Экологическая безопасность России
и проблемы уничтожения химического оружия

Экологическая безопасность

Серия: *Экологическая безопасность России и проблемы уничтожения химического оружия*

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Сборник статей

Под редакцией
В. М. КОЛОДКИНА

Ижевск
2004

УДК 504(082)
ББК 20.1я43
Э40

Экологическая безопасность: Сб. ст./Под ред. В.М.Колодкина –
Э40 Ижевск: Издательский дом «Удмуртский университет», 2004. –
238 с. ISBN 5-7029-0140-1

В сборник вошли доклады семинара и сообщения круглого стола, объединенные общим названием «Экология. Промышленная безопасность. Право». Мероприятия проходили в Ижевске в мае 2004 года под патронажем Российского научного общества анализа риска. Главная цель мероприятий – создание научного основания для работ в области экологической безопасности, а также уменьшение разрыва между фундаментальной наукой и практическим применением разработанных методов.

Издание предназначено для научных работников, специалистов в области промышленной безопасности, преподавателей вузов и будет полезно студентам старших курсов и аспирантам, специализирующимся в области экологической безопасности.

УДК 504(082)
ББК 20.1я43

ISBN 5-7029-0140-1

© Институт исследования природных и техногенных катастроф УдГУ, 2004
© Издательский дом «Удмуртский университет», 2004

Содержание

Часть 1. Общие вопросы 7

В.М.Колодкин, С.М.Решетников
СТРАТЕГИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ТЕРРИТОРИИ 9

В.М.Колодкин, А.В.Мурин, А.В.Аксаков
ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫЙ КОМПЛЕКС ПРОГНОЗИРОВАНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОГЕННЫМИ РИСКАМИ . . 14

В.И.Фиркин
ДЕКЛАРИРОВАНИЕ УРОВНЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОБЪЕКТОВ 18

В.И.Кодолов
ХИМИЧЕСКИЕ ИСТОЧНИКИ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОПАСНОСТИ В УДМУРТСКОЙ РЕСПУБЛИКЕ 23

А.В.Ярославцев
БЕЗОПАСНОСТЬ И ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ, ПРАВОВОЙ АСПЕКТ 27

Часть 2. Прогнозирование уровня опасности 35

В.М.Колодкин
ПОДСИСТЕМА ОЦЕНКИ ПОСЛЕДСТВИЙ АВАРИЙ НА ОБЪЕКТЕ УНИЧТОЖЕНИЯ ХИМИЧЕСКОГО ОРУЖИЯ 37

Т.Г.Габричидзе, П.М.Фомин
ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ НА СОЗДАНИЕ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА ПО ОЦЕНКЕ ПОСЛЕДСТВИЙ АВАРИЙ НА ОБЪЕКТАХ ПО ХРАНЕНИЮ И ОБЪЕКТАХ ПО УНИЧТОЖЕНИЮ ХИМИЧЕСКОГО ОРУЖИЯ 47

А.В.Мурин
«ХИМРИСК-КАМБАРКА»: ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПОСЛЕДСТВИЙ ХИМИЧЕСКИХ КАТАСТРОФ НА КАМБАРСКОМ АРСЕНАЛЕ 51

Л.С.Васильев
ЭФФЕКТИВНЫЙ МЕТОД ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПОСЛЕДСТВИЙ КРУПНОМАСШТАБНЫХ ПОЖАРОВ НА ТЕРРИТОРИЯХ ХРАНЕНИЯ И УТИЛИЗАЦИИ ХИМИЧЕСКОГО ОРУЖИЯ 60

А.В.Аксаков
ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОСЛЕДСТВИЙ ПОЖАРА НА ОБЪЕКТЕ ПО УНИЧТОЖЕНИЮ ХИМИЧЕСКОГО ОРУЖИЯ В г. КАМБАРКА 65

В.С.Княжин
ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПОСЛЕДСТВИЙ ПОЖАРОВ НА ОБЪЕКТАХ С ХИМИЧЕСКИМ ОРУЖИЕМ 77

Л.С.Васильев, И.Л.Ломаев
К ПРОБЛЕМЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ СКОРОСТИ ДИФФУЗИОННОГО РАСПРОСТРАНЕНИЯ ОТРАВЛЯЮЩЕГО ВЕЩЕСТВА В ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЕ ПРИ АВАРИЯХ И КАТАСТРОФАХ 83

В.И.Романов
ВОДОРОД КАК ФАКТОР ОПАСНОСТИ ПРИ ДЛИТЕЛЬНОМ ХРАНЕНИИ ХИМИЧЕСКОГО ОРУЖИЯ 93

В.И.Романов
ОБ ЭФФЕКТЕ ЗАНИЖЕННОГО НАВЕСНОГО ПОЛЁТА АВАРИЙНЫХ ХИМИЧЕСКИХ БОЕПРИПАСОВ 99

З.А.Тухватуллин
ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ УТИЛИЗАЦИИ РАКЕТНОЙ ТЕХНИКИ 109

Часть 3. Экологический мониторинг 119

В.А.Алексеев
СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД К ОПРЕДЕЛЕНИЮ СУТИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА 121

В.И.Стурман, С.А.Гагарин, О.В.Гагарина
ТЕРРИТОРИАЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО НОРМИРОВАНИЯ 128

В.И.Заболотских
ОСНОВНЫЕ ФУНКЦИИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ПРИ АВАРИЙНЫХ СИТУАЦИЯХ НА ПОТЕНЦИАЛЬНО ОПАСНЫХ ОБЪЕКТАХ 147

В.Г.Петров
РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ ОТХОДОВ, КАК СОСТАВНАЯ ЧАСТЬ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ . . . 154

В.Ю.Захаров
МНОГОЛЕТНЯЯ КАРТИНА ДИНАМИКИ СОСТОЯНИЯ КАМБАРСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА БИОЛОГИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ ВОДНЫХ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ 164

В.А.Руденок, В.Ф.Груздев
ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ УТИЛИЗАЦИИ КОНЦЕНТРИРОВАННЫХ СТОКОВ ГАЛЬВАНОПРОИЗВОДСТВА . . 179

Н.А.Забродин
ПСИХОЛОГИЧЕСКИЙ СТАТУС ЛИЦ, НАХОДЯЩИХСЯ В РАЙОНЕ РАЗМЕЩЕНИЯ ХИМИЧЕСКОГО ОРУЖИЯ 182

Часть 4. Инновационные проекты 185

М.А.Горбушина, Ю.В.Ковязин, С.А.Ушнурцева
ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ УТИЛИЗАЦИИ СТОЧНЫХ ВОД ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ, РЕЗУЛЬТАТЫ ВНЕДРЕНИЯ НОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ 187

С.М.Захарьяш, Ю.Б.Толстухин,
И.В.Федотова, Р.М.Закирова
ИЗМЕРЕНИЕ МАЛЫХ АКТИВНОСТЕЙ НА ПРОПОРЦИОНАЛЬНЫХ СЧЕТЧИКАХ МОДЕЛИ 1950 «SPECTRUM SCIENCES», США 192

М.В.Колодкин
ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ СОСТАВЛЯЮЩАЯ СОВРЕМЕННЫХ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ НА ПРИМЕРЕ ОАО «БУММАШ» 201

Часть 5. Экологический менеджмент. Право 203

О.А.Можаев, Г.Б.Добрынин
СЕРТИФИКАЦИЯ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ПРЕДПРИЯТИЙ ОПК В СИСТЕМЕ ДОБРОВОЛЬНОЙ СЕРТИФИКАЦИИ «ВОЕННЫЙ РЕГИСТР» 205

А.Л.Бажайкин
ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СТРАХОВАНИЕ – МЕТОД ЭКОНОМИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ В ОБЛАСТИ ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ 215

А.Л.Бажайкин
ПРОБЛЕМЫ ВЫДЕЛЕНИЯ ИМУЩЕСТВЕННЫХ ИНТЕРЕСОВ, КОТОРЫЕ МОГУТ БЫТЬ ЗАСТРАХОВАНЫ ПО ДОГОВОРУ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СТРАХОВАНИЯ 220

А.В.Кодолова
СИСТЕМА ПРАВОВЫХ ТРЕБОВАНИЙ ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЕЙ СРЕДЫ В СФЕРЕ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА 230

Часть 1

Общие вопросы

СТРАТЕГИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ТЕРРИТОРИИ

В.М.Колодкин, С.М.Решетников
Удмуртский госуниверситет, г. Ижевск
Тел.: (3412) 75-38-31; E-mail: intd@wing.udsu.ru

Введение

Чрезвычайные происшествия последних лет, охватившие все страны и континенты, показали, что рост технического, энергетического могущества земной цивилизации не приводит непосредственно к повышению уровня экологической безопасности. Человечество платит за комфортабельную жизнь загрязнением природной среды, ростом количества и тяжести последствий техногенных аварий и катастроф. Усиливающееся экономическое неравенство в обществе на фоне его уязвимости, высокого уровня развития естественных наук и технологий, открывшего доступ к высокоэнергетическим процессам, к опасным веществам, значительно усилило опасность терроризма.

Технический прогресс позволяет обществу обеспечить достаточно высокий уровень безопасности, связанный с деятельностью практически любого техногенного объекта, но человеческое общество готово согласиться с ущемлением своего стремления к комфорту ради экологической безопасности лишь в определенных пределах. Поиск приемлемого для общества компромисса между последствиями производственной деятельности с одной стороны и экологической безопасностью, в широком смысле этого слова, с другой стороны - одна из главных задач, стоящих перед обществом. Причем требования по уровню безопасности, выдвигаемые обществом, имеют тенденцию к возрастанию. Очевидно, что один и тот же уровень безопасности может быть достигнут с использованием различных способов. Каждый из способов требует определенных ресурсов и, следовательно, определенного ущемления жизненных условий. То есть задача заключается в поиске способа достижения требуемого уровня безопасности общества, который в наименьшей степени ущемляет жизненные условия и (или) требует наименьших ресурсов.

1. Прогнозирование и управление рисками

Количественной характеристикой уровня опасности являются оценки риска. В соответствии с многогранностью понятия опасности, порождаемой техногенным объектом, разделяются и оценки риска. Уровень опасности, порождаемой объектом, функционирующим в штатном режиме, характеризуется оценками систематического риска; в случае аварии – оценками аварийного риска. Обычно оценки аварийного риска значительно превышают оценки систематического риска. Поэтому в первом приближении, уровень опасности, порождаемый объектом, можно характеризовать оценками аварийного риска. Уровень опасности в пределах некоторой области будет характеризоваться полем оценок риска. Величина риска в точке пространства зависит от многих факторов, среди которых, свойства объекта, климатические характеристики территории, и конечно, расстояние до объекта. Если в окрестности некоторой точки пространства расположено несколько техногенных объектов, то каждый из них вносит свой вклад в результирующий уровень опасности и, следовательно, в результирующее поле оценок риска.

Методология прогнозирования оценок аварийного риска применима для большинства техногенных объектов. Это позволяет прогнозировать и сравнивать по уровню порождаемой им опасности разные объекты: например, плотину водохранилища, складское помещение с химическими боеприпасами, автомагистраль, газопровод и т.д. Если перейти к распределению оценок риска по некоторой территории (то есть для каждой точки рассчитать результирующую оценку с учетом вкладов от всех близлежащих техногенных объектов), то территория будет разделена на области с различными уровнями опасности. Каждой области соответствует определенное число – оценка риска. Ранжирование территории по уровню опасности (карта рисков) является основой для принятия управленческих решений по обеспечению безопасности территориального образования. В частности, карта рисков, фактически, выделяет области первоочередных вложений средств, направленных на снижение опасности.

Для количественной характеристики способов уменьшения уровня опасности (в общем случае, способов управления уровнем опасности) можно ввести те или иные экономические показатели. Например, величину затрат, выраженную в денежном измерении, на мероприятие по уменьшению оценки риска на определенную величину. Если область, в пределах которой требуется уменьшить уровень опасности, подвержена воздействию нескольких техногенных объектов, то диапазон возможных решений по уменьшению риска бесконечно широк: понизить результирующий уровень опасности в области возможно уменьшая опасности, порождаемые объектами, в различных сочетаниях. Выбор способа уменьшения риска обычно подчиняется экономической целесообразности. Поэтому задача снижения уровня опасности может быть сформулирована как задача достижения заданных значений оценок риска при минимизации финансовых затрат.

Методология прогнозирования и управления рисками не зависит от событий, которые инициируют аварийные процессы и воздействия на человека и природную среду. Но численные значения оценок риска зависят от вероятностей событий. То, что на территории Удмуртской Республики пока не было серьезных аварий и катастроф, не является гарантией отсутствия их в будущем. Вопрос даже не в том, будут или нет в Удмуртии аварии и катастрофы. Вопрос в том, когда и где это произойдет и какой при этом будет ущерб. Хотя современное развитие науки пока не в состоянии точно спрогнозировать место и время аварии, но оценки риска позволяют, по крайней мере, выявить наименее защищенные территории.

Процедура управления риском в пределах некоторой территории включает выявление мероприятий, направленных на снижение риска. Эти мероприятия должны быть соотнесены с экономическими затратами на их осуществление и с величинами изменения оценок риска. В идеальном случае, для каждого мероприятия должна быть построена зависимость между величинами уменьшения риска и экономическими затратами, отвечающими данному уменьшению. Комбинируя мероприятия по снижению риска, порождаемого техногенными объектами, размещенными в пределах территории Удмуртской Республики, и сопоставляя с суммарным уровнем затрат на их осуществление, можно выявить список мероприятий, которые целесообразны для снижения уровня опасности. В принципе, выявление мероприятий (определение путей уменьшения оценок риска) для территории Удмуртии может быть сформулировано в виде задачи на оптимальное управление риском. Таким образом, если общество осознает необходимость компромисса между качеством жизни и экологической безопасностью, если общество готово платить за свою безопасность, необходимо определить приемлемые для общества значения оценок риска. Прогнозируя последствия потенциально возможных аварий и катастроф на техногенных объектах территориального образования, необходимо определиться со способами достижения приемлемого уровня в условиях финансовых ограничений.

В качестве приемлемых значений оценок риска обычно принимают-

ся значения, соответствующие определенной доле от фоновых значений риска. Под фоновыми значениями принято понимать оценки риска, связанные с естественными причинами. Обычно фоновый риск незначительно изменяется в пределах территориального образования. Поэтому для всей территории Уральского региона под приемлемым уровнем риска можно понимать значения отвечающие величинам $10^{-5} - 10^{-6}$.

2. Декларация безопасности территории

Ранжирование территории Удмуртии по уровню аварийной опасности, с целью выявления районов с повышенным уровнем риска, определение рациональных (в идеальном случае, – оптимальных) способов уменьшения оценок риска, являются главными задачами, которые должны быть решены в рамках Декларации безопасности Удмуртской Республики. Конечно, в полном объеме Декларация безопасности Удмуртской Республики должна включать не только анализ угроз техногенного характера, но и угроз, связанных с другими опасностями. Например, угроз, связанных с распространением наркотиков и алкоголизма, с различными заболеваниями т.д. Опасность терроризма также подлежит рассмотрению как одна из возможных угроз. Методология прогнозирования и управления рисками, применимая для угроз техногенного характера, может быть применена для большинства угроз (конечно, если доступна необходимая для анализа информация). По каждой угрозе может быть рассчитано поле оценок риска, и, следовательно, возможно ранжирование территории республики по уровню опасности каждого вида.

Выявление значимых для Удмуртии угроз, ранжирование территории по оценкам риска, связанных с конкретными угрозами, позволяет сопоставить угрозы в единой шкале, (то есть произвести ранжирование угроз) и представить итоговое ранжирование территории республики по уровню результирующей опасности. Методология управления риском, разработанная применительно к управлению риском техногенных аварий и катастроф, также применима в общем случае, если прогнозирование последствий мероприятий, направленных на снижение риска, удовлетворяет требованиям по достоверности.

Заключение

Обеспечение безопасности территории – одна из приоритетных задач общества. Декларация безопасности призвана сформировать стратегическую линию снижения опасности. Разработка стратегии основана на прогнозировании и управлении рисками. Стратегическая линия должна периодически уточняться и корректироваться.

ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫЙ КОМПЛЕКС ПРОГНОЗИРОВАНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОГЕННЫМИ РИСКАМИ*

В.М.Колодкин, А.В.Мурин, А.В.Аксаков

Институт исследования природных и техногенных катастроф УдГУ

Тел.: (3412) 75-38-31; E-mail: intd@wing.udsu.ru

Введение

Обеспечение экологической безопасности требует координированных усилий по обеспечению безопасного уровня воздействия техногенных объектов, расположенных в пределах территориального образования (город, область, республика) на население и природную среду. Основополагающее значение имеют мероприятия по прогнозированию и управлению техногенными рисками. Мероприятия включают оценку последствий воздействия объектов на население и природную среду при штатном и аварийном режимах работы техногенного объекта (декларирование уровня опасности, порождаемой объектами), разработку планов действий в условиях чрезвычайных ситуаций (ЧС), организацию систем экологического мониторинга, расчет ставок страхования и т.д. Учитывая разнообразие техногенных объектов, функционирующих на территории (промышленные предприятия, хранилища опасных веществ, нефте- и газопроводы, плотины, автомагистрали и т.д.), учитывая требования, предъявляемые к достоверности и оперативности прогнозирования, целесообразно возложить задачи по прогнозированию и управлению рисками на специализированный программно-аппаратный комплекс.

*Работа выполнена при частичной финансовой поддержке научной программы «Университеты России» (грант УР.03.01.029) и МНТЦ (грант 2065).

1. Назначение

Комплекс через вычислительную сеть призван обеспечить решение следующих задач для техногенных объектов территориального образования и в целом для территории:

- Ранжирование территории по величинам систематических и аварийных рисков;
- Оптимизация распределения ресурсов с целью снижения уровня опасности;
- Оптимизация размещения новых техногенных объектов;
- Страхование рисков;
- Разработка мероприятий по снижению рисков;
- Подготовка паспортов и деклараций безопасности;
- Поддержка систем мониторинга;
- Поддержка систем принятия решений в условиях ЧС.

2. Архитектура

В качестве аппаратного ядра развиваемого комплекса служит кластерная установка серийных персональных компьютеров. Данная платформа является широко доступной и экономичной. Кроме того, доля кластеров в списке наиболее производительных компьютеров мира постоянно увеличивается.

Необходимую масштабируемость комплекса обеспечивает несколько функциональных подсистем: информационная, вычислительная, управляющая и клиентская. Каждая из подсистем может физически размещаться на выделенном узле/узлах кластера.

Вычислительная подсистема суть логическая совокупность процессорных единиц и параллельного программного обеспечения, предназначенная для решения вычислительных задач используя глобальную или локальную параллелизацию задач. Для коммуникации между вычислительными подзадачами используется мобильный интерфейс MPI. Программные компоненты данной подсистемы спроектированы и реализованы при помощи объектно-ориентированного подхода. Это обеспечивает эволюционную устойчивость программ при изменении моделей. В

Рис. 1. Архитектура подсистем комплекса.

качестве архитектуры процессов вычислительной модели используется архитектура мастер-рабочие. Процесс-мастер работает на выделенном узле 0 и координирует работу процессов-рабочих. В качестве «мастера» используется интерпретатор сверхвысокого уровня Python, расширенный интерфейсными «обертками» вокруг публичной части объектов вычислительного ядра, реализованного на C/C++.

Предлагаемый подход позволяет динамически конструировать вычислительные задачи из имеющихся параллельных модулей и обеспечивает единую интегрирующую платформу. Важной частью подсистемы является планировщик параллельных задач для обеспечения сбалансированности вычислений.

Информационная подсистема суть логическая совокупность хранилищ разнородных данных (например, физико-химические свойства веществ, физико-географические свойства района объекта). Подсистема реализована в виде системы управления базами данных и файлового сервера (NFS, SMB). Клиентская подсистема обеспечивает интерфейс

пользователя и представляет собой набор ортогональных представлений (видов) исходных, управляющих, промежуточных и результирующих данных системы. Подсистема реализована как несколько «тонких» клиентских приложений. Наконец, управляющая подсистема суть сервер приложений, интегрирующий работу системы как целого.

Заключение

На техногенных объектах, в организациях, ответственных за экологическую безопасность территории (администрация территории, подразделения МЧС, природоохранные органы) функционируют программы клиентской подсистемы. Это позволяет через вычислительную сеть пользоваться развитым программным обеспечением для решения конкретных задач, отвечающих назначению программно-аппаратного комплекса.

ДЕКЛАРИРОВАНИЕ УРОВНЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОБЪЕКТОВ

В.И.Фиркин

ЗАО ИКЦ «Альтон»

Состояние промышленной безопасности в России вызывает серьезную озабоченность. Аварийность в наиболее опасных отраслях промышленности остается недопустимо высокой, причем обусловлена она не столько их технологической спецификой, сколько общими условиями. Аварии происходят из-за изношенности оборудования, некачественного, несовременного выполнения работ по обслуживанию и ремонту. В ряде случаев причинами аварий становятся непродуманные действия руководителей и ИТР организаций и предприятий, нарушения технологической и трудовой дисциплины, неосторожные или несанкционированные действия исполнителей работ.

Главной целью государственного регулирования промышленной безопасностью является обеспечение такого уровня безопасности опасных объектов, при котором риск возникновения аварий и случаев травматизма на этих объектах был бы минимальным.

В соответствии с основополагающими международными документами по промышленной безопасности и прежде всего Конвенции ООН «О трансграничном воздействии промышленных аварий» подписанной Правительством Российской Федерации 17 марта 1992 г., которая вступила в силу в России 4 ноября 1993 г.; директивы ЕС от 9 декабря 1996 г. «О контроле за крупными промышленными авариями на объектах с опасными веществами» в нашей стране с учетом основных положений этих документов был разработан и вступил в силу Федеральный закон «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» от 21.07.1997 №116-ФЗ с изменениями от 07.08.2000 г. №122-ФЗ и от 10.01.2003 г. №15-ФЗ.

Федеральный Закон «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» определяет правовые, экономические и соци-

альные основы обеспечения безопасной эксплуатации опасных производственных объектах и направлен на предупреждение аварий на опасных производственных объектах и обеспечение готовности организаций, эксплуатирующих опасные производственные объекты, к локализации и ликвидации последствий указанных аварий.

Следует отметить, что промышленная безопасность в соответствии с данным Законом – это состояние защищенности жизненно важных интересов личности и общества от аварий на опасных производственных объектах и последствий указанных аварий. К опасным производственным объектам отнесены, предприятия или цехи, участки, площадки, а так же иные производственные объекты на которых получаются, используются, перерабатываются, образуются, хранятся, транспортируются, уничтожаются опасные вещества: воспламеняющиеся газы, окисляющие вещества, горючие жидкости, газы, пыли, взрывчатые вещества, токсичные и высокотоксичные вещества, способные при воздействии на живые организмы, приводить их к гибели, вещества, представляющие опасность для окружающей природной среды.

Условия, запреты, ограничения и другие обязательные требования, содержащиеся в данном законе – это требования, которые должны соответствовать нормам в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций, санитарно-эпидимилогического благополучия населения, охраны окружающей природной среды, экологической безопасности, пожарной безопасности, охраны труда, строительства и государственных стандартов.

Опасные производственные объекты подлежат регистрации в государственном реестре в соответствии со статьей 2 вышеуказанного Закона Постановлением Правительства РФ от 24 ноября 1998 г. №1371 были утверждены «Правила регистрации объектов в государственном реестре опасных производственных объектов». Регистрация опасных производственных объектов и ведение реестра возложены на Федеральный Горный Промышленный Надзор России. Федеральные органы исполнительной власти, которым в установленном порядке предоставлено право осуществлять в пределах своих полномочий отдельные функции нормативно-правового регулирования, специальные разрешительные, контрольные или надзорные функции в области промышленной безопасности, так же должны проводить регистрацию подведомственных объектов в государственном реестре опасных производственных объектов и ведение ведомственных разделов этого реестра, с дальнейшей передачи их в Госгортехнадзор России. Таких ведомств было 15.

Регистрации опасных производственных объектов в государствен-

ном реестре предшествует их идентификация, организациями, эксплуатирующими эти объекты.

Регистрации опасных производственных объектов в государственном реестре предприятиями и организациями Удмуртской республики началось в 2000 г. По типам объектов опасные производственные объекты подразделяются на – первый, второй и третий. К первому типу отнесены опасные производственные объекты с опасными веществами установленные приложением 2 к ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов», ко второму типу – с опасными веществами в количестве меньшем предельного количества, установленного приложением 2 к ФЗ, к третьему типу все остальные, обладающие признаками опасности не относящиеся к первому и второму типам.

На сегодняшний день в Удмуртской Республике зарегистрировано в государственном реестре опасных производственных объектов: первого типа – 36, второго типа – 1311, третьего типа –1265.

В перечень первого типа опасных производственных объектов вошли нефтебазы, склады нефтепродуктов с предельным количеством опасного вещества 50 000 тонн и более, горючие жидкости, использующиеся в технологических процессах с количеством опасного вещества более 200 тонн (предприятия нефтедобычи), газонаполнительные станции с горючими газами 200 тонн и более, склады с высокотоксичными и токсичными веществами (200 тонн, 20 тонн и более соответственно).

К первому типу опасных производственных объектов были отнесены так же ТЭЦ-1, ТЭЦ-2, Сарапульская ТЭЦ и ряд других объектов.

В соответствии со статьей 14 ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» все объекты первого типа подлежат обязательному декларированию, т.е. для них должны быть разработаны декларации промышленной безопасности опасных производственных объектов.

Постановлением Правительства РФ от 11.05.1999 г. №526 утверждены «Правила предоставления декларации промышленной безопасности опасных производственных объектов», которые устанавливают порядок представления декларации в органы государственной власти, органы местного самоуправления, общественные образования и гражданам, обязательные для всех юридических лиц, независимо от организационно-правовой формы.

В соответствии с ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» разработка деклараций промышленной безопасности предполагает всестороннюю оценку риска аварий и связанных с ними угроз, анализ достаточности принятых мер по предупреждению аварий, по обеспечению готовности организации к эксплуатации опасных производственных объектов в соответствии требований промышленной безопасности, а так же локализацию и ликвидацию последствий аварий на опасных производственных объектах, разработку мероприятий, направленных на снижение масштаба последствий аварии и размера ущерба, нанесенного в случае аварии на опасных производственных объектах.

Декларация, разрабатывается в составе проектной документации на строительство, расширение, реконструкцию, техническое перевооружение, консервацию и ликвидацию опасных производственных объектов, уточняются или разрабатываются вновь в случае обращения за лицензией на эксплуатацию опасных производственных объектов, изменения сведений, содержащихся в ней, или изменения требований промышленной безопасносоти.

