	23	1.5	0.65	98.9
2	БПК5нат	мг/л	96	68	8.8		96.4
3	БПК5отст	мг/л	48	40	6.4	3.5	95.9
4	Взвеш. в-ва	мг/л	124	73	12	5.7	95.0
5	Железо	мг/л	1.7	1.3	-	0.28	86.3
6	Нефтепро-дукты	мг/л	0.90	-	-	0.20	81.8
7	Нитрат ион	мг/л	-	-	43	44	
8	Нитрит ион	мг/л	-	-	0.35	0.24	
9	ПАВ анионоак-тивные	мг/л	0,58		-	0.063	97.2
10	Фосфор фосфатов	мг/л	1.7	1.7	1.7	1.7	
11	ХПК	мг/л	202	145	59	43	78.2

Несмотря на существенные различия сточных вод состав ОСВ достаточно близок. ОСВ представляют из себя труднофильтруемые суспензии. Для сырого активного ила сопротивление осадка составляет r = 7.1011 - 8 . 1013 см/г [4]. ОСВ содержат 1-2% N, 2-3% $P2O_5$, 0,2-0,3% K_2O, 5% CaO, 0,3-0,5% MgO, 0,1-0,2% Na_2O, что позволяет рассматривать эти осадки в качестве ценных органических удобрений при их

утилизации[5-7]. Содержание органического вещества в ОСВ колеблется от 30 до 70 %. ОСВ имеют теплоту сгорания 15-20 МДж/кг сухого вещества. Содержание сухого вещества в ОСВ, образующихся на очистных сооружениях составляет 3-5%, вследствие чего требуется операция предварительного обезвоживания для их утилизации.

В процессе очистки сточных вод г. Ижевска обеспечивается снижение загрязнений в стоках до значений, соответствующих требованиям, установленным к сбросу сточных вод в водоем - бассейн реки Кама. При этом из сточных вод выделяется 400-500 $м^3$/сут осадков первичных отстойников (СО) при влажности 93-95%, кроме того образуется 500-600 $м^3$/сут избыточного активного ила (ИАИ), влажность ИАИ после гравитационного уплотнителя составляет 96-98%. Смесь СО и ИАИ обезвоживается на ленточных фильтр-прессах с использованием флокулянтов. При обезвоживании влажность осадков снижается до 83-83.5, что позволяет использовать автотранспорт для их вывоза на площадки временного размещения (иловые поля), где происходит их частичное обезвоживание за счет отстаивания. Однако под них занимаются достаточно большие территории вблизи населенных пунктов. Иловые поля под ОСВ для г. Ижевска занимают в настоящее время площадь в 98 га на удалении 1-2 км от городской черты [4–8]. На сегодняшний день общий объем ОСВ на иловых полях составляет 1391620 $м^3$, (по состоянию на 01.02.2010) при максимально возможных 1489950 $м^3$, что обуславливает необходимость постоянного удаления вновь образуемых осадков и в свою очередь требует повышенного внимания к контролю качества осадков по показателям, применяемым при утилизации и размещении осадков в окружающей природной среде.

Основной проблемой, связанной с утилизацией этих осадков является существенное загрязнение их тяжелыми металлами. Это обусловлено прежде всего неэффективной работой очистных сооружений промышленных предприятий [5-8]. Тяжелые металлы в определенных случаях могут выступать в роли ведущего экологического фактора, определяющего

направление и характер развития биогеоценозов. Массированное загрязнение ими внешней среды может приводить к катастрофическим токсикозам растений, животных и людей, и поэтому диагностируется сравнительно легко и быстро. Более сложно оценить токсическое действие относительно невысоких концентраций тяжелых металлов, внешне медленно и малозаметно влияющих на окружающую среду. Между тем, загрязнения именно такого рода, действуя длительное время, способны вызвать сдвиги в существующем биологическом равновесии. Почва является той биологической средой, в которой происходит накопление тяжелых металлов в результате антропогенной деятельности. Основная масса техногенно рассеянных металлов, хотя и выбрасывается в воздух, очень быстро поступает на поверхность почвы. Некоторая часть поглощается растительностью. В результате получаются техногенные геохимические аномалии тяжелых металлов[9]. При сжигании ОСВ в атмосферу выбрасывается большое количество аэрозолей, содержащих тяжелые металлы. Такое положение с загрязнением ОСВ тяжелыми металлами характерно для всех промышленно развитых стран и промышленных центров РФ[5-7]. Следствием этого является необходимость разработки технологических подходов и методов по обезвреживанию и утилизации ОСВ.