Декларация и иные документы, связанные с эксплуатацией опасных производственных объектов подлежат экспертизе промышленной безопасности.

Декларацию утверждает руководитель организации, эксплуатирующей опасные производственные объекты, который несет ответственность, в соответствии с законодательством РФ, за полноту и достоверность сведений содержащихся в ней.

Порядок оформления декларации промышленной безопасносоти и перечень сведений, содержащихся в ней установлено Положением утверждено ГГТН РФ 7.09.1999 г. за №66. Декларация включает следующие структурные элементы [1-2]:

- титульный лист;
- данные об организации, разработавшей декларацию;
- оглавление;
- Раздел 1 «Общие сведения»;
- Раздел 2 «Результаты анализа безопасности»;
- Раздел 3 «Обеспечение требований промышленной безопасности»;
- Раздел 4 «Выводы»;
- Раздел 5 «Ситуационный план».

Приложения к декларации:

- Приложение 1 – «Расчетно-пояснительная записка»;
- Приложение 2 – «Информационный лист»;
- Приложение 3 – Заключение министерства УР по делам ГО и ЧС (согласно совместного приказа Госгортехнадзора России и министерства РФ по делам ГО и ЧС).

Список литературы

[1] Ю.А. Дадонов, А.В. Денисов, Е.А. Иванов, М.В. Лисанов, А.С. Печеркин, В.И. Сидоров Методические указания по проведению анализа риска опасных производственных объектов – М.: ГУП НТЦ «Промышленная безопасность», 2001.

[2] А.С. Печеркин, М.В. Лисанов, Д.В. Дегтярев, А.В. Пчельников Об опыте декларирования промышленной безопасности и развитии методов оценки риска опасных производственных объектов: Материалы тематического семинара – М.: ГУП НТЦ «Промышленная безопасность», 2003.

ХИМИЧЕСКИЕ ИСТОЧНИКИ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОПАСНОСТИ В УДМУРТСКОЙ РЕСПУБЛИКЕ

В.И.Кодолов

Научно-образовательный центр химической физики и мезоскопии Удмуртского научного центра УрО РАН, г. Ижевск

E-mail: kodol@istu.udm.ru

В последние годы человечество стало осознавать ту опасность для него и окружающей среды, которую несут созданные технологии и продукты производства. Исходя из неверного лозунга о необходимости покорения Природы, человечество сумело настолько изменить окружающую среду, что начались необратимые изменения в экологической обстановке. Значительные изменения вносят добывающие отрасли. Прежде всего, это касается горных выработок и нефтеразработок. При использовании старых технологий добычи сырья довольно большие земельные пространства выбираются из Природы. Уничтожаются лесные массивы, которые являются естественными защитниками. Известно, что техногенными загрязнителями воздуха являются теплоэлектростанции, двигатели внутреннего сгорания, металлургические и химические производства. В разных регионах порядок их «первенства» как загрязнителей меняется. В Удмуртской Республике порядок такой же, как указано выше. Следует отметить, что большая часть энергии при производстве энергии или материалов рассеивается в окружающей среде. Вместе с тем при сжигании топлива выделяется значительное количество токсичных газообразных продуктов. Аналогичные выбросы имеют место в металлургии. Обычно из токсичных газов в атмосферу выделяются оксиды азота и серы. «Первенство» по загрязнению почвы и воды «держат» нефтедобывающие и гальванические производства. Загрязняющие вещества содержатся в стоках гальванических производств, в которых достаточно высокий процент ионов тяжелых металлов, и раз-

ливах нефти, которые практически всегда имеют место при нефтедобыче.

Здесь нужно отметить, что нефть Удмуртии сравнительно высокой вязкости и содержит много парафинов, асфальтенов и силикагелевых смол [1]. На мой взгляд, удмуртская нефть более пригодна для получения химических товарных продуктов, чем для получения топлива. Добыча удмуртской нефти осложнена особенностями ее залегания и высокой вязкостью. Поэтому широкое применение получило горизонтальное бурение, что требует определенной оснастки и не улучшает экологическую безопасность при обустройстве скважин. В Удмуртии много открытых карьеров для добычи сырья для стекольной промышленности и строительной индустрии. Во всех этих случаях при обустройстве этих разработок меняется рельеф и вносятся существенные изменения в окружающую Природу. Уменьшается жизненное пространство для развития природных ареалов.

Вмешательство человека в деятельность Природы может приводить к существенным экологическим катастрофическим последствиям. Например, технология добычи торфа путем осушения торфяных болот с целью получения торфяной крошки. Такая технология была востребована тогда, когда торф использовали повсеместно для тепловых электростанций. В настоящее время большинство ТЭЦ переведено на газ, а осушенные торфяные болота представляют опасность из-за периодически возобновляемых пожаров.

Потенциальную опасность представляют магистральные газопроводы и нефтепроводы, проходящие по территории Республики.

Практически любая производственная деятельность человека наносит Природе определенный урон. Вопрос состоит в том, как уменьшить изменения в экологической обстановке, вносимые человеком, в особенности, химических источников экологической опасности, которые могут привести к катастрофическим последствиям.

К таким источникам следует отнести все объекты, в которых в результате пожаров и взрывов возникает опасность выделения больших количеств токсичных продуктов и распространения их на большие расстояния. При этом, исходя из опыта последнего десятилетия, можно заключить, что наиболее масштабными катастрофами являются пожары на газопроводах, на складах боеприпасов и, как условно можно назвать, «химических» складах. Под «химическими» складами будем понимать не только склады химических товаров (реактивов, нефтепродуктов, горючих и взрывоопасных веществ, отравляющих веществ), но и склады материалов. Наверное, близки к таким объектам свалки мусора. К сожалению, внимание к ним со стороны государственных органов и общественности уделяется мало, а при практически слабой контролируемости заполнения и организации городских свалок и появлении несанкционированных мест для различного мусора вероятность загрязнения больших территорий при непредсказуемости результатов пожаров на них очень велика. Следует отметить, что не организовано четкой работы по сбору и утилизации вторичных продуктов от населения и предприятий и также не разработано подробного каталога, классифицирующего все вторичные продукты и отходы. Как следствие, невозможно организовать в экологически устойчивом режиме работу предприятий даже по утилизации твердых отходов.

Большие проблемы Удмуртии связаны с наличием на территории республики складов химического оружия в г. Камбарка и п.г.т. Кизнере. В принципе при сохранении режима наблюдения и охраны на этих складах опасность возникновения катастрофических событий невелика. Однако, с развитием подготовительных работ к уничтожению химического оружия нельзя исключать возможности возникновения нештатных ситуаций. Ранее были даны рекомендации по реконструкции и обустройству хранилищ в п.г.т. Кизнер. Эти рекомендации были направлены на исключение вероятности возникновения катастрофических пожаров на складе химического оружия. По нашим сведениям эти рекомендации приняты к исполнению и частично выполнены. К сожалению, бетонные ограждения у деревянных хранилищ не удалось выстроить из-за недостатка финансирования, есть определенные трудности в устройстве безопасных подъездов и подготовке такелажных работ на случай перевозки боеголовок с отравляющими веществами к местам их уничтожения. По проекту уничтожения люизита в г. Камбарка было много замечаний. Часть из них по-прежнему осталась, что вызывает неуверенность в безопасности будущего объекта. Особенно большую озабоченность вызывает то, что обустройство передвижных реакторов по уничтожению люизита предполагается на площадке хранения люизита. Этот проект лучше по сравнению с ранее предлагаемым. Однако, как и во всех других предложениях, конкретные меры по сохранению безопасности хранения в условиях строительства и реконструкции внутри хранилищ нам не были представлены. Вызывает опасение, что при одобрении проекта в целом, в процессе реконструкции хранилищ могут возникнуть опасные ситуации с розливом содержимого емкостей. Здесь следует отметить, что периодическое определение толщины емкостей обычно не проводится выше границы «жидкость-пар», а с увеличением срока хранения в жидкой фазе увеличивается содержание треххло-

ристого мышьяка, который легко гидролизуется и обладает большей летучестью по сравнению с люизитом. Поэтому коррозионные процессы в верхней части емкости должны протекать с большей скоростью, чем в нижней, где на внутренней поверхности образовался защитный полимерно-олигомерный слой. При производстве строительных работ возможны вибрации корпусов емкостей, и появление трещин в их верхней части, что в свою очередь, повлечет вскрытие емкостей. Для исключения опасности такого рода необходимо провести соответствующие оценки рисков при реконструкции хранилищ.

Вместе с тем, обобщая все сказанное выше, следует, прежде всего, создать каталог источников экологической опасности Удмуртской Республики и обеспечить общественный контроль над этими источниками.

Список литературы

[1] Кудинов В.И., Сучков Б.М. Интенсификация добычи вязкой нефти из карбонатных коллекторов. – М.: Недра, 1991, – 233 С.

БЕЗОПАСНОСТЬ И ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ, ПРАВОВОЙ АСПЕКТ

А.В.Ярославцев

Администрация Президента и Правительства УР

Тел.: (3412) 49-71-54

В науке и практике проблем безопасности Российской Федерации отправным моментом, с точки зрения права, принято считать 1992 год, а конкретно 5 марта 1992 года, день, когда Президент нашей страны подписал Закон Российской Федерации «О безопасности» №2646-1.

Данный закон интересен тем, что, как показала практика, в его преамбуле был заложен фундамент дальнейшего строительства всей системы обеспечения безопасности Российской Федерации, на многие годы. Так в ней сказано, что: «Настоящий закон закрепляет правовые основы обеспечения безопасности личности, общества и государства, определяет систему безопасности и ее функции, устанавливает порядок организации и финансирования органов обеспечения безопасности, а также контроля и надзора за законностью их деятельности».

По нашему мнению, концептуальным положением закона является факт того, что закон закрепил последовательность приоритетов в вопросах обеспечения безопасности. На первое место была поставлена безопасность личности, затем общества и только после этого государства. До принятия этого закона, наше государство заботилось в первую очередь о своей безопасности и только затем о безопасности других. Немаловажен еще один факт. Закон, на ряду, с экономической, оборонной безопасностью и другими, самостоятельным видом безопасности выделил экологическую безопасность. Законодатель увязал ее с охраной здоровья населения, прогнозированием и предотвращением чрезвычайных ситуаций, а в целом весь этот блок отнес к показателям состояния защищенности жизненно важных интересов личности, общества и государства [1].

Изложенные в Законе положения, в дальнейшем нашли свое отражение в принятой всенародным голосованием 12 декабря 1993 года Конституции Российской Федерации.

В Конституции, в отношении экологической безопасности в частности сказано, что «... в совместном ведении Российской Федерации и субъектов Российской Федерации находятся: ... природопользование; охрана окружающей среды и обеспечение экологической безопасности ...». Конституция Удмуртии, как основной Закон Удмуртской Республики, принятый Верховным Советом Удмуртской Республики 7 декабря 1994 года полностью продублировала это положение. В последствии, как федеральный, так и местный законодатель, в развитие данных положений приняли целый ряд нормативных актов [2]. Для примера, в 2003 году Международный институт исследования риска привел в качестве первоисточников своей книги «Правовое обеспечение охраны окружающей среды и экологической безопасности» 224 нормативных правовых актов. Другие авторы называют другое количество, более трехсот. Однако остановимся только на нескольких из них, на наш взгляд, наиболее комплексных нормативных актах федерального и регионального уровня.

Концепция национальной безопасности Российской Федерации (далее Концепция). Документ утвержден Указом Президента Российской Федерации 17 декабря 1997 г. №1300. В настоящее время действует в редакции Указа Президента Российской Федерации В.В. Путина от 10 января 2000 г. №24.

В контексте нашего вопроса, Концепция в определенной степени расширила рамки Закона «О безопасности» и на официальном уровне ввела в оборот понятие «национальные интересы России», а также такую правовую категорию, как «безопасность в сфере».

Согласно Концепции, национальные интересы Российской Федерации – это совокупность сбалансированных интересов личности, общества и государства в экономической, внутриполитической, социальной, международной, информационной, военной, пограничной, экологической и других сферах.

При толковании сфер, в Концепции сказано, что «Национальные интересы России в экологической сфере заключаются в сохранении и оздоровлении окружающей среды».

Дальнейший анализ документа показывает, что экологическая проблематика не осталась без внимания и при рассмотрении в Концепции блока современных угроз национальной безопасности России. В частности, в Концепции сказано: «Угроза ухудшения экологической ситуации в стране и истощения ее природных ресурсов находится в прямой зависимости от состояния экономики и готовности общества осознать глобальность и важность этих проблем. Для России эта угроза особенно велика из-за преимущественного развития топливно-энергетических отраслей промышленности, неразвитости законодательной основы природоохранной деятельности, отсутствия или ограниченного использования природосберегающих технологий, низкой экологической культуры ...».

Что характерно еще? Концепция не только обозначила экологические проблемы, но указала выходы из сложившегося, крайне негативного, положения. Так к числу приоритетных направлений деятельности государства в экологической сфере Концепция отнесла:

- рациональное использование природных ресурсов;
- воспитание экологической культуры населения;
- предотвращение загрязнения природной среды за счет повышения степени безопасности технологий, связанных с захоронением и утилизацией токсических промышленных и бытовых отходов;
- экологически безопасное хранение и утилизация выведенного из боевого состава вооружения;
- безопасное для окружающей природы и здоровья населения хранение и уничтожение запасов химического оружия;
- создание и внедрение безопасных производств;
- принятие неотложных природоохранных мер в экологически опасных регионах Российской Федерации и др.

Концепция не ввела в оборот правовую дефиницию «система обеспечения безопасности», но перечислила участников формирования и реализации политики обеспечения национальной безопасности Российской Федерации: Президент, Федеральное собрание, Правительство, Совет Безопасности, федеральные органы исполнительной власти, органы исполнительной власти субъектов Российской Федерации.

В отношении органов самоуправления федеральный законодатель нашел весьма специфическое решение, замкнув их на органы исполнительной власти субъектов федерации, которые должны «совместно с органами местного самоуправления проводить мероприятия по привлечению граждан, общественных объединений и организаций к оказанию содействия в решении проблем национальной безопасности».

Учитывая, что природопользование, охрана окружающей среды и обеспечения экологической безопасности являются предметом совместного ведения Российской Федерации и субъектов, на региональном уровне, правовое оформление этих вопросов также нашло широкое отражение. Вопросы были отражены, как в долгосрочных Программах развития регионов, так и в конкретных Постановлениях органов исполнительной власти субъектов Федерации.

В Удмуртской Республике, по инициативе Президента Удмуртской Республики, 23 августа 2001 года был принят Закон «О Программе социально-экономического развития Удмуртской Республики на 2001-2004 годы» №35-РЗ.

В данном законе, в разделе «Оценка итогов социально-экономического развития Удмуртской Республики за предыдущий период», п. 1.9. «Охрана окружающей среды», республиканский законодатель выделил и обратил особое внимание на три проблемы: загрязнение атмосферного воздуха, водопользование и накопления отходов производства в республике.

В разделе «Цели, задачи и приоритеты социально-экономического развития Удмуртской Республики на 2001-20004 годы», п.3.6.16 «Цели и задачи в области охраны окружающей среды» закон зафиксировал положение, что «Основной целью в области охраны окружающей природной среды является обеспечение соответствия основных параметров качества окружающей среды к уровню природоохранных нормативов».

Конкретизировать мероприятия в этой сфере позволяет ежегодно принимаемый в республике Закон Удмуртской Республики «О бюджете Удмуртской Республики». Так, в приложение 7 к Закону Удмуртской Республики «О бюджете на 2004 год» от 29.12.2003 г. №65-РЗ «Распределение расходов из бюджета Удмуртской Республики на 2004 год по разделам и подразделам функциональной и экономической классификации расходов бюджета Российской Федерации» четко указано, сколько может направить регион на решение той или иной проблемы. Так по коду расходов 0903 «Охрана окружающей природной среды, животного и растительного мира» – 16 миллионов 975 тысяч рублей [3]. Чтобы увеличить эту сумму два пути: перераспределить или увеличить доходную базу бюджета региона.

В ходе анализа проблем экологической безопасности и права на региональном уровне необходимо остановиться на отдельных положениях Закона Удмуртской Республики «О Совете общественной безопасности» №14-РЗ от 20.04.01 г.

В данном законе республиканский законодатель, отнес «охрану

окружающей среды и обеспечение экологической безопасности» к основным задачам Совета, а перечисляя функции Совета, указал в их числе: «рассмотрение проблем экологической безопасности, разработку проектов региональных программ охраны окружающей среды и анализ их выполнения».

В настоящее время в Удмуртской Республики развернута большая работа по проекту Стратегии социально-экономического развития Удмуртской Республики на 2005-2009 годы и на период до 2014 года. По замыслу разработчиков в Стратегии найдут отражение и будут заложены основы политики региона в сфере природопользования и экологии, в сфере защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера и других сферах [4].

Однако, как показала и показывает практика, в жизни страны одних усилий региона мало, необходима сбалансированная, выверенная стратегия действий в сфере экологической безопасности на федеральном уровне. К нашему сожалению, на сегодня Закон «О безопасности», Концепция национальной безопасности не стали концептуальной основой коллективных действий в области охраны окружающей природной среды, рационального использования природных ресурсов и обеспечения экологической безопасности. Законотворчество «новой» России пошло по другому пути: основной приоритет отдан регулированию хозяйственной деятельности в этой сфере, а не вопросам экологической безопасности. В основу новой концепции экологического права положен принцип, отрицающий прежнюю теорию и методологию, основанную на единстве подотраслей природоресурсного и природоохранного права. Природоресурсная подотрасль экологического права выведена в сферу действия гражданского права, природные ресурсы объявлены имуществом, объектом купли-продажи. В результате, постепенно, в правовых рамках, в стране произошло глобальное отчуждение части природных ресурсов из природной среды в имущество, а экологическая безопасность отодвинута в сторону. Практически на сегодня интересы собственника, а не безопасность поставлены во главу угла. Таким образом, из трех конституционных положений, частично отрегулированной оказалась только одна: природопользование, значительно в меньшей степени охрана окружающей среды, а что касается обеспечения экологической безопасности, то приходится констатировать – комплексный подход к решению проблемы пока отсутствует. Кодификация существующей нормативной базы в сфере экологической безопасности не проведена, а только планируется.

На наш взгляд, необходимо изменить существующий подход в госу-

дарственной политики обеспечения экологической безопасности. В основу работы должна быть положена единая концепция развития экологического законодательства и стратегии ее реализации. Может быть, с этой точки зрения, есть смысл прислушаться к мнению «зеленых России» о скорейшем принятии Доктрины экологической безопасности Российской Федерации, но с соответствующим правовым статусом [5]. По нашему мнению, «чтобы придать силу» документ по экологической безопасности Российской Федерации должен быть введен в действие только на основе Указа Президента Российской Федерации или Закона Российской Федерации.

Фундаментом такой работы, мог бы стать Закон «О безопасности», Концепция национальной безопасности Российской Федерации. В этих документах безопасность определена – это состояние защищенности жизненно важных интересов личности, общества и государства от внешних и внутренних угроз. В данной формулировке все взаимосвязано: безопасность - это свойство присущее объекту безопасности (объекту защиты). Происхождение угрозы (экологическая, промышленная) от которой обеспечивается защита объекта, определяет вид безопасности объекта (экологическая, промышленная). Уровень защищаемого объекта в общем, перечне объектов защиты, определяет тип безопасности. Уровень безопасности определяется степенью соответствия защищенности объекта предъявляемым требованиям, а не его ведомственной принадлежностью или правом собственности на него.

Таким образом, основным условием сохранения экологически чистого мира, определенного Концепцией национальной безопасности Российской Федерации, должна стать нейтрализация угроз в экологической сфере. объединение усилий в разрешении проблем безопасности и процесса устойчивого развития региона. страны и мира в целом.

По нашему мнению для этого, скоординированная деятельность органов государственной власти, собственников, органов местного самоуправления и граждан по обеспечению безопасности в экологической сфере должна стать нормой жизни для всех, но остаться объектом государственного управления. Основным субъектом обеспечения безопасности должно быть государство при вспомогательной роли иных субъектов обеспечения безопасности – граждан, предприятий, органов местного самоуправления. Обеспечение экологической безопасности должно проводиться в тесной увязке с процессом обеспечения других видов безопасности. Так связь между экономическими целями деятельности и экологическими требованиями должна обеспечиваться введением в государственной стратегии понятия экологически качественных индикаторов и количественных показателей, всеобщего принципа «проблема отходов – это проблема их производителя». При этом на первый план должны выйти проблемы обеспечения промышленной безопасности – состояния защищенности людей, общества, природной среды, материальных и культурных ценностей от угрозы возникновения промышленных аварий. Правовая база на сегодня по данному вопросу еще не достаточна, закон о промышленной безопасности не принят, однако принят закон «О промышленной безопасности опасных производственных объектов (ОПО)», а это уже определенная база. Принципиально важным в этом законе является момент, что предприятие провозглашается основным объектом безопасности. Тем самым признается, что в условиях рынка и проводимых реформ именно деятельность предприятия является одним из источников основных угроз в экологической сфере. Беря за основу это положение можно сказать, что предприятия, как и в целом, Российская Федерация, и как ее субъект, и как муниципальное образование может быть самостоятельным объектом безопасности. Поэтому, учитывая принцип эколого-экономической сбалансированности развития материального производства па определенной территории, целесообразно рассматривать в качестве объекта безопасности эколого-экономическую систему региона. Данный подход упоминается в Концепции перехода к устойчивому развитию России, в Основных положениях региональной политики Российской Федерации [6] . Вероятно, именно такой подход к обеспечению безопасности эколого-экономической системы поможет подойти к комплексному решению проблемы обеспечения экологической безопасности страны в целом и отдельно взятого региона, например Удмуртской Республики. Однако, для этого необходимо «подтянуть» правовую базу. Назрела необходимость принять базовый Федеральный закон о взаимодействии федерального центра и субъектов федерации в области обеспечения экологической безопасности, вернуться на местах к практике работы экологических фондов, вплотную заняться проблемами декларирования безопасности региона, созданием паспорта безопасности региона. Органами власти и управления республики в этих направлениях ведется определенная работа, но и общественность республики не должна оставаться в стороне от этого общего дела – обеспечения экологической безопасности региона и страны в целом.

Список литературы

[1] Информационный сборник «Безопасность». – М. 1993. – 103 с.

[2] Байдаков С.Л., Серов Г.П. – М. : «Анкил», 2003. – 464 с.

[3] Закон «О бюджете Удмуртской Республики на 2004 год». – Ижевск, 2004. – 61 с.

[4] Основы стратегии «Развитие Удмуртии». – Ижевск: Гарант-Принт, 2004. – 24 с.

[5] «Вести СоЭС» // Журнал МСЭС. – 2002, №1 – 11 с.

[6] Постановление Правительства России от 23.06.96 г. №327.

Часть 2

Прогнозирование уровня опасности

ПОДСИСТЕМА ОЦЕНКИ ПОСЛЕДСТВИЙ АВАРИЙ НА ОБЪЕКТЕ УНИЧТОЖЕНИЯ ХИМИЧЕСКОГО ОРУЖИЯ*

В.М.Колодкин

Институт исследования природных и техногенных катастроф УдГУ, г. Ижевск

Тел.: (3412) 75-38-31; E-mail: Kolodkin@wing.uni.udm.ru

Введение

Вопросы обеспечения безопасности жизнедеятельности, обеспечения экологической безопасности всегда стояли в центре внимания при обращении с боевыми отравляющими веществами. Необходимые меры предпринимались на этапе создания и хранения химического оружия, будут предприниматься на этапе его уничтожения. Вместе с тем в настоящее время существуют, по крайней мере, две объективные причины, которые обуславливают повышенное внимание к вопросам обеспечения безопасности:

- необходимость использования сложных технических решений на стадии утилизации боевых отравляющих веществ;
- негативные изменения в мире, связанные с распространением терроризма.

В этой связи, вопросы обеспечения безопасности должны находиться в центре внимания на протяжении всего процесса уничтожения химического оружия. В данной работе рассматриваются требования, которым должна удовлетворять подсистема оценки последствий аварий на этапе эксплуатации объекта уничтожения химического оружия в Камбарском районе Удмуртской Республики.

*Работа выполнена при частичной финансовой поддержке научной программы «Университеты России» (грант УР.03.01.029) и МНТЦ (грант 2065).

1. Потенциально возможные аварийные ситуации на объекте утилизации

Объект утилизации люизита территориально совмещен с объектом хранения. Поэтому совокупность потенциально возможных аварийных ситуаций для объекта утилизации не значительно расширяется по сравнению с совокупностью потенциально возможных аварийных ситуаций, имеющих место для объекта хранения. Сценарии аварийных ситуаций были исследованы в ряде работ [1-5]. Не вдаваясь в критический анализ данных работ, отметим, что ожидаемая частота аварий без существенного разрушения системы очистки зараженного воздуха $\sim 10^{-2}$ – 10^{-4} 1/год; прогнозируемая частота аварий, сопровождаемых разрушением системы очистки зараженного воздуха $\sim 10^{-4}$ – 10^{-6} 1/год. Аварии, при которых сохраняется работоспособность системы очистки воздуха, обычно называют проектными авариями, в противном случае, - запроектными. Для целей формирования требований к системе прогнозирования положим, что в первом случае в процессе гипотетической аварии освобождается порядка $\sim 10^{-1}$ т люизита, который в основном локализован в производственных помещениях; во втором случае – $\sim 10^2$ т. Причем, в случае запроектных аварий, люизит контактирует с природной средой. В результате проведенных исследований [1-4] установлено, что последствия запроектных аварий в определяющей степени определяются аварийным сценарием, то есть сценарием, посредством которого люизит попадает в природную среду (взрыв, пожар и т.д.).

2. Требования к функциональному наполнению подсистемы прогнозирования

Функциональное наполнение подсистемы прогнозирования предусматривает:

1. Прогнозирование загрязнения поверхностного слоя (снежный покров, почва, поверхностные воды) в 20 км зоне вокруг объекта утилизации;

2. Отображение результатов прогнозирования последствий гипотетических аварий на объекте хранения и уничтожения люизита;

3. Прогнозирование развития аварийного процесса в режиме времени, превышающий реальный;

4. Количественную оценку рисков гипотетических аварий на объекте хранения и уничтожения люизита с целью формирования планов действий в условиях ЧС.

Функция 1. Функция ориентирована на прогнозирование загрязнения поверхностного слоя в течение производственного цикла объекта уничтожения люизита. Прогнозирование осуществляется периодически (период равен нескольким часам) на основе информации по массам токсичных веществ, попавших в производственные помещения, по накопленным за период метеорологическим данным. Моделируется сценарий аварии, приведший к возникновению источника токсической опасности, изменения концентраций токсичных веществ в производственных помещениях, изменения концентраций в вентиляционной системе, в атмосфере и попадание токсичных веществ в поверхностный слой. Для точек поверхностного слоя моделируется изменение (увеличение, уменьшение) примеси в поверхностном слое. Результатом моделирования является динамика поля накопленных масс априори выбранных элементов (химических соединений). Это позволяет в любой момент времени представить текущую картину загрязнения поверхностного слоя. Подсистема предусматривает возможность корректировки полей накопленных масс по данным натурных измерений содержания элементов (соединений) в некоторых точках поверхностного слоя.

Возможность корректировки особенно значима на этапе настройки и в период начальной эксплуатации системы. Кроме того, учитывая, что в настоящее время весьма затруднительно указать все химические реакции между априори выбранными элементами (химическими соединениями) и элементами природной среды, которые будут существенно влиять на изменение полей накопленных масс, указанное свойство системы является весьма значимым.

Функция 1 подсистемы прогнозирования относится к функциям поддержки систем экологического мониторинга, позволяя, в частности, значительно сократить количество мест отбора проб [6].

Функция 2. Функция предоставляет конечному пользователю возможность выбора определенного сценария аварии или возможность ввода характеристик сценария. В последнем случае первоначально осуществляется выбор наиболее близкого сценария. Сценарии гипотетических аварий собраны в базе сценариев. Для основных гипотетически возможных аварий на объекте предварительно промоделирована динамика аварийных процессов, оценены возможные последствия и выполнена оценка неопределенности результатов прогнозирования. Динамика развития каждого аварийного процесса представляется в виде последова-

тельности областей, отвечающих разной степени поражения человека и загрязнения природной среды (перемещения областей, отвечающих разной степени поражения, по цифровой карте местности). В частности, последствия аварии для человека выражаются в виде перемещений по цифровой карте местности границ зон, в пределах которых токсические нагрузки превышают определенные критические значения (или/и границ зон, в пределах которых, вероятности гибели человека превышают определенные критические значения). Последствия аварий для природной среды выражаются в виде перемещений по цифровой карте местности границ зон, в которых значения накопленных масс токсичных веществ, превышают заранее выбранные значения. Результаты множества расчетов, каждый из которых связан с определенным сценарием, хранятся в базе данных результатов прогнозирования.

Таким образом, конечный пользователь системы может видеть, как во времени развивается процесс заражения территории при заданной гипотетической аварии, данных метеорологических условиях (направлении и скорости ветра, состояния атмосферы и т.д.). Для каждого сценария также предварительно формируются рекомендации по принятию управленческих решений в условиях данного аварийного процесса. Рекомендации дифференцированы в зависимости от пользователя.

Для представления результатов прогнозирования создается специальный программный продукт, который позволяет по сценарию аварии, по метеорологическим данным выбрать из базы данных результаты соответствующего расчета и представить эти результаты на соответствующей цифровой карте местности. Функция 2 подсистемы прогнозирования не требует от конечного пользователя специальных знаний. Результаты прогнозирования и рекомендации отображаются достаточно оперативно.

Функция 3. Функция предоставляет возможность ввода и корректировки параметров аварийного процесса на объекте уничтожения люизита, возможность моделирования возникновения источника аварийной опасности и возможность моделирования динамики аварийного процесса с использованием физико-математических моделей разных уровней достоверности. Модели разных уровней достоверности (соответственно и разных уровней оперативности) одного и того же процесса работают одновременно. В процессе прогнозирования результаты отображаются и уточняются по мере готовности результатов, отвечающих моделям более высокой степени достоверности. Режим поддерживает формирование рекомендаций для принятия управленческих решений. В соответствии с общей идеологией построения системы, рекомендации для

принятия управленческих решений, представляются дифференцированно для разных групп пользователей.

Необходимость корректировки параметров аварийного процесса возникает по мере уточнения информации по аварии и изменений в аварийном процессе. Например, спустя какое-то время после аварийного разлива токсичных веществ, возник пожар. Возникновение пожара изменяет сцепарий аварии, и это изменение должно найти отражение в моделируемом сценарии. Кроме того, в процессе прогнозирования осуществляется постоянная корректировка метеорологических параметров.

Функция оперативного прогнозирования развития аварийного процесса поддерживается совокупностью моделей источников аварийной опасности (пролив, взрыв, пожар) и развития аварийного процесса (распространение примеси в атмосфере, фильтрация в почве, в грунтовых водах и т.д.). Формирование моделей, отвечающих заданному аварийному сценарию, осуществляется как в автоматическом режиме, так и с участием человека, если пользователь системы считает это целесообразным. Например, при возникновении пожара, пользователь системы может выбрать одну из предлагаемых ему моделей горения, в зависимости от условий пожара. Модели аварийного процесса различаются по уровню оперативности и уровню достоверности результатов прогнозирования. Модели включаются в работу по мере подготовки (задания) необходимой информации и работают параллельно. В частности, параллельно работают несколько моделей распространения примеси в атмосфере. Например, очень «быстрая» модель распространения примеси в атмосфере на основе модифицированного метода случайных блужданий [7] и модель на основе численного решения трехмерного уравнения турбулентной диффузии с учетом перегрева и химических реакций [8-10].

Различия в результатах моделирования обусловлены использованием моделей, обеспечивающих разную степень достоверности результата – обычно, более достоверный результат обеспечивается более развитыми моделями; моделями, требующих больших вычислительных ресурсов. Отображение результатов прогнозирования и представление рекомендаций подобно функции 2.

Функция 4. Функция обеспечивает расчет оценок аварийного риска при гипотетических авариях на объекте уничтожения химического оружия в Камбарском районе Удмуртской Республики. При расчете оценок используются результаты прогнозирования распространения зон заражения при авариях, ГИС-информация по распределению населения, по распределению флоры и фауны в 20-ти километровой зоне вокруг объ-

екта. Выходная информация подсистемы – поле численных значений оценок рисков является основой для формирования планов действий в условиях ЧС.

3. Требования к математическому обеспечению подсистемы прогнозирования

Математическое обеспечение подсистемы прогнозирования призвано обеспечить:

- Прогнозирование процессов возникновения и развития источников токсической опасности при гипотетических авариях. В частности, для проектных аварий – прогнозирование последствий аварийных проливов, связанных с испарением жидких ОВ в условиях вынужденной вентиляции помещений; изменение масс токсичных веществ при перемещении паров ОВ по вентиляционной системе с учетом очистки. Для запроектных аварий математическое обеспечение призвано прогнозировать динамику поступления токсичных веществ в природные среды в условиях пролива, пожара, взрыва. При этом должны учитываться характеристики токсичных веществ в аварийных выбросах (агрегатное состояние, дисперсность, химические реакции, температура, скорость и т.д.);
- Оперативный и достоверный прогноз динамики развития аварийного загрязнения пограничного слоя атмосферы и динамику загрязнения (динамику восстановления) территорий, прилежащих к объекту утилизации. Противоречивость требований по оперативности и достоверности должна быть разрешена путем:
  - включения в математическое обеспечение моделей разного уровня достоверности и оперативности, но имеющих одно и то же функциональное назначение;
  - широким использованием алгоритмов и программ параллельных вычислений;
  - использованием современных информационных технологий и средств вычислительной техники;
- Представление пользователям оценок степени достоверности результатов прогнозирования. С этой целью математические модели, алгоритмы и программные продукты должны быть выверены

на общеизвестных тестах. В частности, для проверки адекватности математических моделей и программных продуктов по прогнозированию распространения примеси в атмосфере обычно используется пакет «model validation kit» [11], который включает в себя три базы данных по результатам рассеяния примеси в пограничном слое атмосферы, набор программ и протоколов для проверки моделей. В настоящее время доступны базы данных с результатами экспериментальных исследований распространения примеси European Tracer EXperiment [12];

- Представление пользователям оценок неопределенности (по входным данным) результатов прогнозирования, учитывающих, что исходная информация для подсистемы прогнозирования определена с определенной степенью точности. Причем оценка неопределенности результатов прогнозирования должна рассчитываться и представляться пользователю одновременно с представлением результатов прогнозирования.

Таким образом, математическое обеспечение подсистемы прогнозирования с точки зрения функциональных возможностей должно быть достаточным для прогнозирования последствий гипотетических аварий на объекте утилизации. Математическое обеспечение должно обеспечить приемлемый по точности и оперативности прогноз с указанием оценок неопределенности.

4. Возможные подходы к построению подсистемы прогнозирования

Анализ российских программных разработок по прогнозированию последствий аварий на объектах химико-технологического профиля не позволяет выделить разработку, которая бы полностью удовлетворяла предъявленным требованиям, хотя некоторые проработки могут найти применение на определенных этапах прогнозирования. В частности, известные методики [13,14], доведенные до программных продуктов и прошедшие тщательное тестирование по экспериментальным данным могут найти применение в подсистеме прогнозирования. Методики [13,14] опираются на хорошо изученные модели рассеяния в атмосфере, но до настоящего времени методики не прошли проверку на экспериментальном материале.

Наиболее продвинутым программным продуктом, ориентированным на решение задач прогнозирования последствий радиационных аварий

является «Компьютерная система информационной поддержки решения задач чрезвычайных ситуаций, связанных с аварийным загрязнением окружающей природной среды анализа и контроля RECASS». Разработчик НПО «Тайфун». Аналогичные системы эксплуатируются в США(NARAC), ЕС(RODOS, HITERM). Представленные системы имеют хорошее метеорологическое обеспечение, которое может быть адаптировано к условиям конкретной территории.

Вместе с тем, начальная ориентация систем на радиационные аварии приводит к затруднениям адаптации, например системы RECASS, для прогноза последствий химических аварий. Например, в системе RECASS, отсутствуют модели, отвечающие возникновению и развитию источников токсической опасности: модели испарения; модели горения жидкости, модели объемных пожаров с вовлечением ОВ; развития аварии внутри вентилируемых помещений и т.д. Модели рассеяния примеси в атмосфере, ввиду их ориентации на последствия радиационных аварий, принципиально не учитывают специфику химических аварий (химические реакции высокого порядка, источники выбросов при крупных пожарах, термики и др.).

Наиболее полно требованиям, предъявляемым к подсистеме прогнозирования последствий аварий на объекте уничтожения люизита, отвечают разработки Института катастроф УдГУ [2-10]. В основе прогнозирования последствий функционирования объекта в штатном и в аварийном режимах работы лежат физико-химико-математические модели, в которых учтена специфика боевых отравляющих веществ. Прототип комплекса в течение ряда лет проходит опытную эксплуатацию в Институте катастроф.

Список литературы

[1] Эдвард Карлсон, Матс Конберг, Пер Рун, Стеллан Винтер Оценка последствий возможных аварий на объекте по хранению люизита в районе г.Камбарки. Российский химический журнал, т.XXXIX, №4, 1995. С. 79-88

[2] Под ред. Колодкина В.М. Прогноз последствий аварий на объекте хранения боевых отравляющих веществ в районе г. Камбарка Удмуртской Республики. – Ижевск, изд-во УдГУ, 1995 г. – 113 с.

[3] V.Kolodkin. Risk posed by the chemical weapon stockpile in the Udmurt Republic // Chemical Weapon Destruction in Russia: Political, Legal and Technical Aspects. Edited by John Hart and Cynthia D. Miller. SIPRI Chemical & Biological Warfare Studies.,17., 1998, Oxford University Press. P. 94-102

[4] Под ред. Колодкина В.М. Оценка риска, связанного с объектами хранения химического оружия на территории Удмуртской Республики. – Ижевск, изд-во УдГУ, 1996 г. – 218 с.

[5] Обоснование возможных аварийных ситуаций на объекте по уничтожению химического оружия в г. Камбарка Удмуртской Республики // Отчет о выполнении 1-го этапа работ. ФГУП «СоюзпромНИИпроект», – М., 2004 г.

[6] Колодкин В.М. Проектирование систем экологического мониторинга для районов размещения потенциально опасных объектов // Сб. статей «Экологический мониторинг». – Ижевск, 2002 г. С. 5-18

[7] Колодкин В.М., Аксаков А.В., Мурин А.В. Прогнозирование экологических рисков при химических авариях // Сб. докладов международной конференции «Экологическая и информационная безопасность», – М., «Атомэнергоиздат», 2004 г. С. 134-137.

[8] Колодкин В.М., Аксаков А.В., Мурин А.В. Количественная оценка риска химических аварий. – Ижевск: Изд-во Удм. Ун-та, 2001. – 228 с.

[9] Мурин А.В. Математическое моделирование на параллельных системах последствий химических аварий. – Дисс. на соискание уч. степени кандидата физ.-мат. наук. – Ижевск, 2002. – 201 с.

[10] Мурин А.В. Параллельная объектно-ориентированная среда для моделирования процессов атмосферного переноса при аварийных выбросах // Вычислительные технологии, Том 9, Спец. вып., Ч.2, 2004, с. 42-49.

[11] Initiative on «Harmonisation within Atmospheric Dispersion Modelling for Regulatory Purposes» – http://www.dmu.dk/AtmosphericEnviroment/harmoni.htm

[12] The European Tracer Experiment // Joint Research Centre. Luxembourg. Office for Official Publications of the European Communities. 1998. 107 p.

[13] Методика определения площади зоны защитных мероприятий, устанавливаемых вокруг объектов по хранению химического оружия и объектов по уничтожению химического оружия. – М.: МО РФ, 1999.

[14] Методика оценки последствий аварий на объектах по хранению и уничтожению химического оружия. – АГЗ МЧС РФ, Новогорск, 2001.

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ НА СОЗДАНИЕ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА ПО ОЦЕНКЕ ПОСЛЕДСТВИЙ АВАРИЙ НА ОБЪЕКТАХ ПО ХРАНЕНИЮ И ОБЪЕКТАХ ПО УНИЧТОЖЕНИЮ ХИМИЧЕСКОГО ОРУЖИЯ

Т.Г.Габричидзе, П.М.Фомин

Министерство по делам гражданской обороны и чрезвычайным ситуациям Удмуртской Республики

Тел.: (3412) 78-76-76; E-mail: udmgo@udmnet.ru

Введение

Программный комплекс по оценке последствий аварий на объектах хранения и уничтожения химического оружия является основой для разработки системы поддержки принятия решений на действия по организации мероприятий, направленных на защиту населения и территорий, расположенных в районах размещения таких объектов.

Программный комплекс предназначен для автоматизации информационного процесса по обработке, обобщению и выдаче данных об авариях и их последствиях на монитор, устройства печати в виде цветной графической информации.

Программный комплекс может использоваться при проведении тренировок, игр и учений, при этом в качестве исходных данных будут использоваться имитационные данные из БД объекта. Программный комплекс разделен на две функциональные части:

- информационно-справочная система, предназначенная для ведения необходимых баз данных и получения по ним справок (отчетов);
- расчетный модуль.

Расчетный модуль программного комплекса обеспечивает получение расчетных данных о показателях последствий аварий, приведенных в Методике оценке последствий аварий на объектах хранения и уничтожения ХО. Среди них:

- потери населения в контролируемых объектах;
- границы зон, соответствующих определенным значениям токсикологических характеристик ОВ;
- время подхода облака ОВ к заданному рубежу (контролируемому объекту);
- продолжительность заражения.

Для работы программного комплекса используется как хранимая в БД информация, так и информация, вводимая пользователями.

Периодичность решения программного комплекса будет определяться конкретными условиями обстановки. Оперативность решения задачи не должна превышать по формированию различных справок 5 мин.

1. Ограничения и допущения, принятые при разработке программного комплекса

При разработке программного комплекса по оценке последствий аварий на объектах хранения и уничтожения химического оружия приняты следующие ограничения и допущения:

- моделирование распространения ОВ в атмосфере производится на основе модели распространения ОВ, базирующейся на статистической теории в переменных Лагранжа;
- модель распространения облака ОВ соответствует методике определения ЗЗМ [1,2];
- источник ОВ формируется мгновенно, т.е. расчеты проводятся для аварийных ситуаций, связанных с мгновенным разрушением емкости и выливом ОВ на открытую ровную поверхность вне помещений;
- площадь пролива может задаваться или вычисляться. При расчете скорости испарения ОВ с подстилающей поверхности задаются условия: толщина слоя пролива принимается в зависимости от условий от 2 до 4-5 см; ОВ в подстилающую поверхность не впитывается, его гидролиз и разложение не происходит;
- продолжительность испарения ОВ принимается не меньше чем величина времени на полную локализацию очага химического заражения или расчетной продолжительности химического заражения;
- скорость испарения ОВ принимается постоянной и равной максимальной скорости испарения для данной температуры воздуха. Скорость испарения рассчитывается по соотношениям Методики [1,2].

2. Выходные результаты и формы их представления

Помимо справок по базе данных ИСС выходными результатами работы программного комплекса являются данные о последствиях аварий. Среди них:

- масштабы заражения и масштабы аварии;
- процент и число поражённых в различных контролируемых объектах;
- границы зон с определенными значениями токсикологических характеристик;
- продолжительность заражения.

Выходные результаты формируются либо в виде справок на экране монитора, которые сохраняются в файлах, либо в виде карт (сохраняемых и распечатываемых).

Программный комплекс позволяет формировать следующие справки:

- справка о координатах объектов хранения и уничтожения химического оружия (координаты, численность работающего персонала, типы и количество хранимых ОВ);
- справка о контролируемых объектах (координаты, количество проживающего населения, распределение населения по типам укрытий и убежищ);

- справка о метеопараметрах в районах размещения объектов хр нения и уничтожения ХО;
- справка о масштабах аварии (объект, типы ОВ, количество О продолжительность существования источников заражения);
- справка о глубинах распространения облака ОВ;
- справка о потерях населения в контролируемых объектах;
- справка о времени подхода зараженного облака к контролируем му объекту;
- справка о продолжительности заражения.

Вышеперечисленные справки могут сохранять в виде файлов, расп чатываться на устройствах печати. Зоны распространения облака О а также поля доз, могут отображаться на картах-схемах.

Список литературы

[1] Методика определения площади зоны защитных мероприятий, устанавливаемых вокруг объектов по хранению химического оружия и объектов по уничтожению химического оружия. – М.: МО РФ, 1999.

[2] Методика оценки последствий аварий на объектах по хранению и уничтожению химического оружия – АГЗ МЧС РФ, Новогорск, 2001.

«ХИМРИСК-КАМБАРКА»: ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПОСЛЕДСТВИЙ ХИМИЧЕСКИХ КАТАСТРОФ НА КАМБАРСКОМ АРСЕНАЛЕ*

А.В.Мурин

Институт исследования природных и техногенных катастроф УдГУ

Тел.: (3412) 75-38-31; E-mail: murin@wing.udsu.ru

В работе рассматривается специализированная вычислительная система прогнозирования последствий химических аварий и катастроф, гипотетически допускаемых на арсенале и объекте уничтожения химического оружия в Камбарском районе УР.

Введение

В течение последних нескольких лет в Институте катастроф УдГУ развивается высокопроизводительное математическое и программное обеспечение для моделирования химических катастроф и рисков [1-5]. Исследования в этом направлении были поддержаны Российским фондом фундаментальных исследований, научной программой «Университеты России». Разработанные модели, параллельные алгоритмы и программы нашли практическое применение в ряде прикладных исследований, выполняемых Институтом.

В данной работе рассматривается специализированная вычислительная система прогнозирования последствий химических катастроф, гипотетически допускаемых на арсенале и объекте уничтожения химического оружия в Камбарском районе Удмуртской Республике. Цель

*Работа выполнена при частичной финансовой поддержке научной программы «Университеты России» (грант УР.03.01.029) и МНТЦ (грант 2065).

работы – показать модельное наполнение системы и ее основные возможности.

1. Архитектура

Основой вычислительной системы является параллельное математическое ядро «ХИМРИСК» [2,3]. Подсистемы ядра обеспечивают всю функциональность системы, связанную с выполнением численных прогнозов катастроф и рисков. Ядро состоит из следующих подсистем.

- Подсистема «Источники» включает модели начальной стадии развития химических аварий и катастроф;
- Подсистема «Атмосфера» включает модели переноса и трансформации химических веществ в пограничном слое атмосферы;
- Подсистема «Почва» включает модели фильтрации и трансформации химических веществ в поверхностных покровах почвы;
- Подсистема «Вода» включает модели переноса и трансформации химических веществ в гидрологической сети;
- Подсистема «Риск» включает модели эффектов воздействия поражающих факторов, модели прогноза систематического и аварийного рисков.

Каждая подсистема отражает определенный этап в схеме моделирования последствий катастроф и рисков [2].

Ядро «ХИМРИСК» дополнено рядом подсистем, обеспечивающих собственно внешнюю (видимую) функциональность системы (подсистемы сбора данных, хранения данных, управления и визуализации). Настройка системы на объект осуществляется путем соответствующего наполнения банков данных.

2. Подсистема «Источники»

Подсистема предназначена для моделирования начальной, скоротечной фазы химических катастроф. Необходимость выделения моделей начальной фазы в отдельную подсистему обусловлена их высокой сложностью, нечеткостью исходной информации и локальностью пространственно-временной области.

В состав подсистемы входят следующие модели, выполненные в виде отдельных модулей.

- Модуль «SPILL» реализует кинетические модели газодинамических граничных условий для задачи испарения, параметрические модели испарения в условиях вынужденной конвекции на открытой местности и в замкнутом вентилируемом пространстве [2,3];
- Модуль «RVENT» реализует модели накопления и распространения примеси в замкнутых вентилируемых пространствах технологических помещений на основе интегрального баланса массы [2,3];
- Модуль «PBLAST» реализует модель точечного взрыва [2];
- Модуль «FIRE1D» реализует численную квазиодномерную модель горения токсичной жидкости со свободной поверхности;
- Модуль «FIRE2D» реализует численную квазидвумерную модель горения токсичной жидкости со свободной поверхности;
- Модуль «RFIRE3D» реализует численную трехмерную гидродинамическую модель горения в замкнутом вентилируемом пространстве [1,2]. Возможно задание произвольной конфигурации вентиляционной системы, очагов возгорания;
- Модуль «ICLOUD» реализует модели подъема струй и термиков в атмосфере [2,4], построенные на интегральном балансе массы, энергии и импульса;
- Модуль «BIGPARTS» реализует трехмерную газодинамическую модель общего назначения. Для численного решения полных уравнений Навье-Стокса, осредненных по Рейнольдсу, используется метод крупных частиц. Модуль позволяет проводить моделирование внутренних и внешних течений жидкостей и газов при различных сценариях аварийных ситуаций, в частности при тепловых выбросах в атмосферу [4], сопровождающих масштабные пожары или взрывы. Используется распараллеливание вычислений для обеспечения необходимой оперативности результатов;
- Модуль «FUZZY» реализует оценку неопределенности моделей источников по неопределенности входных данных методом Монте-Карло. Используется распараллеливание вычислений для обеспечения необходимой оперативности результатов.

Модули реализованы в виде динамически загружаемых библиотек и могут использоваться независимо в сторонних программных продуктах. Возможна комбинация модулей для моделирования сложных аварийных сценариев.

3. Подсистема «Атмосфера»

Подсистема [2-5] предназначена для моделирования турбулентного рассеяния примесей в пограничном слое атмосферы на интервале времени несколько часов при возникновении химического выброса. В состав подсистемы входят следующие модели, выполненные в виде отдельных модулей.

- Модуль «MPBL» реализует параметрические модели стационарного однородного пограничного слоя атмосферы;
- Модуль «NPBL» реализует численные модели пограничного слоя атмосферы на основе $K-E$-модели турбулентности;
- Модуль «RCLIMAT» реализует численную стохастическую модель регионального климата, используемую для оценки долговременных полей загрязнения и для оценки рисков;
- Модуль «GAUSS» реализует гауссовы экспресс-модели рассеяния примесей и позволяет выполнить предварительную оценку динамики области заражения;
- Модуль «RANDPARTS» реализует численную стохастическую модель рассеяния, обеспечивающий оперативный прогноз динамики области заражения. Модель учитывает основные факторы, влияющие на рассеяние примесей и химические реакции первого порядка;
- Модуль «ATM» реализует численную сеточную трехмерную модель рассеяния на основе решения уравнения турбулентной диффузии с произвольными полями ветра и коэффициентов обмена, произвольной конфигурацией источников и стоков. Модуль обеспечивает детальный прогноз динамики области заражения. Модель учитывает основные факторы, влияющие на рассеяние примесей и химические реакции произвольного порядка;
- Модуль «MVKIT» реализует алгоритмы верификации моделей рассеяния примесей по международному банку экспериментальных данных «Model Validation Kit».

Подсистема имеет распределенную архитектуру и использует распараллеливание вычислений для обеспечения необходимой точности и оперативности.

Подсистема «Почва»

Подсистема реализует модели фильтрации отравляющих веществ в верхностном слое почвы [1].

Подсистема «Вода»

Подсистема реализует модели переноса и трансформации химических веществ в гидрологической сети [1].

Подсистема «Риск»

Подсистема [2-4] предназначена для численного анализа систематических и аварийных рисков химических аварий и катастроф. В состав дсистемы входят следующие модели, выполненные в виде отдельных одулей.

- Модуль «GRALG» реализует аппарат алгебры сеточных полей и позволяет выполнять различные операции (например, аффинные преобразования на плоскости, сложение и умножение) с сеточными представлениями пространственных полей поражающих факторов и рисков;
- Модуль «RECEPTORS» содержит средства для моделирования пространственных распределений реципиентов риска;
- Модуль «ACTREE» реализует модель прогноза систематических и аварийных рисков на основе древовидной классификации аварийных ситуаций по физическим, географическим и химическим неоднородностям.

Подсистема имеет распределенную архитектуру и использует раараллеливание вычислений для обеспечения необходимой точности и перативности.

7. Интерфейс

В текущей версии интерфейс системы представляет собой несколько клиентских приложений. «Толстое» клиентское приложение, взаимодействующее с ядром «ХИМРИСК» и вспомогательными подсистемами, обеспечивает полный доступ к функциям системы. Это клиентское

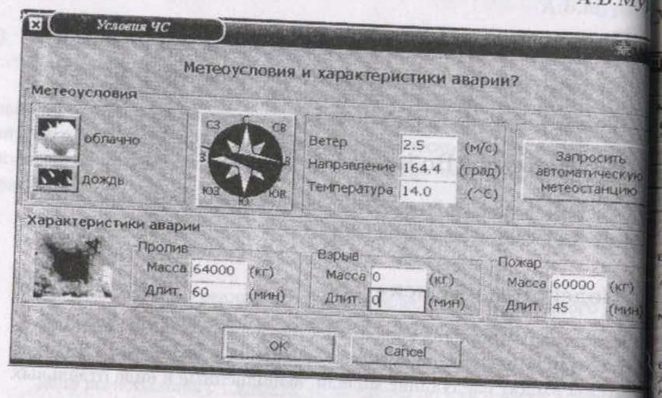


Рис. 1. Диалог задания параметров ситуации.