Содержание некоторых тяжелых металлов в ОСВ г. Ижевска приведено в таблице 2.

Таблица 2

Содержание некоторых ТМв ОСВ г. Ижевска. Результаты получены на основании исследования 20 карт иловых полей.

Металл	Содержание
Железо	30-80 г/кг сух. в-ва
Хром	6-40 г/кг сух. в-ва
Цинк	2-11 г/кг сух. в-ва
Никель	2-6 г/кг сух. в-ва

Марганец	1-6 г/кг сух. в-ва
Свинец	200-800 г/т сух. в-ва
Кадмий	10-100 г/т сух. в-ва
Кобальт	30-60 г/т сух. в-ва
Стронций	20-100 г/т сух. в-ва
Ванадий	10-60 г/т сух. в-ва
Серебро	10-30 г/т сух. в-ва

В таблице 3 показано содержание различных элементов в ОСВ г. Ижевска для 6 различных проб. Пробы брались из различных карт с иловых площадок Медведевской станции аэрации. Как видно из таблицы, пробы могут существенно различаться по содержанию тяжелых металлов, что связано с интенсивностью промышленной нагрузки в тот или иной период времени, когда карта заполнялась. Ежесуточный сброс тяжелых металлов не испытывает больших колебаний, что свидетельствует о том, что промышленная нагрузка на ОСВ является примерно постоянной в некоторый промежуток времени, когда нет существенных производственных изменений, и является характеристикой промышленных производств.

Таблица 3

Содержание металлов (мг/г сух.) и зольность (в %) проб ОСВ г. Ижевска, взятых из различных карт иловых полей

Металл	Номер пробы					
	1	2	3	4	5	6
Fe	83.84	78.55	68.65	54.02	45.68	60.72
Zn	2.03	4.41	5.41	3.77	4.52	3.24
Ni	1.85	2.83	3.08	3.57	4.27	2.62
Cr	5.36	12.35	11.36	10.22	12.56	8.51
Cu	2.07	3.55	3.92	3.53	3.24	2.25
Mn	1.09	2.83	2.36	2.36	2.74	2.23
Ca	14.10	20.74	25.63	18.65	22.18	16.90
Mg	1.63	2.11	1.74	1.03	1.55	1.32
Cd	0.16	0.23	0.09	0.21	0.09	0.17
Зольность	79.1	72.7	69.5	70.3	65.9	63.2

Формы тяжелых металлов в ОСВ определяются условиями их сброса промышленными предприятиями. Наиболее популярный способ обезвреживания стоков состоит нейтрализации кислотных и основных стоков с доведением pH сброса до 6-7. В этом случае происходит образование гидроксидов тяжелых металлов и основных солей [8-9].

В ходе испытаний ОСВ г. Ижевска, как ранее накопленных, так и вновь образуемых, отмечено заметное загрязнение наиболее старых по времени образования осадков солями тяжелых металлов, в особенности хромом, никелем и кадмием, что полностью исключает возможность их использования в качестве удобрений (табл. 4), такие ОСВ являются одной из причин загрязнения пригородных территорий г. Ижевска тяжелыми металлами. Решение проблемы заключается в существенном снижении сброса тяжелых металлов промышленными предприятиями вместе с производственными стоками в систему городской канализации.

Таблица 4

Оценка ежегодного поступления некоторых ТМ в ОСВ г. Ижевска в 1986-1989 г. и 1996 г. и общего их содержания на иловых полях и полигонах хранения

Металл	Ежегодное поступление 1986-1989, тонн	Ежегодное поступление 1996, тонн	Общее содержание, тонн
Zn	60	30	800
Ni	50	15	600
Cr	170	30	2000
Cu	30	10	400
Mn	20	5	200

Список литературы

1.Петров В.Г., Семакин В.П., Трубачев А.В. использование кислотных реагентов при утилизации осадков сточных вод. – Ижевск: Изд. ИПМ УрО РАН, 2005.