приложение работает в среде X WINDOW SYSTEM операционных стем семейства UNIX, однако может быть перенесено в среду опера онных систем MS WINDOWS. Для отображения графики использует OpenGL. На рис. 1-3 приведены экранные формы при работе с данн клиентским приложением.

«Тонкое» клиентское приложение построено на основе WEB-тех логий и требует для своей работы только стандартный INTERNE броузер. Функциональность данного клиентского приложения огра чена, однако при необходимости может быть легко расширена.

8. Реализация

Вычислительная система реализована на основе технологий объек но-ориентированного, параллельного и распределенного программир вания. Модули численного прогнозирования реализованы на компил руемых языках C/C++, обеспечивающих высокую вычислительную э фективность. Высокоуровневая логика реализована на интерпретиру мых языках сверхвысокого уровня, обеспечивающих высокую гибкос и адаптируемость системы. При реализации системы использовали только открытые и переносимые технологии. Текущая версия систем может эффективно работать на многопроцессорных ЭВМ как с обще

Рис. 2. Распределение приземных концентраций люизита при выбросе на камбарском арсенале (5 минут с момента аварии).

так и с разделяемой памятью (включая кластеры рабочих станций). Отдельные модули и подсистемы могут физически размещаться на различных узлах кластера или отдельных ЭВМ для обеспечения необходимой производительности системы.

Заключение

В работе кратко рассмотрено модельное наполнение вычислительной системы прогнозирования последствий химических катастроф на камбарском объекте. Существенными отличиями предлагаемой системы от существующих аналогов являются:

- наличие широко спектра моделей аварийных ситуации, специфич-

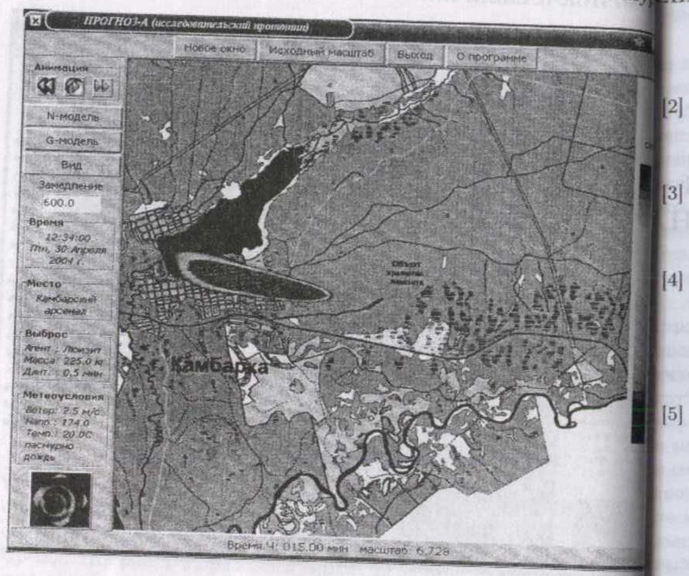


Рис. 3. Распределение приземных концентраций люизита при выбр
на камбарском арсенале (15 минут с момента аварии).

ных для объекта хранения и уничтожения химического оружи
районе г. Камбарка;

- использование открытых и переносимых информационных тех
логий;

- наличие механизмов параллельных вычислений, обеспечиваю
возможность прогноза в реальном режиме времени при испол
вании достаточно сложных математических моделей.

Список литературы

[1] Оценка риска, связанного с объектами хранения химическо
оружия на территории Удмуртской Республики. / Под ред. Колодкина В.М. – Ижевск, Изд-во УдГУ, 1996. – 218 с.

[2] Колодкин В.М., Мурин А.В., Петров А.К., Горский В.Г. Количественная оценка риска химических аварий. / Под ред. В.М. Колодкина. – Ижевск: Изд-во Удм. Ун-та, 2001. – 228 с.

[3] Мурин А.В. Математическое моделирование на параллельных системах последствий химических аварий. – Дисс. на соискание уч. степени канд. физ.-мат. наук. – Ижевск, 2002. – 201 с.

[4] В.М.Колодкин, А.В.Мурин, А.В.Аксаков, А.М.Сивков Прогнозирование аварийного риска. // В кн.: Аварии и катастрофы. Предупреждение и ликвидация последствий. Уч. пособие в 6 книгах. Кн. 6. / Под ред. В.А.Котляревского. – М: Изд-во АВС, 2003. – с. 224-254.

[5] Мурин А.В. Параллельная объектно-ориентированная среда для моделирования процессов атмосферного переноса при аварийных выбросах. // Вычислительные технологии, Том 9, Спец. вып., Ч. 2, 2004. – с. 42-49.

ЭФФЕКТИВНЫЙ МЕТОД ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПОСЛЕДСТВИЙ КРУПНОМАСШТАБНЫХ ПОЖАРОВ Н ТЕРРИТОРИЯХ ХРАНЕНИЯ И УТИЛИЗАЦИИ ХИМИЧЕСКОГО ОРУЖИЯ*

Л.С.Васильев

Институт исследования природных и техногенных катастроф УдГУ, г. Ижевск

Тел.: (3412) 75-38-31; E-mail: lvas@uni.udm.ru

Введение

При техногенных авариях и катастрофах на территориях хранени и утилизации боевых отравляющих веществ (БОВ) возможны случ разлива и горения БОВ на значительных участках открытых поверхн стей. Такое горение представляет значительную опасность для эколог целого региона прежде всего из-за масштабного выброса вредных д человека и окружающей среды продуктов горения и концентрирова ных паров БОВ на большие высоты в атмосферу. Последующий разн этих веществ атмосферными потоками и осадками неизбежно приве к заражению почв, водоемов и растительности на обширных терри риях прилегающей местности. Поэтому разработка методов точного быстрого прогнозирования последствий аварий и катастроф, отягощ ных горением БОВ является актуальным.

Существует несколько принципиальных трудностей при прогнозир вании экологических последствий крупномасштабных пожаров. Пер

*Работа выполнена при частичной финансовой поддержке научной програм «Университеты России» (грант УР.03.01.029) и МНТЦ (грант 2065).

из них состоит в том, что в настоящее время не существует многомерных математических моделей адекватно описывающих горение жидкостей на больших площадях открытых поверхностей при конвективном тепло- и массопереносе. Используемые сейчас одномерные модели горения не способны давать информацию о наиболее важных характеристиках пожаров вообще и крупных пожаров в частности. Прежде всего, это относится к пожарам с нестехиометрическими химическими реакциями окисления, которые являются обычным явлением при самовозбуждающемся конвективном боковом обдуве воздухом любого процесса горения.

Другая трудность заключается в необходимости максимально быстрого осуществления процесса прогнозирования. Это означает, что прогноз должен разрабатываться параллельно на целом ряде математических моделей пожара, в котором самый быстрый, но достаточно грубый результат дает самая простая модель, а далее он уточняется по мере завершения расчетов по более сложным моделям. Окончательный и максимально подробный прогноз дается последней, наиболее точной и совершенной моделью этого ряда. При таком подходе к процессу прогнозирования очень важно, чтобы каждая последующая модель обладала максимально полной преемственностью по отношению ко всем предыдущим моделям. Только в этом случае может быть осуществлен плавный процесс, непрерывно уточняющегося во времени прогнозирования экологических последствий любого крупномасштабного пожара. Особенно важно добиться преемственности при выработке методических рекомендаций по предотвращению последствий пожаров, т.к. это позволит существенно сократить соответствующие материальные затраты.

Цель настоящей работы состоит в описании эффективного алгоритма создания модельного ряда при прогнозировании экологических последствий крупномасштабных пожаров на территориях хранения и утилизации химического оружия.

1. Модельные представления

Прежде всего, для всех математических моделей ряда выбирается единая физическая картина процесса горения жидкостей на открытой поверхности, наиболее важные черты которой схематично показаны на рис.1. На участке |a-a| показана площадь разлива горящего БОВ. Линии GG' ограничивают область потока горячей струи, насыщенной продуктами сгорания и парами БОВ. Стрелки схематично описывают поле скоростей, участвующих в горении газов. Горение осуществляется за счет

самовозбуждения конвективного бокового обдува пожара воздухом.

Движущей силой бокового обдува является Архимедова сила по
ема горячей струи газов и вызываемые ею градиенты давления в пр
граничных слоях атмосферы. В области A осуществляется подвод
лодного воздуха с исходной концентрацией кислорода. В области D в
дух нагревается, а в области C происходит окисление кислородом па
БОВ и продуктов их разложения и, таким образом, протекает собстве
но процесс горения.

Кислород из воздуха здесь может выгорать частично или полность
Главным образом это определяется стехиометричностью локально пр
текающих реакций окисления соответствующих компонентов горюч
смеси. В результате происходит формирование горячей газовой стру
обогащенной продуктами сгорания и парами БОВ. При некоторых р
жимах сгорания БОВ в центре области D возможно появление облас
B, где горения не происходит из-за недостатка окислителя. Выпше пла
ни на значительные высоты простирается область E, в которой горяч
струя, состоящая из смеси несгоревших фракций воздуха с продукта
ми сгорания и парами БОВ, неуклонно расширяется, формируя обла
из экологически вредных веществ. Газы, граничащие с линиями GG
постепенно охлаждаясь из-за бокового обдува и эффектов теплопр
водности, частично выносятся обратно в область A.

Из представленной модели видно, что крупномасштабный пожа
всегда способен привести к перемешиванию значительного по толщин
приземного слоя атмосферы с вредными продуктами сгорания и парам
БОВ. Верхняя граница горячей струи может подниматься на больш
высоты вплоть до уровня облачности (область O), создавая благопри
ятные условия для разноса и осаждения ядовитых веществ на значи
тельные территории.

Искомыми величинами при прогнозировании являются поля концен
траций участвующих в горении газов, паров БОВ и продуктов сгорания
поля распределения температур и скоростей этих веществ в областях A-
E и размеры областей возможного химического заражения местности.

Исходными уравнениями модели являются общие уравнения дв
жения и непрерывности механики жидкости и газа при включении
них в качестве источников и стоков слагаемых, описывающих кинетик
физико-химических процессов горения. Модель может достаточно пр
сто учитывать многоступенчатые химические реакции, включая пр
цессы разложения БОВ на составляющие и последующее их окисление

Алгоритм построения ряда преемственных математических моделей
пожаров кратко сводится к следующему. Для поиска решения исходной

истемы уравнений с использованием метода разделения переменных
троится специальная теория возмущений, особенность которой состоит
сохранении типа нелинейности исходных уравнений на каждом эта-
е вычислений. Уравнения газодинамики не линеанизируются, как это
елается в обычных теориях возмущений и, следовательно, в каждом
риближении построенной таким образом теории возмущений удает-
я сохранить все качественные особенности процесса горения. Решение
троится в виде бесконечного функционального ряда, обрыв которого
а каком-либо слагаемом дает определенную математическую модель
ожара. Увеличивая количество слагаемых в этом ряду, можно полу-
ить математическую модель более высокого уровня. Естественно, что
на уже более подробно описывает исследуемое явление, чем предше-
вующая ей модель. При продолжении этого процесса далее, возникает
есконечный ряд преемственных математических моделей пожара лю-
ой сложности.

Отметим, что поскольку на каждом шаге процедуры использует-
я единая физическая модель и не нарушается нелинейность исходной
истемы уравнений, все математические модели полученного ряда бу-
дут качественно сходно описывать процесс горения. Расхождения воз-
можны лишь в количественном отношении. Начиная с какого-то номера
модели, количественные изменения искомых параметров прогнозирова-
ия перестанут существенно изменяться. В этом случае вычислитель-
ую процедуру можно прекратить. Важно, что в прелагаемой процеду-
е каждую из моделей можно анализировать независимо от остальных.
В результате оказывается возможным организовать процесс параллель-
ных вычислений по любой конечной совокупности моделей этого ряда.
Это позволяет в любой момент времени всегда иметь некоторый при-
ближенный прогноз, который с течением времени будет быстро уточ-
няться по мере получения все более детальной информации от анализа
последующих моделей.

Выводы

Для повышения качества прогнозирования экологических послед-
ствий крупномасштабных пожаров на территориях хранения и утили-
зации БОВ возможно использование ряда преемственных математиче-
ских моделей горения значительных по размерам разливов БОВ в усло-
виях конвективного тепло- и массопереноса при самовозбуждающемся
боковом обдуве воздухом. В этом случае может быть обеспечена высо-
кая эффективность и быстрота процесса получения прогноза.

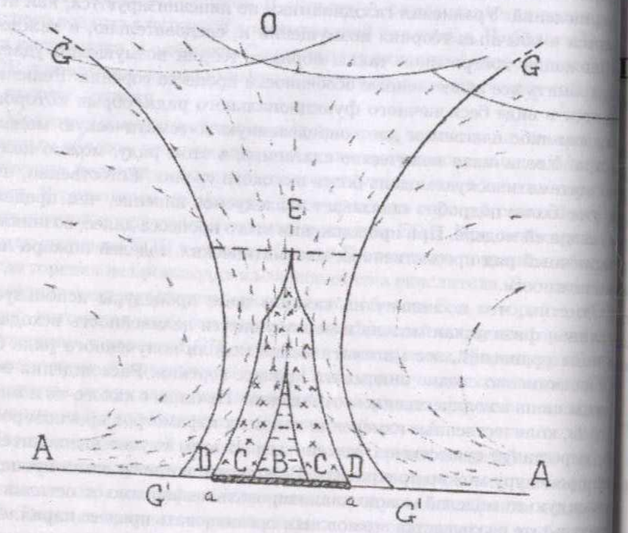


Рис. 1. Условное изображение структуры пожара на значительном по размерам участке пролива БОВ в условиях конвективного тепло- и мас сопереноса при самовозбуждающемся боковом обдуве воздухом. [a-a] – участок пролива, GG′ – границы горячей струи продуктов горения и па ров БОВ, A – области бокового обдува холодным воздухом с исходной концентрацией кислорода (поля скоростей воздушных потоков указа ны стрелками), B – возможная область отсутствия горения из-за недо статка окислителя, C – область формирования горячей струи (област пламени), D – область подогрева воздуха бокового обдува, E – област формирования облаков ядовитых веществ, O – нижний край естествен ной облачности.

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОСЛЕДСТВИЙ ПОЖАРА НА ОБЪЕКТЕ ПО УНИЧТОЖЕНИЮ ХИМИЧЕСКОГО ОРУЖИЯ В г. КАМБАРКА *

А.В. Аксаков
Институт исследования природных и техногенных катастроф УдГУ
E-mail: aalex@wing.udsu.ru

В представленной работе рассматриваются результаты вычислительных экспериментов по распространению примеси в атмосфере при пожаре на объекте по уничтожению химического оружия в г. Камбарка. Результатом работы являются поля ингаляционных токсонагрузок рассчитанные на три часа от начала пожара. Поля скоростей газа и турбулентной структуры течения получались решением нестационарных уравнений Рейнольдса для сжимаемого теплопроводного газа. Для замыкания уравнений использовалась двухпараметрическая модель турбулентности. Перенос примеси моделировался методом случайных блужданий.

Введение

Большое количество тепла, выброшенное в атмосферу мгновенно (в результате взрыва), или в течение некоторого времени (при горении), вызывает возникновение атмосферной конвекции – упорядоченного движения воздуха по вертикали. Причина этого – архимедова сила, действующая на нагретый объем воздуха, который имеет меньшую по сравнению с окружающей его средой плотность. Конвекция приводит к тому, что выброшенная в атмосферу вместе с теплом загрязняющая примесь оказывается быстро поднятой вверх. Это сказывается,

*Работа выполнена при частичной финансовой поддержке научной программы «Университеты России» (грант УР.03.01.029) и МНТЦ (грант 2065).

очевидно, на характере последующего турбулентного рассеяния при
си. Высота подъёма примеси зависит от мощности источника тепла
состояния атмосферы. В работе рассматривается рассеяние примеси
струе нагретого газа, вызванной приземным источником тепла (пож
ром).

В работе не рассматривается моделирование горения люизита с п
верхности. Тепловой поток и количество выбрасываемого в результа
пожара вещества считается заданным. При моделировании переноса
атмосфере не учитывались эффекты, ответственные за сток приме
и обусловленные сухим и влажным осаждением, химическими реакц
ями. Также постулируется, что в результате горения образуется хл
ристый мышьяк, который и представляет основную токсическую опа
ность.

Основной акцент в работе делается на процессы первоначальног
подъёма примеси в струе с последующим рассеянием её в атмосфер
Т.к. полный расчёт подъёма струи методами газовой динамики на ра
стояния порядка двадцати километров от источника является весьм
ресурсоёмкой задачей, весь вычислительный процесс был разбит на д
этапа:

- моделирование подъёма методами газовой динамики в приближ
нии вязкого сжимаемого теплопроводного газа;
- моделирование переноса примеси в стационарном, горизонталь
однородном и изотропном пограничном слое атмосферы.

Для решения уравнения диффузии примеси в обоих случаях исполь
ется метод случайных блужданий.

1. Физико-химические и токсикологические данны

Пожар моделировался приповерхностным источником тепла площ
дью 336 м^2. Параметры источника пожара [1]:

- общее тепловыделение источника пожара Q = 170 мВт;
- общая масса хлорида мышьяка M $[AsCl_3] = 56000$ кг;
- общее время горения t = 3600 с;
- токсонагрузка для $AsCl_3$ $\mathrm{LC}_{t_{50}} = 4500$ (мг мин)/м^3.

Всё время горения скорость выделения тепла и хлористого мышья
считается неизменной.

2. Подъём струи

На данном этапе происходит быстрое поднятие токсичной примеси потоком нагретого газа. Для описания поля скоростей газа и турбулентной структуры течения использовались законы сохранения массы, импульса и энергии в дифференциальной форме, учитывающие нестационарный характер моделируемых процессов. В качестве исходной была выбрана полная система нестационарных уравнений Рейнольдса для сжимаемого теплопроводного газа. Уравнения записаны в предположении, что коэффициент турбулентной диффузии численно равен коэффициенту кинематической вязкости среды. В уравнения также включены силы, действующие на газ со стороны пассивной примеси. Пассивная примесь имеет только вертикальную компоненту скорости относительно среды – w_l, обусловленную гравитационным оседанием. Система уравнений имеет вид:

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \nabla(\rho\vec{v}) = 0,$$

$$\frac{\partial C_l}{\partial t} + \nabla\left(C_l(\vec{v} - \vec{w}_l)\right) = \nabla\left(\eta_{эфф}/\rho\nabla C_l\right) + Q_l,$$

$$\frac{\partial(\rho\vec{v})}{\partial t} + \nabla(\rho\vec{v}\vec{v}) + \nabla p = \rho\vec{g} + \nabla\hat{\sigma} + \vec{F} - \rho f\left[\vec{n}_f \times \vec{v}\right],$$

$$\frac{\partial(\rho E)}{\partial t} + \nabla(\rho E + p)\vec{v} = \rho\vec{g}\vec{v} + \nabla\left(\gamma\eta_{эфф}\nabla J + \hat{\sigma}\vec{v}\right) + \vec{F}\vec{v}, \qquad (1)$$

где C_l – концентрация компоненты примеси, $\rho_p = \sum C_l$ – общая плотность примеси, $\sigma_{ij} = \eta_{эфф}\left(\frac{\partial v_i}{\partial x_j} + \frac{\partial v_j}{\partial x_i}\right) - \frac{2}{3}\eta_{эфф}\nabla\vec{v}\delta_{ij}$ – тензор вязких напряжений, $\vec{F} = -\rho_p\frac{\partial\vec{v}}{\partial t} + \rho_p\vec{g} - \rho_p f\left[\vec{n}_f \times \vec{v}\right]$ – объёмные силы, $\rho E = \rho J + (\rho + \rho_p)\left(\frac{\vec{v}\vec{v}}{2} - \vec{g}\vec{r}\right)$ – удельная полная энергия системы, $J = J(p, \rho) = c_v T$ – удельная внутренняя энергия системы.

Турбулентные характеристики течения рассчитывались с помощью $K - \mathcal{E}$ модели турбулентности. Сущность $K - \mathcal{E}$ — модели состоит в добавлении к исходной системе соответствующих уравнений для кинетической энергии турбулентности K и скорости её диссипации $\mathcal{E}$. Запишем эти соотношения [2] в следующем виде:

$$\frac{\partial(\rho K)}{\partial t} + \nabla(\rho K\vec{v}) = \nabla\left(\frac{\eta_{эфф}}{\sigma_\kappa}\nabla K\right) + D - \rho\mathcal{E},$$

$$\frac{\partial(\rho\mathcal{E})}{\partial t} + \nabla(\rho\mathcal{E}\vec{v}) = \nabla\left(\frac{\eta_{эфф}}{\sigma_\varepsilon}\nabla\mathcal{E}\right) + \frac{\mathcal{E}}{K}\left(c_1 D - c_2\rho\mathcal{E}\right),$$

$$\tau_{i,j} = \eta_{эфф}\left(\frac{\partial v_i}{\partial x_j} + \frac{\partial v_j}{\partial x_i}\right) - \frac{2}{3}\left(\rho K + \eta_{эфф}\nabla\vec{v}\right)\delta_{i,j},$$

$$D = \left(\frac{\partial v_i}{\partial x_j}\right)\tau_{i,j}, \quad \eta_{эфф} = c_\mu \rho \frac{K^2}{\mathcal{E}},$$

где D — член, характеризующий производство турбулентной энергии. При численном решении эмпирические константы $K-\mathcal{E}$ модели имеют такие значения [2]: $c_\mu = 0,09$; $c_1 = 1,45$; $c_2 = 1,9$; $\sigma_\kappa = 1$; $\sigma_\varepsilon = 1,3$.

Для интегрирования по времени уравнений газовой динамики и турбулентности был выбран метод крупных частиц [2].

Перенос примеси в среде моделировался лагранжевыми частицами – методом случайных блужданий на основе стохастических дифференциальных уравнений Ито [3]. Основная идея метода заключается в представлении облака загрязнителя как совокупности точечных частиц. Каждой такой частице ставится в соответствие некоторая масса загрязнителя и его физические свойства (например скорость гравитационного осаждения примеси). Компоненты вектора смещения отдельной лагранжевой частицы на n-ом шаге по времени:

$$x_i^{n+1} = x_i^n + \left\{ v_i\left(\vec{x}^n, t^n\right) + \frac{\partial \nu_{эфф}\left(\vec{x}^n, t^n\right)}{\partial x_i} \right\} dt + \xi_i \sqrt{2 \cdot \nu_{эфф}\left(\vec{x}^n, t^n\right) \cdot dt},$$

где dt — шаг по времени, $\nu_{эфф}$ — кинематическая турбулентная вязкость, ξ_i — случайная нормально распределённая величина с единичной дисперсией и нулевым мат. ожиданием. С учётом гравитационного оседания примеси для компонент смещения частицы за время dt можно записать:

$$\begin{aligned} d\{x,y\} &= v_{\{x,y\}}dt + \frac{\partial \nu_{эфф}}{\partial\{x,y\}}dt + \left(2\nu_{эфф}dt\right)^{1/2}\xi_{\{x,y\}}, \\ dz &= \left(v_z - w_l\right)dt + \frac{\partial \nu_{эфф}}{\partial z}dt + \left(2\nu_{эфф}dt\right)^{1/2}\xi_z. \end{aligned}$$

3. Атмосферный перенос

Интегрирование полных нестационарных уравнений газовой динамики является ресурсозатратной задачей. Для уменьшения полного времени расчёта были введено предположение, что на расстоянии трёх километров от источника примеси неоднородностью потока по плотности и скорости газа можно пренебречь. В этом приближении мы рассматриваем рассеяние примеси в статистически стационарном и горизонтально однородном и изотропном пограничном слое атмосферы.

Профили атмосферных параметров восстанавливаются по модели изложенной в [4, 5]. В таком случае уравнения диффузии примеси для метода случайных блужданий мы можем записать:

$$\begin{aligned} dz &= -w_d dt + \frac{\partial K_z}{\partial z}dt + \left(2K_z dt\right)^{1/2}\xi_z, \\ a_{\{x,y\}}(t) &= x_{\{x,y\}}(t_0) + \int_{t_0}^{t} v_{\{x,y\}}(z(s))ds, \\ \sigma^2_{\{x,y\}}(t) &= u_{10}d_l t^{8/3} + \int_{t_0}^{t} 2K_{\{x,y\}}(z(s))ds, \\ \omega(x,y,t) &= \frac{1}{2\pi\sigma_x(t)\sigma_y(t)}\exp\left[-\frac{(x(t)-a_x(t))^2}{2\sigma_x^2(t)} - \frac{(y(t)-a_y(t))^2}{2\sigma_y^2(t)}\right], \end{aligned} \tag{5}$$

где $K_{\{x,y,z\}}$ — коэффициент турбулентной диффузии, u_{10} — модуль скорости ветра на высоте десяти метров, $u_{10}d_l t^{8/3}$ — член отвечающий за среднемасштабную турбулентность, построенный и откалиброванный по экспериментальным данным [6, 7, 8]. Вычисление концентраций и токсонагрузок в приземном слое толщиной l_z.

$$\begin{aligned} C(x,y,t) &= \frac{1}{l_z}\sum_n m_n Q\left(l_z - z_n(t)\right) Q\left(z_n(t)\right) w_n(x,y,t), \\ D(x,y,t) &= \int_{-\infty}^{t} C(x,y,s)ds, \qquad Q(x) = \begin{cases} 0, & x<0, \\ 1, & x \geq 0, \end{cases} \end{aligned} \tag{6}$$

где m_n — масса n-ой частицы, $C(x,y,t)$ — концентрация, $D(x,y,t)$ — токсонагрузка.

4. Результаты моделирования

Результаты расчётов распространения люизита при пожаре приведены на нижеследующих рисунках для наиболее характерных метеорологических условий. На рис. 1 – 4 показана динамика накопления ингаляционных токсонагрузок в зависимости от расстояния до эпицентра аварии по направлению ветра. На рис. 5 – 8 показано распределение ингаляционных токсонагрузок в приповерхностном слое атмосферы через три часа после начала пожара.