2.Родионов А.И., Клушин В.Н., Торчешников Н.С. Техника защиты окружающей среды. – М.: Химия, 1989. – 512 с.

3.Туровский И.С. Обработка осадка сточных вод. – М.: Стройиздат, 1988. – 256 с.

4.Агроник Р.Я. Технология обработки осадков сточных вод с применением центрифуг и ленточных фильтр – прессов. – М.: Стройиздат, 1985. – 145 с.

5. Filipek T. // Ann. UMCS, 1982. – С.147-158.

6. Elliott A. // J. Soil and Water Conserv., 1986. V 41, № 1. – P. 5-10.

7.Митрофанов Н.Г. // Городское хозяйство Москвы, 1985. – № 12. – С. 16-17.

8.Тернецов В.Е., Пухачев В.М. Очистка промышленных сточных вод. – Киев: Будівельник, 1986. – 120 с.

9.Добровольский В.В. Тяжелые металлы: загрязнение окружающей среды и глобальная геохимия. Тяжелые металлы в окружающей среде. – М.: Изд-во МГУ, 1980. – С. 3-11.

10.Орлов Д.С., Малинина М.С., Мотузова Г.В. и др. Химическое загрязнение почв и их охрана. Справочник. – М.: Агропромиздат, 1991. – 303 с. (ТУ-9849-018-00483470-93).

ОСОБЕННОСТИ ГОРОДСКОГО СНЕЖНОГО ПОКРОВА И ЕГО УТИЛИЗАЦИЯ

М.А. Шумилова, Т.Г. Жиделева

Двойственная природа свойств снега заключается в следующем: с одной стороны, он является главным системообразующим компонентом снежного покрова, а с другой стороны – носителем его качеств. Снежный покров обладает рядом свойств, которые позволяют его использовать в качестве уникального индикатора качественных и количественных характеристик при исследовании аэротехногенных загрязнений. При образовании и выпадении снега в результате процессов сухого и влажного вымывания концентрация загрязняющих веществ в нём обычно на 2-3 порядка превышает их содержание в атмосферном воздухе. Благодаря такому процессу естественного концентрирования содержание этих веществ можно определять довольно простыми химическими методами с высокой степенью достоверности результатов. Достаточно одной лишь пробы по всей толще снежного покрова, чтобы получить представительные данные о загрязнении за весь зимний период от образования устойчивого снежного покрова до момента отбора пробы в начальный период снеготаяния. Поскольку количество и интенсивность выпадения осадков год от года существенно различается, то мониторинг по абсолютным значениям использовать невозможно. Выходом из данной ситуации является ежегодный отбор фоновых образцов снега и анализ полученных данных с учётом этого фонового загрязнения. Таким образом, снег как объект мониторинга незаменим для установления источников загрязнения, а также при определении области влияния источников загрязнения.

Другой особенностью снеговых осадков является наличие в нем двух фаз: твёрдой и жидкой. На большинство организмов максимальное влияние оказывают подвижные формы элементов, хорошо растворимые в воде, поэтому степень их экологической опасности выше, чем малорастворимых или комплексных соединений. При снеготаянии эти вещества поступают в

природные среды, главным образом, в воду и почву, загрязняя их. Отбор проб снега нами был произведен в марте 2010 г. весовым снегомером. Отобранная проба должна с заданной степенью точности отображать среднюю концентрацию загрязнений на отобранном участке, что достигается за счёт отбора нескольких частных проб в точках. В качестве района исследования нами была выбрана одна из самых оживленных магистралей г. Ижевска – ул. Удмуртская (интенсивность движения – 2800 шт. авт./час [1]) в жилом микрорайоне «Север». При подготовке проб к анализу снег растапливали при комнатной температуре; во избежание потерь за счёт адсорбции ряда анионов твёрдой фазой аликвоту талой воды брали из раствора декантацией.

1Аналитические исследования растопленного снега включали методы прямой потенциометрии (определение pH) [2], комплексонометрического титрования (определение общей жёсткости воды) [3], осадительного титрования (определение содержания хлоридов) [3] и метода косвенной гравиметрии (определение содержания взвешенных веществ) [2].

Полученные результаты анализов представлены в таблице 1.