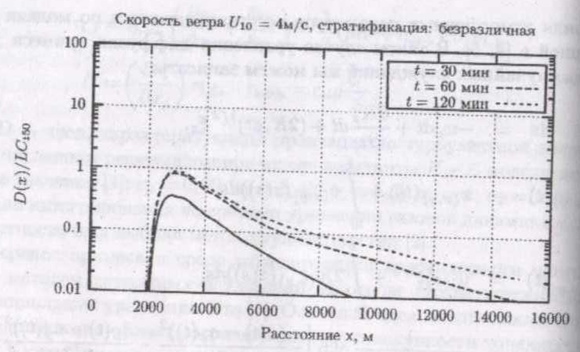


Рис. 1. Динамика накопления ингаляционных токсонагрузок в зав симости от расстояния до эпицентра аварии (умеренный ветер, безраз личная стратификация).

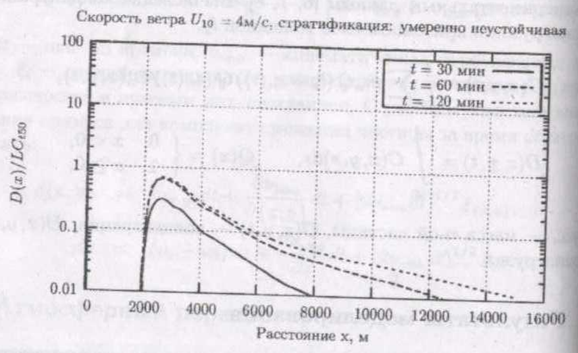


Рис. 2. Динамика накопления ингаляционных токсонагрузок в зав симости от расстояния до эпицентра аварии (умеренный ветер, слаб конвекция).

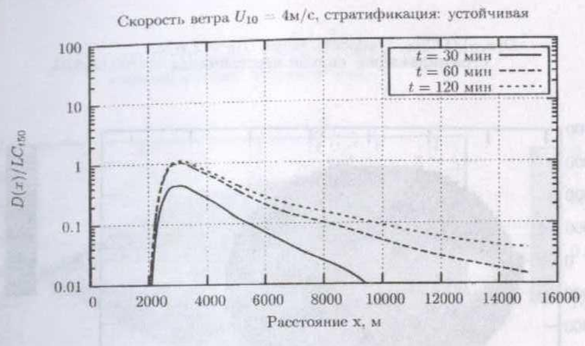


Рис. 3. Динамика накопления ингаляционных токсонагрузок в зависимости от расстояния до эпицентра аварии (умеренный ветер, изотермия).

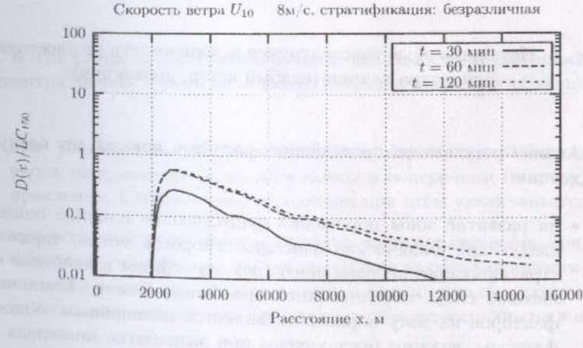
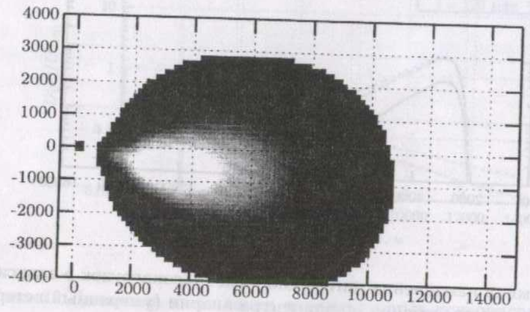


Рис. 4. Динамика накопления ингаляционных токсонагрузок в зависимости от расстояния до эпицентра аварии (сильный ветер, безразличная стратификация).

$D(x,y)/LC_{t50}$. Скорость ветра $U_{10} = 2$ м/с,
стратификация: сильно неустойчивая



Расстояние x, м

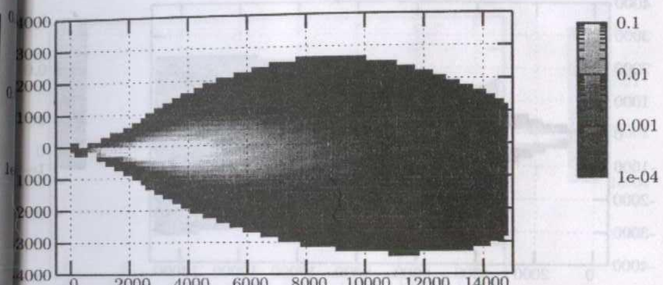
Рис. 5. Ингаляционные токсонагрузки в зависимости от расстояния
эпицентра аварии (слабый ветер, конвекция).

Анализ результатов проведённых расчётов показывает следую
тенденции:

- на развитие зоны поражения существенное влияние оказыв
следующие физические факторы: скорость ветра, термичес
стратификация пограничного слоя атмосферы и действие ко
лисовой силы, обусловленной вращением Земли. Влияние э
факторов на зону поражения является нелинейным. Указан
факторы, должны быть учтены при разработке защитных и
куационных мер в случае возникновения аварийной ситуации;

- при расчётах зоны поражения чётко прослеживается два ма
мума ингаляционной токсонагрузки. Первый максимум находи
непосредственно вблизи эпицентра пожара, второй на расстоя
от одного до трёх километров от него;

$D(x,y)/LC_{t50}$. Скорость ветра $U_{10} = 4$ м/с,
стратификация: безразличная.



Расстояние x,м

ис. 6. Ингаляционные токсонагрузки в зависимости от расстояния до
эпицентра аварии (умеренный ветер, безразличная стратификация).

- при усилении ветра вторичная зона поражения вытягивается вдоль направления ветра и сужается в поперечном (к ветру) направлении. Глубина зоны поражения при этом увеличивается;

- при усилении устойчивости, глубина зоны поражения на средних и больших скоростях ветра увеличивается за счёт накопления примеси под инверсией. Величины ингаляционных токсонагрузок тем больше, чем меньше интенсивность турбулентного обмена в атмосфере;

- на малых скоростях ветра при горении приземные концентрации наблюдаются только при неустойчивой стратификации атмосферы;

- при сильной устойчивости, зона поражения деформируется и изгибается вправо (относительно направления приземного ветра) из-за

$D(x,y)/LC_{t50}$. Скорость ветра $U_{10} = 6$ м/с,
стратификация: безразличная.

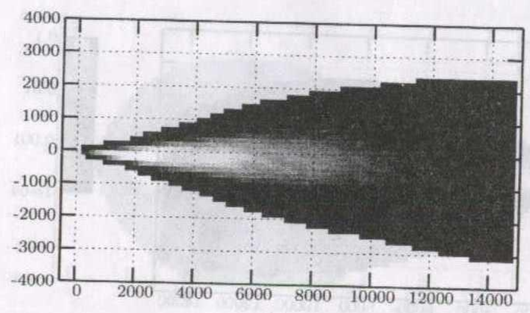


Рис. 7. Ингаляционные токсонагрузки в зависимости от расстояния
эпицентра аварии (сильный ветер, безразличная стратификация

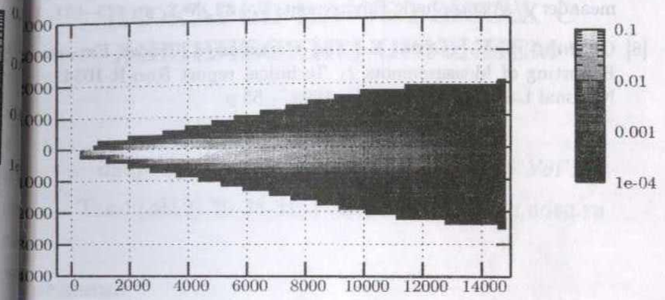
наличия вертикального градиента направления ветра, обуслов
ного действием кориолисовой силы.

Таким образом, в случае пожара крайне вероятно, что для насе
ных пунктов наиболее опасными метеорологическими условиями я
ются высокие скорости ветра в сочетании с устойчивой стратифика
атмосферы. Причём, из-за наличия вторичной зоны поражения, на
лее опасным для населённого пункта является расстояние порядка
километров от объекта.

Список литературы

[1] Оценка риска, связанного с объектами хранения химического
жия на территории Удмуртской Республики./ Под ред. Колод
В.М. – Ижевск, изд-во УдГУ, 1996. – 218 с.

$D(x,y)/LC_{t50}$. Скорость ветра $U_{10} = 8$ м/с,
стратификация: безразличная.



ис. 8. Ингаляционные токсонагрузки в зависимости от расстояния до
эпицентра аварии (сильный ветер, безразличная стратификация).

[2] Белоцерковский. О.М. Численное моделирование в механике
сплошных сред. М: Наука, 1984.

[3] Кузнецов. Д.Ф. Численное моделирование стохастических диф
ференциальных уравнений и стохастических интегралов. Санкт-
Петербург: Наука, 1999.

[4] Колодкин В.М., Мурин А.В., Петров А.К., Горский В.Г. Ко
личественная оценка риска химических аварий. /Под ред. В. М. Ко
лодкина. – Ижевск: Изд-во Удм. Ун-та, 2001. – 218 с.

[5] Мурин А.В. Математическое моделирование на параллельных си
стемах последствий химических аварий. – Автореф. дисс. на соис
кание уч. ст. канд. физ.-мат. наук. – Ижевск, 2002. – 24 с.

[6] GIFFORD F.A. Horizontal diffusion in the atmosphere: A lagra dynamical theory // Atmospheric Enviroment, Vol 16, № 3, pp 50 1982.

[7] MARYON R.H. Determining cross-wind variance for low frequency meander // Atmospheric Enviroment, Vol 32, № 2, pp 115–121,

[8] GRYNING S.-E., LYCK E. The Copenhagen Tracer Experi Reporting of Measurements // Technical report Riso-R-1054. – National Laboratory, Roskilde, 1998. – 55 p.

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПОСЛЕДСТВИЙ ПОЖАРОВ НА ОБЪЕКТАХ С ХИМИЧЕСКИМ ОРУЖИЕМ *

В.С.Княжин
Институт исследования природных и техногенных катастроф УдГУ
Тел.: (3412) 75-38-31; E-mail: mild1@wing.udsu.ru

Введение

Одной из возможных причин возникновения аварии на объектах с хим. оружием является пожар. При пожаре происходит нагрев боеприпасов и емкостей с боевыми отравляющими веществами в результате чего может произойти их разгерметизация и выброс содержимого наружу [1]. При высоких температурах возможно протекание разнообразных процессов разложения и горения отравляющих веществ. В составе программно-аппаратного комплекса прогнозирующего последствия аварий на объектах по хранению хим. оружия необходим программный модуль, моделирующий развитие пожара и протекание вышеперечисленных процессов. Основной целью создания модуля является прогнозирование скорости выброса отравляющих веществ и продуктов их распада, обладающих токсичностью, из охваченного пожаром помещения, вычисление общего количества опасных химических соединений выбрасываемых в атмосферу за время пожара.

Возникновение и развитие пожара является нестационарным процессом, скорость перемещения газообразной среды может меняться в очень широких пределах, возможно возникновение ударных волн, например, при взрывах смесей горючих газов с воздухом. С учетом нынешнего уровня развития вычислительной техники для моделирования таких явлений желательно использовать нестационарный метод сквозного счета.

*Работа выполнена при частичной финансовой поддержке научной программы «Университеты России» (грант УР.03.01.029) и МНТЦ (грант 2065).

Одним из таких методов является метод крупных частиц [2]. Для д
стижения поставленных целей стандартная газодинамическая моде
метода должна быть дополнена соответствующими задаче способа
постановки граничных условий и моделью химических взаимодейств

1. Метод крупных частиц

Метод использует концепцию непрерывного распределения массы
пространстве. Вся расчетная область покрывается сеткой ячеек. В пр
делах каждой ячейки термодинамические и газодинамические параме
ры (скорость, плотность, энергия и тд.) газа считаются постоянным
Система уравнений Эйлера, записанная в интегральном виде расще
ляется по происходящим физическим процессам на три этапа:

1. Вычисляется ускорение каждой ячейки по разности давлений
окружающих ячейках. При этом пренебрегается всеми явлениям
связанными с перемещением массы;

2. Вычисляются потоки масс через границы ячеек и работы, котор
связаны с потоками масс;

3. Вычисляются параметры характеризующие ячейки в новый м
мент времени с использованием законов сохранения массы, энер
гии и импульса для каждой ячейки.

Метод крупных частиц имеет множество реализаций на уровне разност
ных схем. Ниже кратко описывается выбранная реализация.

При расчете используется трехмерная декартова сетка. На первом
этапе вычисляются промежуточные скорости $\tilde{\mathbf{v}}^n_{i,j,k}$ в ячейках:

$$\tilde{v}^n_{i,j,k,x} = v^n_{i,j,k,x} + \frac{\left(p^n_{i-\frac{1}{2},j,k} - p^n_{i+\frac{1}{2},j,k}\right)\Delta t}{\Delta x \rho^n_{i,j,k}}. \quad (1$$

Давления с полуцелыми индексами вычисляются по формулам первого
порядка точности:

$$p^n_{i\pm\frac{1}{2},j,k} = \frac{p^n_{i,j,k} + p^n_{i\pm1,j,k}}{2}, \quad (2$$

символом $\rho^n_{i,j,k}$ обозначена плотность в соответствующей ячейке на n-
шаге по времени.

На следующем этапе вычисляются потоки массы $\Delta M^n_{i+\frac{1}{2},j,k}$ через
границы ячеек и работы, совершаемые при этом. Потоки массы вычис-
ляются по формулам:

$$\Delta M^n_{i+\frac{1}{2},j,k} = \Delta t \Delta y \Delta z \left\langle \rho^n_{i+\frac{1}{2},j,k} \right\rangle \tilde{v}^n_{i+\frac{1}{2},j,k,x} \quad (3)$$

Скорости $\tilde{v}^n_{i+\frac{1}{2},j,k,x}$ вычисляются, как и давления по формулам первого
порядка точности, имеющим такой же вид, как и формула (2) Величины
$\left\langle \rho^n_{i+\frac{1}{2},j,k} \right\rangle$ определяются следующим образом:

$$\left\langle \rho^n_{i+\frac{1}{2},j,k} \right\rangle = \begin{cases} \rho^n_{i,j,k}, & \tilde{v}^n_{i,j,k,x} + \tilde{v}^n_{i+1,j,k,x} > 0 \\ \rho^n_{i+1,j,k}, & \tilde{v}^n_{i,j,k,x} + \tilde{v}^n_{i+1,j,k,x} \le 0 \end{cases} \quad (4)$$

Далее на границах всех ячеек вычисляются работы по формулам:

$$\Delta A^n_{i+\frac{1}{2},j,k} = \tilde{v}^n_{i+\frac{1}{2},j,k,x} p^n_{i+\frac{1}{2},j,k} \Delta t \Delta y \Delta z \quad (5)$$

Затем для всех ячеек вычисляются новые массы и промежуточные зна-
чения энергии. Нижними индексами i, j, k обозначены номера ячеек по
осям X, Y, Z – соответственно, причем полуцелые значения индекса, та-
кие как $i + \frac{1}{2}$ соответствуют границам ячейки. Верхний индекс n обо-
значает номер шага по времени. Величинами $\Delta x, \Delta y, \Delta z$ обозначен шаг
сетки по соответствующим осям, Δt - шаг по времени. Для обеспечения
устойчивого счета необходимо, чтобы для каждой ячейки выполнялось
следующее неравенство:

$$\frac{\min(\Delta x, \Delta y, \Delta z)}{c\Delta t} > 1 \quad (6)$$

Здесь c – скорость звука в ячейке. При помощи этого неравенства Δt
вычисляется на каждом шаге по времени. На последнем этапе, исполь-
зуя уже вычисленные значения масс перенесенных через границы, вы-
числяются новые значения импульсов и энергий ячеек, с учетом то-
го, что масса, перетекающая из ячейки в ячейку, переносит с собой
и часть импульса и энергии, имевшихся у ячейки, откуда происходит
перенос. Для замыкания системы уравнений используется уравнение
Менделеева-Клапейрона.

Одним из известных преимуществ метода является наличие схемной
вязкости, которая во многих случаях оказывается хорошей заменой ре-
альной турбулентной вязкости.

2. Граничные условия

На границах расчетной области ставятся граничные условия след ющих типов:

1. Граничные ячейки соответствующие твердым границам: нормаль ная к поверхности границы компонента скорости равна по модул и противоположна по знаку этой же компоненте в соответству щей приграничной ячейке, давление равно давлению в соотве ствующей приграничной ячейке;
2. Граничные ячейки соответствующие открытым границам: давл ние равно атмосферному, скорость задается равной скорости прилегающей приграничной ячейке;
3. Граничные ячейки, характеризующиеся значительной шерша стью, наличием больших неровностей: производится параметри зация влияния этих факторов на скорость газа в приграничны ячейках (та или иная степень торможения);
4. Граничные ячейки соответствующие горючим поверхностям: со поставляются некоторые значения теплоемкости, коэффициент теплопередачи, запаса горючего материала и кинетическое ура нение реакции горения, после начала горения будет происходи массообмен с соответствующей приграничной ячейкой;
5. Граничные ячейки соответствующие контейнерам с хим. оруж ем: сопоставляются некоторые значения теплоемкости, коэфф циента теплопередачи, температура разгерметизации контейне кинетическое уравнение реакции разложения отравляющего ве щества при нагревании внутри емкости и уравнение, дающее ско рость утечки содержимого после разгерметизации.

3. Модель химических взаимодействий

В составе газовой смеси на охваченном огнем хранилище хим. ору жия имеется большое количество компонентов, между которыми во можно протекание огромного количества химических реакций, кром того, происходит горение твердых материалов. Из этого многообраз необходимо выделить основные компоненты и наиболее важные реа ции – вносящие значительные изменения в химический состав смес приводящие к выделению большого количества теплоты. Компонентам

меси в модели являются: кислород, инертная часть воздуха, отравля- щее вещество, продукты термического разложения отравляющего ве- щества, продукты горения отравляющего вещества, продукты горения твердых горючих материалов, продукты горения продуктов разложе- ия отравляющего вещества. В качестве основных реакций выделены: орение отравляющего вещества, термическое разложение отравляюще- вещества, горение продуктов разложения отравляющего вещества, рение твердых горючих материалов. Для всех реакций скорость их протекания дается соответствующими кинетическими уравнениями.

Программная реализация и тестирование модуля

На момент написания статьи написана и частично протестирована зодинамическая часть программы. Программирование осуществля- сь в среде Matlab. В ходе тестирования разностная схема проверялась а предмет устойчивости при моделировании течений воздуха в сосуде, меющем форму прямоугольного параллелепипеда имеющего неболь- ое круглое отверстие в одном из торцов, отверстие располагалось точ- о в середине торца сетка бралась равномерной, с шагом по всем трем ям равным 1 мм. Первоначально размер сетки был: $30 \times 30 \times 45$, од- ако оказалось, что при симметричном (в соответствии с симметрией осуда) задании начальных и граничных условий, поля всех расчет- ых величин на любом шаге по времени оказываются симметричными тносительно отражений на двух взаимно перпендикулярных плоско- тях, перпендикулярных боковым сторонам сосуда и пересекающимся о прямой совпадающей с осью симметрии сосуда. В связи с этим было принято решение брать для таких задач лишь одну четверть от перво- начальной сетки, на вновь образовавшихся границах ставились условия непротекания, такие же, как и на других твердых границах.

Численная схема показала свою устойчивость во всем исследован- ом диапазоне значений скоростей течения (вплоть до 300 м/с). Кроме ого, схема была проверена на задаче по выдвижению поршня с посто- нной скоростью из сосуда, эта задача имеет аналитическое решение для идеальной сжимаемой жидкости [3]. Для решения задачи бралась етка размером $8 \times 8 \times 45$, на боковых границах расчетной области ста- вились условия непротекания. На торце соответствующем начальному оложению поршня на каждом шаге по времени задавалась скорость ис- течения газа равная скорости поршня, давление в граничных ячейках задавалось равным давлению в соответствующих приграничных ячей- ках. Такой способ задания граничных условий вполне допустим, тк. в

соответствии с аналитическим решением, сразу после начала движен
поршня, газ, находящийся в непосредственной близости от него пр
обретает скорость поршня, давление понижается до некоторого фикс
рованного значения и не меняется пока скорость поршня остается п
стоянной. С течением времени область пониженного давления и уст
новившейся скорости лишь расширяется в сторону противоположну
поршню.

В прекрасном согласии с тем, что задача является одномерной,
было обнаружено никаких неоднородностей полей термодинамическ
и газодинамических параметров в плоскостях перпендикулярных ск
рости поршня. Скорость поршня бралась равной 2, 20 и 200 м/с,
всех случаях отклонение величины $\frac{\rho_0-\rho_1}{\rho_0}$ от теоретического значен
не превышало 1.5%, здесь ρ_0 – плотность невозмущенного газа, ρ_1
установившаяся плотность возле поршня.

В ближайшие месяцы имеющаяся численная газодинамическая с
ма будет дополнена подсистемой химических взаимодействий и описа
ными выше дополнительными видами граничных условий.

Список литературы

[1] Колодкин В.М., Мурин А.В., Петров А.К., Горский В.Г. К
личественная оценка риска химических аварий /Под ред. Колодк
на В.М. – Ижевск: Издательский дом «Удмуртский университет
2001. – 228с.

[2] Белоцерковский О.М., Давыдов Ю.М. Метод крупных част
в газовой динамике. – М.: Наука. 1982. – 392 с.

[3] Самарский А.А., Попов Ю.П. Разностные методы решения з
дач газовой динамики. – М.: Наука. 1980. – 352 с.

К ПРОБЛЕМЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ СКОРОСТИ ДИФФУЗИОННОГО РАСПРОСТРАНЕНИЯ ОТРАВЛЯЮЩЕГО ВЕЩЕСТВА В ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЕ ПРИ АВАРИЯХ И КАТАСТРОФАХ*

Л.С.Васильев, И.Л.Ломаев

Институт исследования природных и техногенных катастроф УдГУ

Тел.: (3412) 75-38-31, E-mail: lvas@uni.udm.ru

Введение

При хранении или утилизации химического оружия не исключены аварийные ситуации, при которых значительные количества отравляющих веществ (ОВ) могут быть выброшены в окружающую среду. В таких случаях необходимо иметь прогноз масштабов заражения местности, максимально полно учитывающий различные механизмы распространения ОВ в почвах, водоемах и атмосфере. Одним из наиболее эффективных способов переноса ОВ в конденсированных средах является диффузия. Этот процесс имеет очень высокую скорость в области малых концентраций примесей переносимого вещества. Поэтому задача оценки скорости диффузионного переноса ОВ является актуальной.

1. Проблема высоких скоростей диффузионного распространения малых концентраций примеси

Известно, что уравнения диффузии допускают решения, имеющие неограниченную скорость распространения. Наиболее часто такие ре-

*Работа выполнена при частичной финансовой поддержке научной программы «Университеты России» (грант УР.03.01.029) и МНТЦ (грант 2065).

шения относятся к процессам распространения достаточно малых ко
центраций примесей. В случае ОВ-примесей даже очень малые их ко
центрации часто считаются опасными. Поэтому в первую очередь с
дует изучить причины такого поведения решений уравнения диффузи

Рассмотрим дифференциальное уравнение переноса молекул при
си в какой-либо среде

$$\frac{\partial c}{\partial t} = -div\,\vec{j} + I,$$

где $c = N/V$ – концентрация молекул примеси, $\vec{j}$ – плотность ди
фузионного потока, I – объемная плотность источников примеси. О
выражает собой закон сохранения числа частиц. Если добавить к (
закон Фика, связывающий плотность потока частиц с градиентом ко
центрации

$$\vec{j} = -D\nabla c(\vec{r},t),$$

получим замкнутую систему уравнений, из которой следует классич
ское уравнение диффузии

$$\frac{\partial c}{\partial t} = div(D\cdot\nabla c) + I. \qquad (3$$

Прямое исследование решений (3) показывает, что распространение в
щества на малых концентрациях неограниченной скоростью являет
принципиальным свойством этого уравнения в силу его параболичес
го характера. Сказанное можно проиллюстрировать следующим прим
ром. Для простоты рассмотрим одномерную задачу диффузии на пол
бесконечной прямой с граничным условием первого рода

$$\frac{\partial c}{\partial t} = D\,\frac{\partial^2 c}{\partial x^2},$$

$$x \in [0,\infty) \quad \text{и} \quad c(0,t) = c_0.$$

Решение в этом случае является функция

$$c(x,t) = c_0 \cdot \mathrm{erfc}\left(\frac{x}{2\sqrt{Dt}}\right).$$

Зафиксируем в пространстве в момент времени t поверхность од
наковой концентрации

$$c(\vec{r},t) = Const,$$

момент времени $t+dt$ она займет другое положение, а точка $\vec{r}$ перей
ет в точку с радиус-вектором $\vec{r}+\vec{dr}$. Тогда

$$c(\vec{r},t) = c(\vec{r}+\vec{dr},t+dt) = Const. \qquad (7)$$

Раскладывая вторую часть равенства в ряд по степеням $\vec{dr}$ и dt, полу
чим

$$\frac{\partial c}{\partial t}dt + \nabla c\cdot\vec{dr} = 0. \qquad (8)$$

Откуда

$$\frac{\partial c}{\partial t}dt = -|\nabla c|\cdot\frac{dr_n}{dt}, \qquad (9)$$

где dr_n - проекция $\vec{dr}$ на нормаль $\vec{n}$ к поверхности (6). Учитывая в (9),
что величина

$$w = \frac{dr_n}{dt} \qquad (10)$$

есть скорость распространения рассматриваемой поверхности (6), бу
дем иметь

$$w = -\frac{\partial c(\vec{r},t)}{\partial t}\Big/\,|\nabla c(\vec{r},t)|. \qquad (11)$$

Подставляя (5) в (11) для задачи (4) найдем

$$w = \frac{1}{2}\frac{x}{t} \qquad (12)$$

Зафиксировав поверхность с концентрацией c_s:

$$c_S = c_0\cdot\mathrm{erfc}\left(\frac{x}{2\sqrt{Dt}}\right) \qquad (13)$$

и выражая отсюда переменную x, с учетом (12) получим

$$w_s = \sqrt{\frac{D}{t}}\cdot\mathrm{erfc}^{-1}\left(\frac{c_s}{c_0}\right), \qquad (14)$$

где w_s - есть скорость распространения поверхности, вдоль которой
концентрация постоянна и равна c_s. Из уравнения (14) видно, что при
$c_s \to 0$ $w_s \to \infty$, т.е. скорость распространения бесконечно малых кон
центраций бесконечно велика. Это свойство не только не соответству
ет физической сущности явлений массопереноса, но и противоречит
молекулярно-кинетическим представлениям о природе диффузии.