Таблица 1

Концентрации химических компонентов растворимой формыв растопленном снеге

Параметр	Фон	Правая сторона от дороги, расстояние в м				Левая сторона от дороги, расстояние в м				
		1	5	10	15	1	5	10	25	50
pH	6.6	7.2	7.2	7.0	6.8	7.0	7.0	6.9	6.7	6.5
Жесткость, мг-экв/л	0.10	2.42	2.04	0.49	1.11	5.23	1.91	1.61	0.20	0.16
Хлориды, мг/л	17.4	2017.0	1224.3	803.1	35.0	1917.2	1655.7	1812.9	110.2	26.8

Взвешен. вещества. мг/дм^3	35.6	6804	4260	109	120	3238	17542	690	3045	106

Из представленных данных видно, что наблюдается закономерное уменьшение концентраций загрязняющих веществ по мере удаления от проезжей части дороги. При этом величина кислотности талой воды, выражаемая величиной pH, не превышает значения ПДК как для фонового образца, так и для всех анализируемых образцов. Аналогичные закономерности характерны и для общей жёсткости; все рассматриваемые образцы и фоновый уровень не выходят за пределы значений ПДК.

Как и следовало ожидать, содержание хлоридов в талой воде также уменьшается по мере удаления от дороги, но при этом если фоновый уровень не превышает значения ПДК, то на расстоянии 1 м от правой части дороги эта величина превышена в 5.5 раз, на расстоянии 10 м – в 2.5 раза. На левой стороне дороги в 10 м от проезжей части вновь резкое возрастание превышения ПДК до 5.2- кратного количества связано с расположенной вблизи внутриквартальной дорогой, что и вызывает увеличение концентрации хлоридов. Такое большое количество анионов однозначно связано с регулярной обработкой автотрасс в течение зимнего периода антигололедными средствами, которые при очистке проезжей части накапливаются и концентрируются в придорожномснеге. Подобные закономерности наблюдаются и при распределении в снеге взвешенных веществ, содержание которых в снеге превышает величину ПДК от 6800-кратного количества в метре от проезжей части до 12-кратного при удалении на 15 м, при этом даже фоновые показатели превышают в 3.5 раза значения ПДК.

Благодаря тому, что в состав посыпаемой на дороги смеси песка и раз-личных компонентов входят соли сильных кислот щелочных и щелочно-земельных элементов, которые в водном растворе не подвергаются гидролизу, то несмотря на огромное количество присутствующих в талой воде солей, величина pH соответствует санитарно-гигиеническим нормам.

Известно, что хлоридионы не являются высокотоксичным компонентом, тем не менее их высокое содержание в талой воде делает последние чрезвычайно коррозионно-активными, препятствует росту растений и вызывает засоление почв.

Даже этот небольшой перечень химических параметров городского снега, расположенных вдоль оживлённых городских трасс, со всей очевидностью свидетельствует о том, что вывоз такого снега на неподготовленные никоим образом поля для естественного снеготаяния ведёт к отрицательным экологическим последствиям. Необходимо проводить обязательную утилизацию городского снега с автотрасс, например, с использованием снегоплавильных установок с последующим сбросом талых вод в систему водоочистных сооружений.

Список литературы

1.Ведерников К.Е., Бухарина И.Л., Шумилова М.А. Динамика содержания тяжелых металлов в ассимиляционном аппарате древесных растений в условиях техногенной среды // Химическая физика и мезоскопия. – 2009. – Т.11. – №4. – С.483-489.

2.Чибисова Н.В. Практикум по экологической химии: Учебное пособие. – Калининград.: Калининград. ун-т, 1999.

3.Вода питьевая. Методы анализа. – М.: Изд-во стандартов, 1984.

БЕЗОПАСНОСТЬ В ТЕХНОСФЕРЕ

Сборник статей

Выпуск 6

Напечатано в авторской редакции с оригинал- макета заказчика

Подписано в печать 27.07.10. Формат 60x84 $^{1}/_{16}$.
Печать офсетная. Усл. печ. л.11,7 Уч-изд.л 9,0.
Тираж 100 экз. заказ №
Издательство “Удмуртский университет”
426034, Ижевск, ул. Университетская, 1, кор, 4.