Попытки решить изложенную проблему предпринимались нео
кратно (см. напр. [1]), однако в основном они сводились к получе
гиперболического уравнения, в которое скорость распространения ве
ства входила бы явным образом. В данной работе эта задача реша
в рамках атомных представлений о природе диффузии.

2. Модельные представления

В процессе теплового движения частицы вещества хаотически д
жутся в пространстве. При наличии разницы концентраций это дви
ние имеет направленный характер, что приводит к возникновению ди
фузионного потока. Таким образом, перенос вещества осуществляе
в результате случайных блужданий его частиц. Сказанное верно д
любых тел. В частности в твердых телах диффузия является резуль
том случайных периодических скачков атомов из одного узла решетк
соседний; наличие правильной кристаллической структуры разреш
скачки только определенной длины и в некоторых дискретных напр
лениях.

Факт того, что вещество не может распространяться с бесконеч
скоростью, означает, что в каждый момент времени существует пове
ность – фронт концентрации, за которой диффундирующего вещест
нет. В результате случайных скачков некоторые частицы перемещают
в направлении оси (рис. 1) на расстояние a (в твердых телах это обы
период решетки или расстояние до ближайших соседей), и фронт пе
ходит из положения 1 в положение 2. Частота скачков характеризуе
временем «оседлой» жизни t. Таким образом, фронт диффузии бу
образовывать частицы, перемещающиеся все время в одном направ
нии, и его скорость есть

$$V = \frac{a}{\tau}. \qquad (1$$

Поток частиц на фронте будет равен

$$j = \frac{c}{6} V, \qquad (2$$

множитель 1/6 появляется за счет равновероятности скачков по в
направлениям (OX, OY, OZ). Из теории металлов известно [2], что
эффициент диффузии определяется как

$$D = \frac{1}{6}\frac{a^2}{\tau}. \qquad (3$$

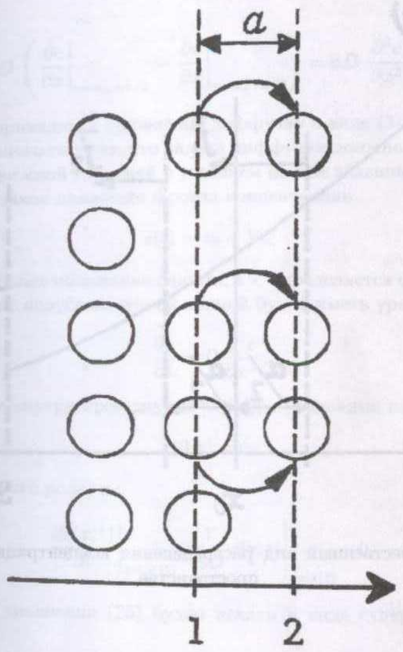


Рис. 1. Возникновение фронта диффузии.

Откуда

$$V = \frac{6D}{a} \qquad (18)$$

это есть максимальная скорость, с которой может распространяться
вещество при диффузии в твердом теле.

Из вышесказанного следует, что распределение концентрации в про
странстве должно иметь вид представленный на рис. 2 (в одномерном
случае). Внутри области OS будет справедливо классическое уравнение
диффузии. Действительно, выберем какую-либо плоскость $x{=}x_a$, тогда
изменение числа частиц на отрезке $[x_a{-}a/2, x_a{+}a/2]$ равно разности по-

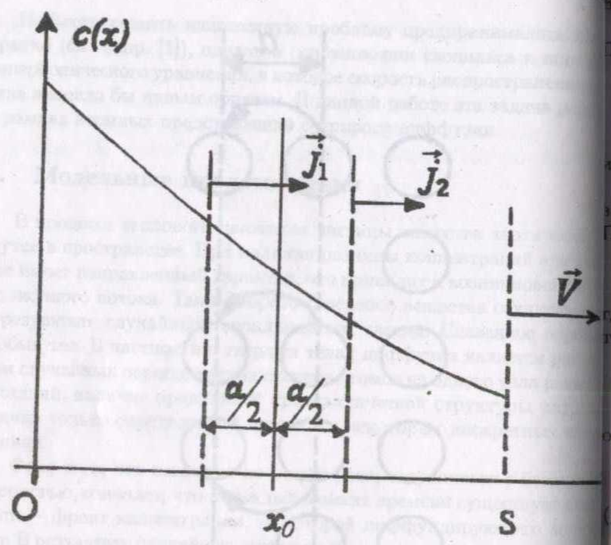


Рис. 2. Качественный вид распределения концентрации вещест пространстве.

токов

$$dN = -(j_2 - j_1).$$

Учитывая, что

$$dN = a\,\frac{\partial c}{\partial t},$$

$$j_1 = j(x_a - a/2) = -D\,\frac{\partial c}{\partial x}\bigg|_{x=x_a-a/2},$$

$$j_2 = j(x_a + a/2) = -D\,\frac{\partial c}{\partial x}\bigg|_{x=x_a+a/2},$$

Получим

$$a\,\frac{\partial c}{\partial t} = D\left(\frac{\partial c}{\partial x}\bigg|_{x=x_a+a/2} - \frac{\partial c}{\partial x}\bigg|_{x=x_a-a/2}\right) = aD\,\frac{\partial^2 c}{\partial x^2}\bigg|_{x=x_a} \tag{23}$$

и мы опять приходим к уравнению диффузии в виде (3).

Из сказанного следует, что задача диффузии должна ставиться как задача с подвижной границей с условием на ней заданным в виде (16). Пусть $s(t)$ – закон движения фронта концентрации

$$s(t) = x_0 + Vt, \tag{24}$$

где x_0 - начальное положение фронта, а V определяется формулой (18), тогда в случае полубесконечной прямой будем иметь уравнение

$$\frac{\partial c}{\partial t} = D\,\frac{\partial^2 c}{\partial x^2}, \tag{25}$$

определенное внутри промежутка $[0, s(t)]$ с условиями на границах:

$$c(0,t) = c_0 \tag{26}$$

(условие первого рода) и

$$\frac{\partial c(x,t)}{\partial t}\bigg|_{x=s(t)} + \frac{V}{6D}\,c(x,t)\bigg|_{x=s(t)} = 0. \tag{27}$$

Решение уравнения (25) будем искать в виде суперпозиции двух функций

$$c(x,t) = W(x,t) + Y(x,t) = \frac{1}{2\sqrt{\pi D}}\int_0^t \frac{x}{(t-\tau)^{3/2}}\exp\left(-\frac{x^2}{4D(t-\tau)}\right)\mu(\tau)\,d\tau + \frac{1}{2}\sqrt{\frac{D}{\pi}}\int_0^t \frac{1}{\sqrt{t-\tau}}\exp\left(-\frac{(x-s(\tau))^2}{4D(t-\tau)}\right)\nu(\tau)\,d\tau, \tag{28}$$

которые представляют собой обобщенные параболические потенциалы. Можно показать [3], что они являются решениями уравнения (25) внутри $(0, s(t))$. На границах $W(x,t)$ и $Y(x,t)$ разрывны, причем выполняются условия

$$W(+0,t) = W(0,t) + \mu(t), \tag{29}$$

$$\left.\frac{\partial Y}{\partial x}\right|_{x=s(t)-0} = \left.\frac{\partial Y}{\partial x}\right|_{x=s(t)} + \frac{\nu(t)}{2}.$$

Тогда, подставляя (28) в (26), с учетом (29) получим

$$\mu(t) = c_0 - \frac{1}{2}\sqrt{\frac{D}{\pi}}\int_0^t \frac{1}{\sqrt{t-\tau}} \exp\left(-\frac{s(t)^2}{4D(t-\tau)}\right)\nu(\tau)\,d\tau.$$

Далее

$$\frac{\partial W}{\partial x} = \frac{1}{2\sqrt{\pi D}}\int_0^t \left\{1 - \frac{x^2}{2D\sqrt{t-\tau}}\right\} \exp\left(-\frac{x^2}{4D(t-\tau)}\right)\frac{\mu(\tau)\,d\tau}{(t-\tau)^{3/2}},$$

$$\frac{\partial Y}{\partial x} = -\frac{1}{2}\sqrt{\frac{D}{\pi}}\int_0^t \frac{x-s(\tau)}{2D(t-\tau)^{3/2}} \exp\left(-\frac{(x-s(\tau))^2}{4D(t-\tau)}\right)\nu(\tau)\,d\tau.$$

Подставляя (28) в (27), с учетом (30) получим

$$\left(\frac{\partial W}{\partial x} + \frac{\partial Y}{\partial x}\right)\Big|_{x=s(t)-0} = \left(\frac{\partial W}{\partial x} + \frac{\partial Y}{\partial x}\right)\Big|_{x=s(t)} + \frac{\nu(t)}{2} = -\frac{V}{6D}(W+Y)$$

откуда

$$\frac{\nu(t)}{2} = -\left(\frac{\partial W}{\partial x} + \frac{V}{6D}W + \frac{\partial Y}{\partial x} + \frac{V}{6D}Y\right)\Big|_{x=s(t)},$$

и второе уравнение выпишется в виде

$$\nu(t) = -\frac{1}{\sqrt{\pi D}}\int_0^t \left\{1 - \frac{s(t)^2}{2D(t-\tau)} + \frac{V}{6D}s(t)\right\} \times$$

$$\exp\left(-\tfrac{s(t)^2}{4D(t-\tau)}\right)\tfrac{\mu(\tau)\,d\tau}{(t-\tau)^{3/2}} + +\frac{1}{3}\frac{V}{\sqrt{\pi D}}\int_0^t \exp\left(-\frac{V^2}{4D}(t-\tau)\right)\frac{\nu(\tau)\,d\tau}{\sqrt{t-\tau}}.$$

Система уравнений (31), (36) является системой интегральных ура-
нений типа Вольтера относительно функций $\mu(t)$ и $\nu(t)$, всегда имею-
щей единственное решение. На рис.3 сплошными линиями приведены
некоторые варианты решений задачи диффузии в постановке (25)–(2
пунктирными линиями показаны соответствующие им обычные реш
ния уравнения диффузии, допускающие неограниченные скорости ра
пространения примесей.

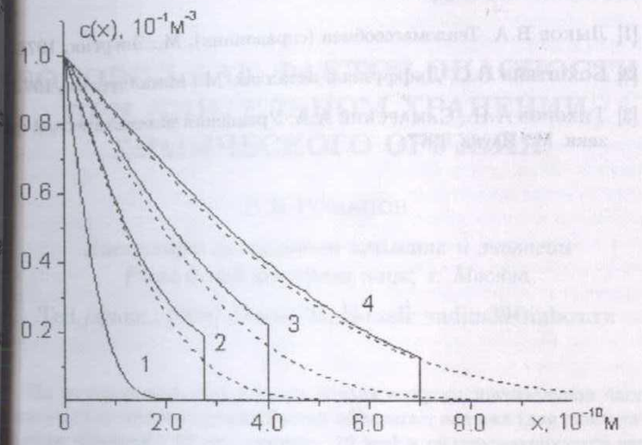


Рис. 3. Кривые распределения концентраций в пространстве для мо-
ментов времени $1 - 2\cdot10^{-10}$, $2 - 1.5\cdot10^{-9}$, $3 - 4\cdot10^{-9}$, $4 - 1\cdot10^{-8}$.
Пунктиром обозначены решения классической задачи (4).

3. Выводы

В работе рассмотрен механизм ограничения скорости диффузионно-
го распространения молекул ОВ в окружающей среде на основе атом-
ных представлений о природе диффузии. Показано, что задача диф-
фузионного массопереноса должна ставиться как краевая задача с по-
движной границей. Решения этой задачи всегда имеют ограниченную
скорость распространения в любой среде.

Рассмотренный подход может быть успешно применен в задачах
прогнозирования последствий аварий и катастроф на объектах утили-
зации и хранения химического оружия.

Список литературы

[1] Лыков В.А. Тепломассообмен (справочник). М.: Энергия, 19

[2] Бокштейн Б.С. Диффузия в металлах. М.: Металлургия, 1

[3] Тихонов А.Н., Самарский А.А. Уравнения математической зики. М.: Наука, 1977.

ВОДОРОД КАК ФАКТОР ОПАСНОСТИ ПРИ ДЛИТЕЛЬНОМ ХРАНЕНИИ ХИМИЧЕСКОГО ОРУЖИЯ

В.И.Романов

Институт глобального климата и экологии
Российской академии наук, г. Москва

Тел./факс.: (095) 115-64-21; E-mail: vadim39@inbox.ru

На сегодняшний день возраст начала выпуска значительной части апасов химического оружия России превышает полвека (для люизита – 4 года; фосгена – 66 лет; иприта – 79 лет) и не просматривается пер- ектив их быстрого уничтожения. Поэтому все большую актуальность риобретают опасности содержания отравляющих веществ, связанные процессами старения как самих продуктов, так и сосудов, в которых ни размещены.

Одной из таких опасностей является процесс накопления и выде- ения водорода внутри емкостей с отравляющими веществами разных ипов [1,2] – особенно фосфорорганическими.

Выделение водорода внутри емкости с продуктом начинается с тре- ьей стадии разложения отравляющего вещества – после того, как про- еагируют технологические примеси и активные химические вещества, опавшие в сосуд с воздухом при снаряжении изделия и в большом ко- ичестве появятся кислые эфиры и фтористый водород в виде безвод- ой кислоты, хранение которой является проблематичным. В [6] отме- ается, что безводную HF рекомендуется хранить в серебряном сосуде, охлаждаемом льдом, с другими веществами это вещество вступает в реакции. Следует ожидать, что взаимодействие высокоактивного фто- истого водорода с железной поверхностью рабочего объема химическо- го боеприпаса приведет к коррозии металла. Эта реакция описывается следующим уравнением

$$2HF + Fe \rightarrow FeF_2 + H_2.$$

Возникающий таким образом водород практически не вступае
в какие реакции с разлагающимся продуктом, а накапливается вну
емкости и диффундирует через ее стенки.

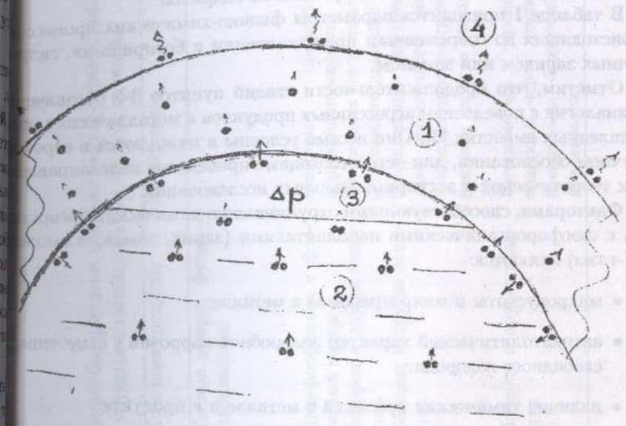
Отметим, что водород является химическим элементом, сос
щим [7] из смеси двухатомных молекул двух устойчивых изотопов:
кого протия – ^{1}H и тяжелого дейтерия – ^{2}H. Это газ, не имеющий
цвета, ни запаха с плотностью около 90 граммов в кубическом ме
является самым распространенным элементом в Космосе и на Зе
входя в состав животных и растительных организмов. Замечатель
особенностью этого элемента является его способность сравнител
легко проникать сквозь различные металлы. Причем водород спосо
диффундировать в металле только в атомарном состоянии – происхо
«накачка» атомов в несплошности внутри металла: поверхности разд
фаз, микропустоты, неметаллические включения и другие «ловушк
молекулы водорода не способны к диффузии [3,4]. Металл при э
теряет прочность и может растрескаться.

Явление ухудшения прочностных характеристик металлов, конт
тирующих с водородом, было впервые описано в 1875 году [5] и с
пор стало предметом исследований целого направления металлове
ния. Оно называется водородным охрупчиванием.

Результаты водородного охрупчивания могут проявляться много
разно, изменяя характер пластической деформации и характер раз
шения. Водород способен оказывать свое негативное воздействие
прочность изделия на всех трех стадиях разрушения, начиная с
никновения трещины, ее медленного подрастания и кончая ускорен
нестабильным ростом ее размеров. Причем охрупчивание происхо
не только в газообразном водороде, но и в любой водородсодержащ
среде [3,4].

Применительно к проблеме хранения химического оружия мож
сделать вывод, что в процессе длительного хранения отравляющих
ществ внутри емкостей и боеприпасов по мере накопления водород
процессе старения продукта будет происходить интенсивное насыще
металла атомарным водородом и, как следствие этого факта, возмож
его охрупчивание.

Перенос водорода через металл по современным представлени
включает в себя физическую адсорбцию и диссоциацию молекул на а
мы, хемисорбцию и миграцию адсорбированных атомов, а также р
творение и диффузию атомов в решетке металла. Водородное охр
чивание является чрезвычайно сложным процессом, так как являе
следствием коллективного действия многих факторов: количества



ис. 1. Схема переноса водорода внутри химического боеприпаса: 1 – еталлический корпус боеприпаса; 2 – жидкий продукт; 3 – часть вну-ренней полости изделия, зполненная газообразными продуктами с из-ыточным давлением $\triangle P$; 4 – внешняя окружающая среда. • – атом водорода; •• – молекула водорода.

онившегося водорода, его размещения в пространстве, скорости пере-оса водорода не только в местах его образования на границе разде-а металл-продукт, но и в местах контакта сжатой водородсодержащей реды со свободным металлом. В свою очередь скорость переноса и его азмещение в разных средах зависят от других факторов, в числе ко-орых состав и плотность жидкого продукта, температура и давление реды, состав и качество металлического сплава (наличие в них различ-ых примесей, микроструктуры, и т.п.).

Подлинный механизм прохождения водородом слоя металла еще не формирован в окончательном виде. Известные на сегодня механизмы худшения водородом прочностных характеристик металлов включают в себя взаимодействие с дислокациями (дефектами в кристаллической ешетке); взаимодействие с межатомными связями в решетке; создание

очагов внутреннего давления и образование гидритов.

В таблице 1 приводятся параметры физико-химических проце происходящих по современным представлениям в боеприпасах, с женных зарином или зоманом.

Отметим, что продолжительности стадий пунктов 3-5 обозна по аналогии с поведением агрессивных продуктов в металлических мышленных емкостях [3]. Они весьма условны и нуждаются в стр научном обосновании, для чего необходимо проведение целенапра ных теоретических и экспериментальных исследований.

Факторами, способствующими охрупчиванию химических боепр сов с фосфорорганическими наполнителями (зарин, зоман, возмо VX-газы) являются:

- микропустоты и микротрещины в металле;
- автокаталитический характер анаэробной коррозии с выделе свободного водорода;
- наличие химических примесей в металле и в продукте;
- наличие избыточного давления внутри изделия;
- повышение температуры.

Опасности, связанные с выделением водорода внутри химичес боеприпаса, включают в себя:

- снижение пластичности металла и его охрупчивание (протечка делий);
- проникновение водорода через металлические емкости в храни ще и возможность возникновения пожаро- и взрывоопасных с аций;
- возможность движений боеприпасов под действием струй отра ющих веществ через разгерметизировавшийся запальный ста (попадание продукта и паров отравляющих веществ в возду перенос их на значительные расстояния).

Таблица 1. Физико-химические процессы внутри химических боеприпасов, снаряженных фосфорорганическими отравляющими веществами, приводящие к ухудшению механических свойств изделий.

№	Стадия (продолжительность хранения)	Наиболее значимые реакции	Конечные продукты	Примечания
1	Начальная (2-4 года)	Взаимодействие технологических примесей с активных элементов воздуха (воды и кислорода)	Кислые эфиры, фтористый водород	Конечные продукты коррозионно-активны
2	Промежуточная (более 4 лет)	Превращения кислых эфиров	Пирофосфонаты и фтористый водород	Увеличение внутреннего избыточного давления
3	Промежуточная (предположительно 10-30 лет)	$2HF + Fe \rightarrow FeF_2 + H_2$.	Водород и другие вещества	Стабилизация внутреннего избыточного давления; ухудшение прочностных свойств металла
4	Промежуточная (предположительно 30-50 лет)	$2HF + Fe \rightarrow FeF_2 + H_2$.	Водород и другие вещества	Интенсивный перенос водорода через стенки боеприпаса; охрупчивание металла
5	Завершающая (предположительно более 50 лет)	$2HF + Fe \rightarrow FeF_2 + H_2$.	Водород и другие вещества	

Список литературы

[1] Андрюшин И.А. и др Опыт разложения химических токси материалов в модельных экспериментах. Препринт. Издание ИЭФ, Саратов, 1997.

[2] Романов В.И. Опасности химического оружия Росси М.: Социально-экологичесий союз, 2004 г., – 160 С.

[3] Нельсон Г.Г. Водородное охрупчивание. В кн. Охрупчивание струкционных сталей и сплавов. – М.: Металлургия, 1988, С. 333.

[4] Калачев Б.А. Водородная хрупкость металлов. М.: Металлур 1985.

[5] Jonson W.H. (1875). Proc. R. Soc. London 23, 49.

[6] Чистые химические вещества. Руководство по приготовл неорганических реактивов и препаратов в лабораторных усл ях. – Издание 4-ое, М.: Химия. 1974, С. 197.

[7] Водород. Политехнический словарь. – М.: Советская энцикл дия, 1989.

ОБ ЭФФЕКТЕ ЗАНИЖЕННОГО НАВЕСНОГО ПОЛЁТА АВАРИЙНЫХ ХИМИЧЕСКИХ БОЕПРИПАСОВ

В.И.Романов

Институт глобального климата и экологии Российской академии наук, г. Москва

Тел./факс.: (095) 115-64-21; E-mail: vadim39@inbox.ru

Обсуждаются динамические и геометрические особенности траекторного движения химических боеприпасов, вылетающих из места аварии под действием реактивной струи продуктов высокотемпературного разложения отравляющих веществ. Обнаружен эффект деформации траекторий аварийных химических боеприпасов по сравнению с аналогичными баллистическими полётами снарядов. Делаются выводы о характере возможных движений мелкокалиберных химических боеприпасов из очага пожара.

При разработках технологий ликвидации химического оружия важное значение приобретают вопросы обеспечения безопасности этого процесса для персонала предприятий, населения и природных сред, включая воду, воздух и землю. Необходимо предусмотреть возможные инциденты с компонентами химического оружия на всех стадиях цикла уничтожения как на самом объекте, так и на складах и при транспортировке изделий [1].

Одним из важных и до конца не выясненных вопросов, возникающих при прогнозировании аварий с боеприпасами на объекте по уничтожению, хранению или утилизации химического оружия является вопрос о возможности полёта боеприпаса из очага пожара [2-4]. Сам факт такого полёта не запрещён законами физики; остаются лишь сомнения в том, насколько реально стечение обстоятельств для осуществления этого события.

Сложность изучения явлений, сопутствующих авариям с химическими боеприпасами, состоит в чрезвычайной токсичности содержимого

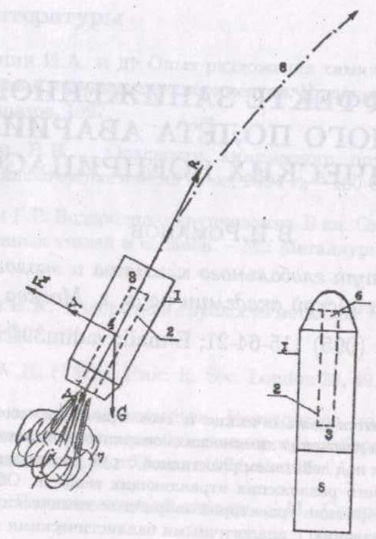


Рис. 1. Схема укомплектованного химического боеприпаса и схема
лета аварийного боеприпаса из очага пожара под действием реактив
силы струи ОВ: 1 – боеприпас; 2 – запальный стакан; 3 – ОВ; 4 – ме
повреждения запального стакана; 5 – разъемный топливный блок;
запал; 7 – струя; 8 – траектория движения.

исследуемых объектов и невозможности по этой причине их экспе
ментальной проверки в натурных условиях. Физическое моделирова
также не способно в полной мере дать ответы на вопросы о масшта
аварий, их хронологиях и возможных последствиях.

Наиболее доступным и достаточно эффективным методом изуче
подобных инцидентов остаётся метод математического моделирова
для осуществления которого необходимо знать исчерпывающую инф
мацию как о самом объекте и его содержимом, так и о механизма
технологиях процессов детоксикации и ликвидации. В первую очер
это относится к подлежащим уничтожению химическим боеприпас

собенно с просроченными сроками хранения. Схематично их можно
редставить состоящими (рис. 1) из собственно боеприпаса с ёмкостью,
аполненной отравляющим веществом, и топливного блока, придающе-
о боеприпасу разгонное движение при отстреле.

При хранении и транспортировке, а также в процедурах, сопутству-
щих ликвидации боеприпасов на объектах по уничтожению химиче-
кого оружия, изделия находятся в разукомплектованном виде – без
опливных блоков. Их центровка нарушена, и при собственном движе-
ии они аэродинамически не стабилизированы. Поэтому в случае дви-
кения под действием струи отравляющих веществ из отверстия запаль-
ого стакана снаряды способны вращаться.

Рассмотрим поведение химического боеприпаса при его высокотем-
ературной разгерметизации. При пожаре запальный стакан химиче-
кого боеприпаса может быть повреждён возросшим давлением токсич-
ых веществ, и они в виде парогазовой струи поступят из него в окружа-
ющую среду. При этом в определенных условиях снаряд под действием
еактивной силы струи может начать движение: лететь или переме-
аться по поверхности. Характер его пространственных движений за-
исит от начальной ориентации боеприпаса, его массовых и расходных
арактеристик, а также от внешних условий.

В этой статье обсуждаются особенности движения аварийных хими-
еских боеприпасов под действием реактивной силы истекающей струи
травляющих веществ по сравнению с подобными боеприпасами, дви-
кущимися в штатном режиме, например, при отстреле из орудия.

Как и в работе [2], исходим из установки, что в начале движения сна-
ряда его масса состоит из пассивной (неизменной) и активной (расходу-
емой в процессе движения). Для составления уравнения движения тела
переменной массы, из которого истекает парогазовая струя, рассмат-
риваются процессы, происходящие с боеприпасом в близкие моменты
ремени t_1 и $t_1 + \triangle t$. Для получения массовых и динамических харак-
еристик движущегося боеприпаса в дифференциальной форме в урав-
ениях сохранения макроскопических характеристик среды переходим
к пределу при $\triangle t \to 0$. В частности, уравнение движения по форме по-
обно уравнению движения тела переменной массы, полученному Ме-
щерским И.В. в 1904 г. [2]. Функции, определяющие характеристики
абочего тела на выходе из боеприпаса, находились из газодинамиче-
ского расчёта высокотемпературной парогазовой струи отравляющего
ещества.

Система дифференциальных и алгебраических уравнений получена
и решалась в предположениях о плоском движении изделия, «одномо-

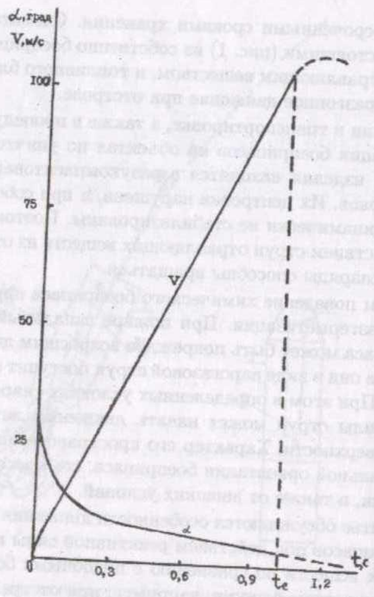
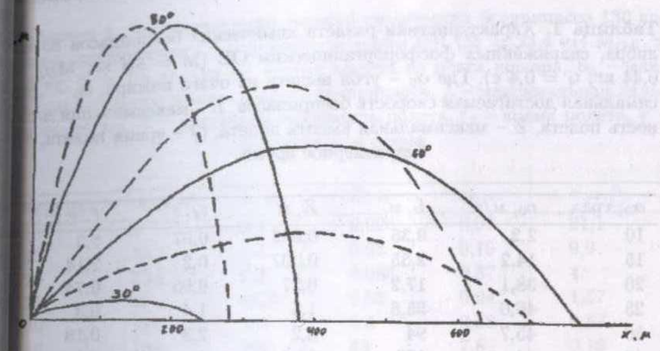


Рис. 2. Изменение скорости реактивного движения и угла накло горизонту аварийного боеприпаса на участке разгона: рабочее те ЗОМАН; боеприпас 122 калибра, $M_0 = 22{,}2$ кг, $M_{OB} = 1{,}2$ кг, $\alpha_0 =$

ментном» истечении из него рабочего тела, в пренебрежении высо ми изменениями метео-параметров. Вращение боеприпаса в верти ной плоскости из-за его аэродинамической нестабилизированности тывалось введением эффективного миделева сечения. Указанная система уравнений, описывающая процесс полёта боеприпаса в об случае истечения реактивной струи, может быть записана в упро ном виде для каждого из двух участков, активного (участка разго пассивного.

Поскольку химический боеприпас с отделённым топливным бло в общем случае аэродинамически не стабилизирован, то его движ



ис. 3. Расчетные траектории полета боеприпасов 122 калибра массой 2,2 кг прирзличных углах вылета из места разгерметизации: —— не табилизированный боеприпас с начальной скоростью 100 м/с; – – – аварийный химический боеприпас, спаряженный 1,3 кг ЗОМАНА.

будет происходить с вращениями относительно продольной и поперечной осей. При этом поперечные компоненты силы аэродинамического сопротивления движению переменно ориентирующегося в потоке тела практически компенсируют друг друга, и уравнение движения в проекции на поперечное направление записывается так:

$$\frac{d\alpha}{dl} = -\frac{g \cdot cos\alpha}{v^2},$$

где α – угол наклона траектории к горизонту; g – ускорение силы тяжести; v – траекторная скорость тела; l – продольная координата.

Его решением является

$$\ln \mathrm{tg}\left(\frac{\alpha}{2} + \frac{\pi}{4}\right) = -g \int \frac{dl}{v^2}.$$

Из этого уравнения видно, что для определения угла наклона траектории движения боеприпаса к горизонту необходимо знание скорости его движения v, которая определяется из уравнения движения в проекции на направление l при разных допущениях для активного и пассивного участков траектории.

Таблица 1. Характеристики разлёта химических боеприпасов 8[illegible] калибра, снаряжённых фосфорорганическим ОВ (М = 8,4 кг; М[illegible] 0,44 кг; t_l = 0,4 с). Где α_0 – угол вылета из очага пожара, v_0 – [illegible] максимальная достигаемая скорость боеприпасов, L – максимальная [illegible] ность полета, Z – максимальная высота полета, t_f – время полета, [illegible] безразмерное время.

α_0, град	v_0, м/с	L, м	Z, м	t_f, с	$\tau = \frac{t_l}{t_f}$
10	2,2	0,36	0,003	0,07	5,3
15	14,2	2,35	0,037	0,2	2,14
20	38,1	17,2	0,27	0,55	0,74
25	46,6	55,8	1,5	1,4	0,3
30	45,7	94	5,2	2,3	0,18
40	44	155	18,2	4	0,1
60	40,4	189	58,3	7,15	0,057
70	39,1	156	80	8,3	0,05

Описанная в [3] система дифференциальных и алгебраических ур[illegible] нений решалась методом конечных разностей с применением ЭВМ. [illegible] результате были получены геометрические и динамические характ[illegible] стики химических боеприпасов, получивших импульс движения от [illegible] активной струи при высокотемпературной разгерметизации объёма [illegible] еприпаса.

Результаты расчётов некоторых показателей разлёта боеприпасов [illegible] активном и пассивном участках разлёта приведены на графиках рис. [illegible] 4. На графиках рис. 2 изображены зависимости и для участка разл[illegible] аварийного химического боеприпаса, снаряжённого 1,3 кг зомана. [illegible] боеприпаса 22,2 кг; калибр – 122 мм; начальный угол α_0=30°.

Анализ кривой $\alpha(t)$ показывает, что угол наклона траектории в [illegible] вые мгновения его полёта уменьшается очень резко – за 1,5 с от [illegible] до 0°. В результате этого снаряд практически сразу же после разл[illegible] обвально теряет высоту. Скорость траекторного движения боеприп[illegible] линейно возрастающая в интервале $t_l > t > 0$, при $t > t_l$ уменьша[illegible] также достаточно резко (t_l и t_f – время разгона и полное время полё[illegible]

На рис. 3 приводятся результаты расчётов траекторий химичес[illegible] боеприпасов в штатном и аварийном режимах движения. Рассма[illegible] вался разгерметизированный высокой температурой боеприпас 122 [illegible] либра массой 22,2 кг, снаряжённый 1,3 кг зомана, движимый реак[illegible] ной парогазовой струёй. Сравнение проводилось со снарядом с тем[illegible]

Таблица 2. Характеристики разлёта химических боеприпасов 130 калибра, снаряжённых фосфорорганическим ОВ (М = 33,4 кг; $М_{ОВ}$ = 0,44 кг; t_l = 1,5 с). Где α_0 – угол вылета из очага пожара, v_0 – максимальная достигаемая скорость боеприпасов, L – максимальная дальность полета, Z – максимальная высота полета, t_f – время полета, τ – безразмерное время.

α_0, град	v_0, м/с	L, м	Z, м	t_f, с	$\tau = \frac{t_l}{t_f}$
10	2	0,3	0,026	0,07	21,1
15	12,2	1,3	0,03	0,15	9,9
20	32,5	7,3	0,086	0,37	4
25	91	45,2	0,82	0,94	1,57
30	137	257	5,5	2,58	0,57
40	135	767	63	7,8	0,19
60	130	1080	325	16,9	0,087
70	128	931	479	20,5	0,07

весовыми и геометрическими характеристиками.

Рассмотрение траекторий их полёта показывает, что при уменьшении углов вылета аварийного химического боеприпаса от вертикального при постоянном разгоне реактивной струей до некоторых начальных углов α_0 даёт увеличение дальности полёта боеприпаса, уменьшая одновременно высоту его подъёма Z. Начиная с некоторых относительно небольших углов α_0=20-30^0 – разных для боеприпасов с различными массовыми и геометрическими характеристиками – происходит резкое «провисание» траекторий аварийных химических боеприпасов. Они становятся заниженно навесными. При выполнении соотношения

$$R_Z + Y < G,$$

(где R_Z – вертикальная составляющая силы тяги; $R_Z = R \cdot sin\alpha$; $Y = F_\alpha \cdot sin\alpha$ – подъёмная сила; F_α – сила аэродинамического сопротивления движению) снаряд теряет способность к полёту и способен только к проскальзыванию.

Результаты расчётов характеристик разлёта химических боеприпасов, снаряжённых фосфорорганическими ОВ, с места их высокотемпературной разгерметизации приводятся в таблицах 1 и 2. Рассматривались мелкокалиберные снаряды 85 и 130 калибров; углы вылета варьировались в широком интервале (от 10^0 до 89^0). Анализ таблиц показывает, что при небольших углах вылета ($\alpha_0 < 20^0$) боеприпасы не

успевают разогнаться реактивной струёй и практически сразу же п
ходят в режим проскальзывания.

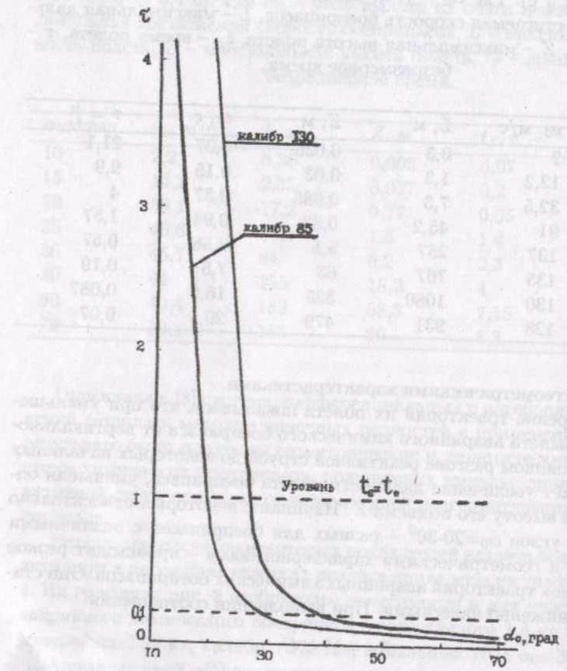


Рис. 4. Зависимость безразмерного времени опорожнения химичес
го боеприпаса от угла вылета из очага пожара для снарядов разн
калибра.

Как следует из рис. 4, на котором представлены зависимости безр
мерного времени $\tau = \frac{t_l}{t_f}$ опорожнения химического боеприпаса от у
вылета из очага пожара, кривые $\tau(\alpha_0)$ имеют гиперболический хар
тер с резким изменением τ в районе $25° - 35°$. Рассматривались снаря
85 и 130 калибров с массами 8,4 кг и 33,4 кг соответственно. Отме

но, что для более мелких боеприпасов резкое увеличение наступает при меньших углах. Критерий малости τ ($\tau < 0,1$) реализуется при $\alpha_0 \geq 30°$ и $\alpha_0 \geq 40°$ для боеприпасов 85 калибра и 130 калибра соответственно.

Из графиков этого рисунка, кроме того, следует, что при некоторых критических углах вылета химических боеприпасов из места их разгерметизации параметр превосходит значение 1. Физически это означает, что при некоторых траекториях движения время истечения токсиканта из боеприпаса превосходит время его полёта. Такая ситуация возникает при углах $\alpha_0 < 18°$ (для боеприпасов 85 мм) и $\alpha_0 < 26°$ (для боеприпасов 130 мм). При этом, как следует из [3] и таблиц 1 и 2, аварийные химические боеприпасы не способны лететь, а могут только проскальзывать по подстилающей поверхности

Выводы

1. Проведено сравнение траекторного движения мелкокалиберных химических боеприпасов в аварийном и штатном режимах.

2. В результате анализа решений системы дифференциальных уравнений, описывающих движение тела переменной массы под действием импульса реактивной струи, обнаружен эффект заниженного навесного характера траекторного движения аварийных химических боеприпасов по сравнению с баллистическим движением аналогичных снарядов.

3. При углах вылета мелкокалиберных химических боеприпасов из места их высокотемпературной разгерметизации меньших $\sim 20°$ аварийные изделия не успевают разогнаться реактивной струёй и способны к перемещению только по подстилающей поверхности.

Список литературы

[1] Колодкин В.М.,Мурин А.В.,Петров А.К.,Горский В.Г. Количественная оценка риска химических аварий. – Ижевск: Издат. дом «Удмуртский университет», 2001. – 226 С.

[2] Мещерский И.В. Работы по механике тел переменной массы. – М., 1952 г.

[3] Романов В.И. О конструктивном решении некорректной задачи полёта нестабилизированного боеприпаса - В трудах XV междуна-

родной научной конференции «Математические методы в тех и технологиях» (ММТТ-15), 5-7 июня 2002 г, Тамбов, 2002.

[4] Кодолов В.И., Мокрушин Б.С., Липанов А.М., Фризор Г.Г. Возможные ситуации при пожаре на арсенале хранения мического оружия - 4-ые публичные слушания по проблеме чтожения химического оружия, 26-27 мая 1998 г. – Ижевск : во правительства Удмуртской Республики и Российского Зелё креста - 1998.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ УТИЛИЗАЦИИ РАКЕТНОЙ ТЕХНИКИ

З.А.Тухватуллин

ФГУП «Воткинский завод»

Тел.: (34145) 65222; E-mail: prikamtest@c029.vzavod.ru

Введение

В 2002 году Правительство Удмуртской республики отказалось от размещения в Воткинском районе комплекса по утилизации межконтинентальных твердотопливных баллистических ракет. Международный проект, финансируемый Правительством США, и, направленный на выполнение Россией своих международных обязательств по договорам СНВ-1, СНВ-2 и СНП-3, не был реализован. Убытки от этого решения составили более 100 млн. долларов. Причиной принятия такого решения явилось отсутствие убежденности у членов Правительства, депутатов Госсовета, общественности и граждан Удмуртии в экологической безопасности проекта несмотря на то, что проект получил положительные заключения комиссий по государственной и общественной экологическим экспертизам [4].

В немалой степени принятию указанного решения способствовала деятельность некоторых общественных экологических организаций, создавших миф об экологической опасности ракетно-космической деятельности в России. Например, В 1998 году в Москве состоялось рабочее совещание организации «Международный социально-экологический союз», на тему «Социально-экологические последствия ракетно-космической деятельности», где были сделаны доклады авторитетными учеными С.С.Юфитом, В.М.Лупандиным и другими. Общее резюме по докладам следующее: в твердом ракетном топливе в качестве окислителя применяется перхлорат аммония, а в качестве горючего разные сорта каучука, соответственно, при горении такого вещества неизбежно должно образоваться диоксины. В своем докладе доктор химических

наук С.С.Юфит сказал: *«Насколько я знаю, состав твердого ракетного топлива у нас и у американцев очень близок: перхлорат аммония, связующее, алюминиевый порошок, наполнители и еще кое-что. Любой химик я могу сразу сказать, что ракетное топливо – идеальный источник диоксина. В нем есть все необходимые компоненты: металл, хлор, органика. Плюс высокая температура – ну что еще надо?»*

На сегодняшний день концепция об экологической опасности ракетно-космической деятельности и в частности процессов утилизации ракет сейчас в стране является господствующей именно из-за предполагаемого диоксинового загрязнения окружающей среды.

К сожалению, в России практически отсутствуют научные публикации по непосредственному исследованию продуктов сгорания ракетных топлив на наличие диоксинов. Существует только одна публикация 1996 года в журнале «Аналитическая химия» на указанную тему [1].

В лаборатории института «Тайфун» (г. Обнинск) был проведен эксперимент по сжиганию твердого ракетного топлива массой 10 грамм в кварцевой трубе при интенсивном обдуве очага горения потоком воздуха. На фильтрах улавливались твердые частицы. При анализе проб оказалось, что содержание диоксинов в пробе – 166,5 нг/кг в токсичном эквиваленте. На основании этих данных в статье сделан вывод, что количество диоксинов, выбрасываемых в окружающую среду от ракетно-космической деятельности в России превышает их количество, выбрасываемых автотранспортом в США. На эту статью ссылается и докт. химических наук С.С.Юфит в своем докладе, при этом он убежден, что ракетно-космическая деятельность является чуть ли не основным поставщиком диоксинов в окружающую среду, не учитывая тот факт, что количество ракет в стране ограничено, а утилизируемых ракет и их массы уже известны и опубликованы [3].

По международным обязательствам Россия должна ликвидировать 410 боевых межконтинентальных ракет на твердом топливе. При этом масса топлива, подлежащая утилизации, составляет 17494 тонн. Нетрудно просчитать, что при сжигании указанных выше 17494 тонн ракета в течение 5 лет по программе и при степени очистки от аэрозолей 99,6% согласно проекту в окружающую среду попадает

$$(17494000/5 \cdot 166,5 \cdot 10^{-9} \cdot 0,004) = 0,00233 \text{ грамма}$$

диоксинов в год или 0,01165 рамма на всю программу ликвидации ракет. Если даже не очищать продукты сгорания при сжигании топлива в процессе его утилизации особых впечатляющих цифр мы не получим: 0,58255 грамм в год и 2,91275 грамма на всю программу. Это

количество диоксинов несопоставимо с данными по выбросу диоксинов мусоросжигательными печами, автомобильным транспортом, промышленными предприятиями, и назвать ракетно-космические ракеты «мощным источником» образования диоксинов, как это написано в данной статье, никак нельзя. Тем более, при утилизации ракет речь идет об интенсивном разовом уничтожении накопленных в течение нескольких десятилетий боевых ракет более быстрыми темпами, еже ли при обычном режиме производства, эксплуатации и ликвидации их после истечения гарантийного срока эксплуатации.

К сожалению, эксперимент, который был проведен в институте «Тайфун» [1] по исследованию продуктов сгорания твердого ракетного топлива был единственным. У многих ученых, особенно тех, кто работает в области ракетостроения, приведенные выше результаты исследований вызвали обоснованные сомнения. Теоретические расчеты предсказывают, что эти результаты сильно завышены. В России, как и в США сейчас существуют программы расчета равновесного состава продуктов сгорания любого топлива, отчасти ракетного топлива. На современном этапе при таких расчетах учитываются индивидуальные свойства почти 250 химических веществ. По заказу Российского Авиационно-космического агентства в городе Ижевске в лаборатории Ижевского технического университета в 2002 году были проведены такие расчеты [2]. В результате расчетов получено, что одна молекула диоксина может образоваться при сжигании 10000 тонн ракетного топлива.

Нам кажется, что при этих исследованиях была допущена принципиальная ошибка. Известно, что твердое ракетное топливо в составе ракетного двигателя горит при очень высокой температуре. В камере сгорания ракетного двигателя в зависимости от марки топлива температура находится в пределах 3300-3600К. При такой температуре в продуктах сгорания сложные органические и хлороорганические вещества образоваться не могут.

По видимому, при эксперименте в институте «Тайфун» температура в очаге горения не достигала высоких значений из-за кратковременности процесса горения и интенсивного обдува этого очага потоком воздуха. В этом случае при медленном охлаждении продуктов сгорания на поверхности фильтра, сыгравших роль катализатора, создались условия для образования диоксинов, т.е. установка превратилась в генератор диоксинов.

Поэтому все эти годы результаты данных исследований учеными-специалистами России в области ракетостроения воспринималась без особого доверия.

В 2002 году в Удмуртии (ФГУП «Воткинский завод») при з
ствовании лаборатории Башкирского республиканского научно-и
довательского экологического центра (БРЭЦ) были проведены и
дования продуктов сгорания твердого ракетного топлива, резуль
которых сильно отличаются от получешных ранее результатов [5].

Лаборатория БРЭЦ аккредитована на проведение определ
ПХДД/Ф объектах окружающей среды и биологических тканях, в
чая почву, донные отложения и продукты сжигания.

Результаты контрольных проверок Госстандарта РФ подтверж
положительными результатами международных интеркалибрацио
исследований, проведенных в 2000, 2001 и 2002 гг. (Швеция, уни
ситет Умее, матрица-зола сжигания, анализируемые компоненты
изомеров ПХДД/Ф и 12 ПХБ).

1. Экспериментальная установка

Для проведения эксперимента была разработана специальная у
новка (рис. 1). Сжигаемое твердое топливо (1) расположено вну
прочного теплоизолированного стального корпуса (2), образующе
сопловой частью (3) модельный ракетный двигатель. Топливо крепи
к корпусу при помощи компаундного клея (4).

Для обеспечения теплостойкости газовый тракт сопла облиц
графитом на подложке из теплоизоляционного материала, обычно
меняемого в ракетной технике.

К модельному двигателю герметично крепится цилиндрич
труба-газоход (5) из нержавеющей стали с гладкими внутренними с
ками длиной 1 м и диаметром 210 мм. Вдоль трубы на расстоя
330 мм друг от друга расположены 3 пояса с форсунками для под
охлаждающей воды. В каждом поясе расположены 8 струйных фо
нок диаметром 2,6 мм и в каждый пояс подается 1 кг/с воды под
лением 5 кг/см^2. Вдоль газохода расположены также преобразова
температуры и давления. В нижней конической части имеются сл
альные отверстия для слива воды с вентилем (9) диаметром 10 м
трубе-газоходу крепится цилиндрический резервуар объемом 2 м^3
изготовленный также из нержавеющей стали. В верхней части рез
ара вмонтировано центральное тело (11) с форсункой (12) для об
внутренних стенок бака во время сжигания и после сжигания топл
Центральное тело имеет возможность перемещаться на расстояние
На баке установлены также преобразователи температуры и давл
и дренажный штуцер с вентилем (14).

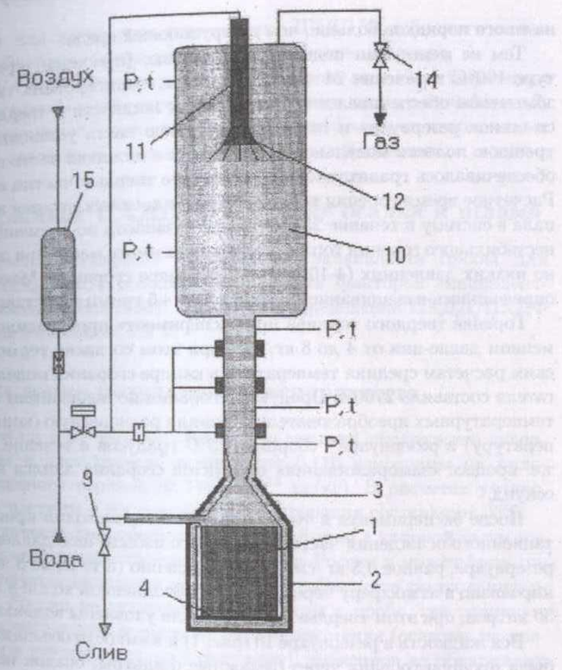


Рис. 1. Схема экспериментальной модельной установки.

В качестве охлаждающей жидкости используется обычная водопро-
одная вода.

2. Методика проведения эксперимента

Особых мер по очистке внутренних поверхностей установки не пред-
принималось. Логика эксперимента такова, что количество диоксинов,
фуранов, бифенилов, если они есть в продуктах сгорания, должно быть

на много порядков больше, чем в окружающей среде.

Тем не менее, бак подвергали промывке (пропарке) при темпе-
туре 100°C в течение 24 часов. Установка смонтирована таким об-
зом, чтобы обеспечивался свободный сток жидкости и твердых час-
со стенок резервуара и газохода в нижнюю часть установки (во в-
треннюю полость модельного двигателя и в нижнюю часть газохода
обеспечивалось гравитационное осаждение твердых частиц при отст-
Расчетное время горения топлива 20 секунд, охлаждающая вода пос-
пала в систему в течение 25 секунд, т.е. с запасом по времени на слу-
нестабильного горения топлива, что может иметь место при относите-
но низких давлениях (4-10 кг/см^2) в камере сгорания. Масса топл-
определялась взвешиванием с точностью +5 грамм и составило 3,38

Горение твердого топлива при эксперименте происходило при пе-
менном давле-нии от 4 до 8 кг/см^2, при этом согласно термодинами-
ским расчетам средняя температура в камере сгорания модельного д-
гателя составила 2700K. Продукты сгорания по показаниям первичн-
температурных преобразователей приняли равновесную (конечную т-
пературу) в резервуаре - сборнике 85°C градусов в течение 10 секу-
т.е. процесс «замораживания» продуктов сгорания длился не более
секунд.

После эксперимента в течение 20 часов происходил процесс гра-
тационного осаждения частиц, после чего избыточное давление газо-
резервуаре, равное 0,5 кг/см^2 , было медленно (в течение 3 часов) сд-
нировано в атмосферу через емкость, наполненной водой в количест-
30 литров, при этом твердые частицы были уловлены водяным столб-

Вся жидкость в резервуаре 10 (рис. 1) и в емкости объемом 30 литр-
была профильтрована через бумажные фильтры, осадок после суш-
проанализирован (проба №1). Проба №2 состояла из высушенного
постоянного веса шлама со дна газогенератора

3. Методика определения ПХДД/Ф

Количественный химический анализ полихлорированных дибен-
пара-диоксинов и дибензофуранов проводили методом изотопного р-
бавления с использованием высокоразрешающей хроматографии и в-
сокоразрешающей масс-спектрометрии по методу Федерального Аге-
ства США по охране окружающей среды №1613 «Tetra-throuth Oc-
chlorinated Dioxins and Furans by Isotope Dilution», Revision B, реком-
дованной IARC, рабочей группой Community Bureau of Reference of
Commission of the European Union и Агентством по охране окружаю-

среды США для проведения определения ПХДД/Ф в биологических тканях и в объектах окружающей среды на фоновом уровне.

Метод EPA 1613 предусматривает определение всех 17-ти токсичных изомеров диоксинов и дибензофуранов с атомами хлора в положении 2, 3, 7 и 8 – в двух бензольных радикалах, а также суммы их нетоксичных изомеров из одной пробы методом изотопного разбавления.

4. Содержание ПХДД/Ф в пробах осадка и шлама

Для расчета суммарного токсического эквивалента пробы для ПХДД/Ф (TEQ-WHO) использована система факторов эквивалентной токсичности (WHO-1998). Результаты определений ПХДД/ПХДФ представлены в таблицах 1 и 2.

5. Обсуждение результатов эксперимента

В расчете на 1 кг твердого ракетного топлива обнаружено супертроксикантов в диоксиновом эквиваленте 0,116 нанограмм на килограмм сожженного топлива ($0,116 \cdot 10^{-12}$ кг/кг). В расчетах учтено, что твердые частицы в составе продуктов сгорания составляют 33%.

Такое количеств диоксинов содержится обычно в уличной пыли малых с неразвитой промышленностью городов России и может быть отнесен к фоновую содержанию диоксинов на почве, хотя таких санитарных норм в России не установлено. При этом в пробе, где основную массу составляют крупные частицы оксида алюминия (осевшие на донную часть под действием силы гравитации), диоксинов не обнаружено вообще.

Полученные результаты сильно отличаются от результатов, полученных в Институте «Тайфун», а именно более чем в 1000 раз. И в результате утилизации ракет в Воткинском районе по американской технологии в окружающую среду диоксины могли попасть в количестве

Таблица 1. Суммарное содержание ПХДД/ПХДФ в пробах осадка с фильтров и шлама со дна газогенератора.

№ п/п	Шифр БРЭЦ	Характеристика пробы	№ прот.	WHO-TEQ, пг/г d.w.
1	Р-1	Осадок с фильтров 1-10	54/2002	3,49
2	Р-2	Осадок из жидкости и шлам	55/2002	ND

Таблица 2. Результаты изомерспецифического анализа ПХДД сборных пробах осадка и шлама, пг/г сухого веса пробы (NA – не лизировали ввиду сильной интерференции примесей, ND (0,1) – в наружено, в скобках приведено значение минимально детектируе уровня изомера).

ПХДД/Ф	P-1	
2378-ТХДД	ND (0,0.2)	ND (0
12378-ПнХДД	ND (0,0.6)	ND (0
123478-ГкХДД	NA	ND (0
123678-ГкХДД	ND (0,45)	ND (0
123789-ГкХДД	1,01	ND (0
1234678-ГпХДД	2,571,45	ND (0
ОХДД	5,434,75	ND (0
2378-ТХДФ	0,391,27	ND (0
12378-ПнХДФ	0,582,3	ND (0
23478-ПнХДФ	ND (1,1)	ND (0
123478-ГкХДФ	5,82	ND (0
123678-ГкХДФ	2,36	ND (0
123789-ГкХДФ	77 3,88	ND (0
234678-ГкХДФ	4,63	ND (0
1234678-ГпХДФ	3,3	ND (0
1234789-ГпХДФ	3,37	ND (0
ОХДФ	NA	ND (0

не миллиграммов, а микрограммов, как и предсказывали американ ученые.

В 2003 году были проведены дополнительно экспериментальные следования содержания диоксинов в окружающей воздушной среде сле выжигания топлива из ракетного двигателя [6]. Пустой обгорев корпус ракетного двигателя через 20 минут после выжигания топл был помещен в замкнутую камеру. После выдержки при температ окружающей среды 23-25 градусов в течение 3 суток. были взяты бы воздуха в этом помещении. В этих пробах диоксинов, фуран бифенилов не обнаружено вообще.

Также были проведены исследования проб почвы, взятой с терр рии, подвергавшейся в течение многих лет воздействию продуктов рания твердых ракетных топлив [6]. Обнаружено содержание диокс в почве 1,75 нг/кг. Исследуемая территория оказалось гораздо чем почва на сельской местности в Америке. Интересно сравнить

Таблица 3. Содержание ПХДД/ПХДФ в пробах при эксперимен тальных исследованиях в США (диоксиновый эквивалент токсичности, кг/кг).

Место пробы	Содержание
Жидкость в камере сжигания	$38,2 \cdot 10^{-18}$
Шлам-осадок в скруббере Вентури	$0,24 \cdot 10^{-12}$
Шлам-осадок в газо-кислом скруббере	$0,14 \cdot 10^{-12}$
Обгоревшие части корпуса камеры сгорания	$0,50 \cdot 10^{-12}$
Твердые отходы в камере сгорания	$3,62 \cdot 10^{-12}$

результаты с результатами, полученными американцами в Чайна Лей ке при отработке технологии утилизации ракетных двигателей твердого топлива. Они анализировали пробы, взятые в камере сжигания после очередного эксперимента. Это были пробы воды, шлама, обгоревших кусков двигателя [4]. Результаты сведены в таблицу 3.

Как видно из таблицы, получены количественные значения содержания супертоксикантов в диоксиновом эквиваленте токсичности такого же порядка, что и на нашем эксперименте. Известно, что мировая норма содержания диоксинов в почве 10 нг/кг ($10 \cdot 10^{-12}$ кг/кг), а ПДК диоксинов в питьевой воде в России 20 пг/литр ($20 \cdot 10^{-15}$ кг/кг). А указанные в таблице значения практически равны значениям ПДК для почвы (международные нормы) и ПДК для воды (российские нормы).

Выводы

1. Экспериментально доказано, что при сжигании твердого ракетного топлива, диоксины и диоксино подобные вещества образуются в незначительном количестве. По отношению к массе сжигаемого топлива концентрация диксинов не превышает установленных в мире значений ПДК для почвы.

2. Возможность загрязнения окружающей среды диоксинами или другими загрязнителями при утилизации жидкостных ракет необходимо установить только на основе научных исследований.

3. Утвердившуюся априори концепцию о ракетно-космической деятельности в России, как о мощном источнике образования диоксинов, необходимо признать необоснованной.

Список литературы

[1] Самсонов Д.П., Кирюхин В. П., Жирюхина Н.П., Перв на Р.И. Определение содержания полихлорированных дибен диоксинов, дибензофуранов, бифенилов и полиароматическо единений в продуктах сгорания твердого ракетного топлив Журнал аналитической химии – 1996, том 5, №11 – с. 1218-12

[2] Корепанов М.А. Расчетно-теоретические исследования воз ности выбросов в окружающую среду цианистых соединений оксинов, фуранов, бифенилов и ароматических углеводородов функционировании Комплекса утилизации ракетных двига твердого топлива. // Научно-технический отчет по НИР «Воз ствие», Ижевск, 2002 г.

[3] З.А. Тухватуллин Утилизация твердотопливных ракет страт ческого назначения в Удмуртии. – Воткинск, УР, МУП «Вот ская городская типография», 1999. – 39 с.

[4] Заключение экспертной комиссии государственной эколог ской экспертизы технико-экономического обоснования на ст тельство комплекса утилизации РДТТ МБР стратегического значения по технологии корпорации «Локхид Мартин» США Государственный Комитет Российской Федерации по охране о жающей среды. Государственная экологическая экспертиза Москва, 2000.

[5] Экспериментальные исследования продуктов сгорания твер топлив на содержание диоксинов, фуранов, бифенилов. – Нау технический отчет по НИР «Воздействие» – ФГУП «Воткино завод», 2002.

[6] «Экспериментально-теоретические исследования окружаю среды на содержание дтоксинов, фуранов , бифенилов и дру специфических компонентов на территории, подвергнутой длит ное время воздействию продуктов сгорания твердых раетных т лив». – Научно-технический отчет по НИР «Воздействие». – ФГ «Воткинсий завод», 2002.

Часть 3

Экологический мониторинг

СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД К ОПРЕДЕЛЕНИЮ СУТИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА

В.А.Алексеев
Ижевский государственный технический университет
Тел.: (3412) 21-29-33; E-mail: ava@lsai.pti.udm.ru

«Безотходные технологии необходимы,
но их недостаточно для преодоления
экологического кризиса!»
Н.Н.Моисеев

Введение

Современное существование и развитие человечества невозможно без развития цивилизации, связанной с добычей и использованием энергии. Если бы человечество решило использовать только возобновленные источники энергии, то это обеспечило бы наши потребности только на 10-12%, что потребовало сокращение потребностей каждого из жителей планеты в десять раз [1]. Поэтому поиск новых источников энергии, новых технологий является актуальной и постоянной задачей человечества. При этом возникают новые проблемы поиска взаимоотношений между Человеком и Природой. Значительное место среди них занимает оценка экологической ситуации на планете, а следовательно, на каждой территории, на каждом объекте нашей деятельности. Для этого необходим экологический мониторинг всех объектов жизнедеятельности человечества и окружающей нас среды (биосферы).

В настоящей статье я сделал попытку ответить на ряд ключевых вопросов, касающихся сути экологического мониторинга.

1. Что означает мониторинг?

Мониторинг переводится с английского как наблюдение, контро
Следовательно говоря о мониторинге окружающей среды или объек
мы имеем в виду контроль или наблюдение за ними. Но наблюдение
можем производить лишь тогда, когда априорно знаем наблюдаем
параметры и диапазон их величин или значений. Например, темпер
тура окружающей среды в диапазоне от - 50°C до +50°C, давле
воздушной ударной волны в диапазоне от 0 до 10 кг/см^2 при частоте
диапазоне от 0 до 10 кГц и т.п. Для того, чтобы задать эти парамет
необходимо иметь модель наблюдаемой среды или объекта или ста
стику имеющегося опыта. Необходимо также задать временные хар
теристики процесса наблюдения, контроля.

Вывод: Для обеспечения качественного мониторинга модель сре
или объекта должна быть наиболее достоверной и объективной. П
цесс мониторинга можно представить в виде схемы ряда последовате
ных действий: построение модели → определение параметров контр
→ измерение параметров → регистрация параметров → обработка
лученных результатов. При этом, если предположить, что модель н
тролируемой среды или объекта требует уточнения, то предложен
схема процесса может иметь обратные связи со всех этапов на пре
дущие, что делает этот процесс неустойчивым.

В этом случае должен существовать критерий устойчивости про
са мониторинга, заключающийся в ограничении условий задания ис
ной модели.

2. Понятие системы мониторинга

Под системой мониторинга будем понимать связанные единой с
мой технические, математические и организационные средства, по
ляющие производить контроль за объектом или окружающей средо
предоставлением результатов наблюдения в виде, позволяющем их
пользовать для достижения поставленной цели мониторинга. Систе
мониторинга это не совокупность (набор) перечисленных средств, а с
ный комплекс взаимодействующих через связи между ними средств

Эта особенность системы показывает, что взаимосвязь между вс
средствами мониторинга может быть различной и задание алгорит
этих связей, а также состав средств фактически определяют систе
мониторинга.

Вывод: для обеспечения эффективного и качественного монитори

состав и связи средств мониторинга должны быть правильно и объек
тивно определены.

Данный вывод говорит о возможности построения различных систем
мониторинга для одного класса объектов. Для построения системы мо
ниторинга необходимо не только знание модели наблюдаемого объекта,
но и основных целей и задач мониторинга.

3. Основные цели и задачи мониторинга

Основными целями экологического мониторинга являются:

- оценка состояния окружающей среды или объекта по контролируемым параметрам;
- инвентаризация выбросов объекта в различных режимах его работы;
- прогнозирование ситуации на объекте или в окружающей среде на определенном интервале времени;
- обеспечение экологической безопасности персонала или населения при функционировании объекта или при определенных изменениях в окружающей среде природного характера;
- оценка взаимовлияния ряда объектов и окружающей среды.

Для выполнения указанных целей в ходе экологического мониторинга должны решаться следующие основные задачи:

- построение модели исследуемого объекта или окружающей среды;
- определение перечня и диапазона величин контролируемых параметров;
- измерение и регистрация параметров мониторинга;
- обработка и анализ данных результатов мониторинга;
- управление процессом мониторинга;
- построение картины реальной ситуации на объекте или в окружающей среде;
- сравнение полученных данных мониторинга с заданными или прогнозируемыми;

- построение оценок прогноза ситуации;
- задание условий для обеспечения экологической безопасности пе сонала объекта и населения (передача информации в ведомств отвечающие за безопасность; информирование общественности населения и т.п.);
- выработка определяющих решений при мониторинге для выбо алгоритма контроля в случае различных режимов функционир вания объекта (нормальный, аварийный);
- предоставление данных мониторинга в виде, достаточном для вы полнения заданных для системы целей (электронная карта, табл цы, графики и т.п.).

Вывод: Создание системы мониторинга необходимо начинать с опр деления основных целей и задач мониторинга. При этом, собственно с стема экологического мониторинга организационно и информацион будет связана с другими системами, существующими в рамках поста ленной задачи. Поэтому проектирование современных систем монит ринга должно выполняться в едином информационном поле с други системами (например, система пожаротушения, система охраны объе тов, система принятия решений и действий в чрезвычайных ситуаци система медицинского мониторинга и др.).

4. Многоуровневые системы экологического мониторинга

Многоуровневость систем экологического мониторинга в основ рассматривалась с позиции многоуровневости получения информаци обеспечения экологической безопасности на указанной территории. О системы объектного, местного, регионального, национального и гл бального уровней. Подобное деление систем в России определено ряд нормативных и законодательных документов.

Однако, многоуровневость систем экологического мониторинга к сложных высокоорганизованных систем начала рассматриваться спец алистами в последние годы.

Это связано с двумя основными принципами создания современн систем экологического мониторинга:

- адаптивность системы экологического мониторинга для разл ных ситуаций на объекте и в окружающей среде;

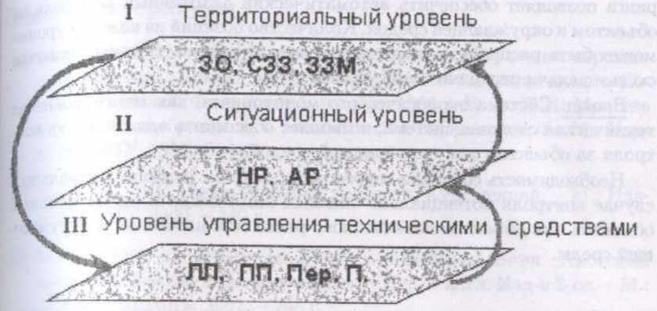


Рис. 1. Трехуровневая система экологического мониторинга.

- контроль за параметрами объекта определяется несколькими зонами контроля, например, производственная зона, санитарно-защитная зона, зона защитных мероприятий.

В этом случае многоуровневость или многоступенчатость можно представить в виде нескольких уровней контроля: уровень территориальный, уровень ситуационный, уровень управления техническими средствами и др. Причем все уровни связаны между собой, и результаты мониторинга адаптивно влияют на выбор управляющих решений проведения мониторинга на каждом уровне. На рис. 1 показан пример построения 3-х уровневой системы экологического мониторинга. Где ЗО – зона объекта, СЗЗ – санитарно-защитная зона, ЗЗМ – зона защитных мероприятий, НР – нормальный режим функционирования, АР – аварийный режим функционирования, ЛЛ – лазерный лидар, ПП – постоянный пост, Пер. П. – передвижной пост контроля.

Пусть на первом этапе объект функционировал нормально. В этом случае реальные размеры СЗЗ и ЗЗМ минимальные и достаточные для контроля при использовании средств ПП. В случае аварийного режима, который обнаружен ПП, система переходит в ситуационных уровнях на уровень АР. Соответственно, происходит перерасчет размеров зон СЗЗ и ЗЗМ, что, в свою очередь, требует включения дополнительных технических средств контроля – ЛЛ и Пер. П. и т.д.

Таким образом, многоуровневость системы экологического монито-

ринга позволяет обеспечить автоматический адаптивный контроль за объектом и окружающей средой. Количество позиций на каждом уровне может быть расширено, также как и число уровней системы, включая сюда и задачи передачи информации.

Вывод: Система экологического мониторинга, как многоуровневая техническая сложная система, позволяет обеспечить адаптивность контроля за объектом или окружающей средой.

Необходимость создания такого класса систем наиболее актуальна в случае контроля потенциально опасных химических и радиоактивных объектов или объектов повышенного риска для населения и окружающей среды.

5. Основные задачи использования систем экологического мониторинга на территориях Удмуртии

Можно выделить ряд важных характерных задач Удмуртии, где необходимо использование систем экологического мониторинга:

- постоянный контроль экологической обстановки в городах и районах республики с ежедневной информацией служб и ведомств, отвечающих за экологическую безопасность, а также населения Удмуртии, в том числе через сеть Internet;
- экологический контроль выбросов потенциально опасных промышленных объектов, в том числе химически опасных;
- инвентаризация выбросов парниковых газов для подготовки к реализации Киотского Протокола на территории Удмуртии;
- многоуровневый экологический мониторинг объектов повышенной опасности (арсенала хранения химического оружия, химически опасные производства и др.).

Выполнение указанных задач экологического мониторинга в нашей республике позволит не только принять меры по улучшению экологической обстановки и повышению экологической безопасности населения, но и снизить социальную напряженность, связанную с психологическими явлениями «фобии» и «недоверия». Все это позволит более эффективно реализовать в Удмуртии намеченные механизмы экологической доктрины России.

Список литературы

[1] Моисеев Н.Н. «Устойчивое развитие», или «Стратегия переходного периода». Доклад на заседании Высшего экологического Совета Российской Федерации 1 декабря 1994 г. В кн. Н.Н. Моисеев «Историческое развитие и экологическое образование». – М.: Изд-во МНЭПУ. 1995. С. 5-23.

[2] Калыгин В.Г. Промышленная экология. Курс лекций. – М.: Изд-во МНЭПУ. 2000. – 240 с.

[3] Майкл Грабб, Кристиан Вролик и Денкен Брэк Киотский протокол. Анализ и интерпретация. / Пер. с англ. Изд-е 2-ое. – М.: «Харвест-Принт». 2002. – 268 с.

[4] Аварии и катастрофы. Предупреждение и ликвидация последствий. Учебное по-собие в 5-ти книгах. Книга 5 / Под ред. В.А.Котляревского и А.В.Забегаева. – М.: Изд-во АСВ. 2001. – 416 с.

[5] Алексеев В.А., Арефьев А.В., Габричидзе Т.Г., Заболотских В.И. Адаптивный экологический мониторинг окружающей среды // Экология и промышленность. 2002, октябрь. С. 11-13.

ТЕРРИТОРИАЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО НОРМИРОВАНИЯ

В.И.Стурман, С.А.Гагарин, О.В.Гагарина

Географический факультет
Удмуртского государственного университета

Тел.: (3412) 52-64-00; E-mail: st@uni.udm.ru

Введение

Экологическая безопасность населения достигается путем регламентации и контроля химических, физических и биологических параметров среды, окружающей человека в местах проживания и отдыха, на рабочих местах, в быту. Регламентация распространяется на атмосферный воздух и воздух помещений, поверхностные и пресные подземные воды, физические поля, почвы и грунты населенных пунктов и сельскохозяйственных угодий, продукты питания, питьевую воду, и включает сложную систему государственных стандартов, санитарных норм и правил, строительных норм и правил, иных нормативных документов. При их разработке традиционно рассматривается ряд аспектов: медико-биологические, физико-химические, технологические, экологические, экономические, социальные. Однако в силу исторически сложившихся обстоятельств, как в нашей стране, так и за рубежом, указанные аспекты проблемы экологического нормирования разрабатывались практически без участия географов, а в отдельных случаях и в условиях нехватки у разработчиков элементарных географических знаний. Это, как будет показано ниже, негативно сказалось на принятых подходах к решению проблемы загрязнения окружающей среды, и в частности на механизме использования экономических рычагов.

Новый федеральный закон Российской Федерации «Об охране окружающей среды» [25] декларирует переход от господствовавшего до сих пор гигиенического нормирования к экологическому, что предполагает

учет природных особенностей территорий и акваторий при установлении нормативов качества окружающей среды, допустимого воздействия на окружающую среду, допустимой антропогенной нагрузки на окружающую среду, а также учет географических, природных, социальных, экономических и иных особенностей территорий субъектов Российской Федерации при установлении дифференцированных размеров платы за негативное воздействие на окружающую среду. Однако конкретный механизм учета природных особенностей, как и перечень особенностей, подлежащих учету, пока не разработан. Вероятно, разработка этих вопросов станет в ближайшие годы одним из основных дел российских географов.

1. Проблема учета пространственно-временной дифференциации экологических факторов

Управление качеством окружающей среды в современной практике природопользования осуществляется на принципа «загрязняющий платит». Согласно этому принципу, цена товара или услуги должна полностью отражать издержки производства и стоимость использованных ресурсов, включая ресурсы экологические [22]. Использование воздуха, воды или земли для выброса, сброса, ликвидации или хранения отходов рассматриваются как такое же использование ресурсов, как и другие традиционные факторы производства, включая использование трудовых и материальных ресурсов. Известно, что любые бесплатные ресурсы, используются неэффективно и быстро деградируют (явление, именуемое в зарубежной литературе «трагедия общинных земель» [15]). Кроме того, бесплатность или заниженная стоимость экологических ресурсов позволяет производителям, не заботящимся о снижении экологических издержек получать конкурентные преимущества (экологический демпинг). Для практического решения задачи определения размеров платежей за загрязнение в мире выработано три способа:

- административно устанавливаемые платежи за выброс, сброс или захоронение единицы загрязняющего вещества, с возможной корректировкой с помощью поправочных коэффициентов, для учета условий загрязнения (европейский вариант, принят и в России);
- аукционная продажа квот на загрязнение, с последующим образованием их вторичного рынка (американский вариант);
- определение размеров платежей на основе соглашений между

предприятиями и органами местной администрации (самоуправления), с учетом как объемов и степени опасности загрязняющих веществ, так и общей экологической и социально-экономической ситуации в данном районе (японский вариант).

При реализации европейского варианта нормирования размеры платежей определяются на основе гигиенических критериев: для химического загрязнения это предельно допустимые концентрации (ПДК), для физического загрязнения – предельно допустимые уровни (ПДУ). За предельно допустимые принимают такие концентрации химических веществ и уровни интенсивности физических полей, которые не вызывают каких-либо патологических изменений или заболеваний, обнаруживаемых современными методами, а также не нарушают биологического оптимума для человека. Для недостаточно изученных веществ с помощью упрощенных процедур (расчеты, аналогии с близкими по свойствам веществами) временно устанавливаются безопасные ориентировочные уровни воздействия (ОБУВ) и ориентировочные допустимые уровни (ОДУ).

Подобные системы нормирования загрязнения окружающей среды действуют в большинстве стран мира. При этом ПДК, принятые в разных странах для одних и тех же веществ, нередко различаются во много раз. Принятые в России ПДК одни из наиболее жестких в мире и по многим веществам ниже аналогичных стандартов, принятых, например, в США, на 1-2 порядка. Однако жесткость ПДК не тождественна их эффективности, т.к. провоцирует массовые нарушения или местное нормотворчество с сомнительным эколого-гигиеническим и правовым обоснованием. Стандарты Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) постепенно получают признание в качестве универсальных, но и они, как правило, «мягче» российских.

Повышенная строгость российских гигиенических стандартов отчасти может быть признана оправданной с учетом суровости климатических условий (см. ниже), однако научное обоснование этого отсутствует. Фактически различия в стандартах качества окружающей среды связаны с тем, что в разных странах в тех или иных соотношениях используются различные по содержанию подходы к выбору принципов экологического нормирования:

- учет технологических возможностей снижения или сдерживания роста загрязнения;
- учет экономических возможностей, с установлением стандартов на таком уровне, чтобы затраты на их достижение были не больше ущерба от неконтролируемого загрязнения;
- ориентация на недопустимость любых изменений состояния окружающей среды («экологические» ПДК);
- ориентация на недопустимость прямых или косвенных вредных воздействий на людей (гигиенические ПДК).

Последнее, безотносительно к экономическим и технологическим реалиям, пока фактически принято в нашей стране; следствием этого стало фактическое превращение ПДК в единицы измерения. Однако в новом законе об охране окружающей среды [25] (статья 1) нормативы предельно допустимых концентраций определяются как показатели, несоблюдение которых может привести к загрязнению, ухудшению и (или) разрушению природной среды. Здесь содержится важное отличие от закона 1991 г., где в статье 26 содержалось указание на установление нормативов в интересах, прежде всего, охраны здоровья человека. Т.е. новый закон, в отличие от старого, не дает оснований для фактического сведения экологического нормирования гигиеническому.

Гигиенические стандарты (ПДК, ПДУ) устанавливаются на основе гигиенических и эколого-эпидемиологических исследований (когортные исследования, эксперименты с использованием подопытных животных), выполняемых в стандартных лабораторных условиях, и поэтому не предполагают воздействия на саму среду, а также учета географических характеристик. Последнее обстоятельство не может не снижать эффективность гигиенического нормирования. В частности остаются совершенно неизученными вопросы сочетанного воздействия на человека загрязнения и климатических факторов. Климатические факторы загрязнения рассматриваются лишь в аспектах условий рассеяния. В новейшей сводной работе по экологической климатологии [7] метеотропные реакции и заболевания, биоклиматические индексы и вопросы загрязнения атмосферы рассматриваются в разных разделах, без какой-либо связи. Между тем такие факты, как повышенное распространение в районах с суровым климатом воспалительных процессов [7], гипервентиляция легких как адаптивная реакция [20], и не менее известные явления поражения верхних дыхательных путей при загрязнении атмосферы взвешенными частицами, оксидами серы и азота [19] не могут не означать, что воздействие указанных загрязняющих веществ в условиях климатического дискомфорта проявляется сильнее, чем в умеренном климате. С другой стороны, общеизвестно оздоравливающее влияние благоприятных климатических условий, что широко используется

в практике климатотерапии. Таким образом, в разных климатических условиях воздействие одних и тех же загрязняющих веществ проявляется по-разному. При отсутствии экспериментальных данных, предварительно могут быть выделены следующие направления исследования сочетанного воздействия климатических факторов и загрязнения:

- определение пределов «нормального» климата, на который может быть корректно распространена существующая система гигиенического нормирования, не предусматривающая учет климатических особенностей;
- исследование связей между показателями климатического дискомфорта и усилением воздействия наиболее распространенных загрязняющих веществ;
- исследование компенсационных эффектов благоприятного климата;
- исследование сезонной динамики заболеваний, связанных с загрязнением воздушного бассейна, как возможный подход к сезонной дифференциации гигиенических нормативов.

Система разработки ПДК и ПДУ на основе экспериментального определения безопасных концентраций и уровней малопригодна для воздействий, имеющих беспороговый характер, т.е. оказывающих вредное влияние при любых, в т.ч. сколь угодно малых дозах (радиация, некоторые особо опасные вещества канцерогенного и мутагенного действия). В связи с этим существует еще один подход к выбору критериев нормирования загрязнения окружающей среды – оценка риска и управление риском. В качестве допустимого принимается уровень риска, с которым человек сталкивается в повседневной жизни: риск гибели вследствие природных и техногенных катастроф, дорожно-транспортных происшествий с тяжкими последствиями и т.п. Допустимым считается риск порядка 10^{-6} [1]. При этом, однако, важно иметь в виду, что территориальные и временные различия в уровнях риска оказались настолько значительны, что стали складываться соответствующие научные направления – география и история риска [10]. В настоящее время в силу высокой степени износа основных производственных фондов риск техногенных катастроф в России на 1-2 порядка превышает аналогичные показатели в экономически развитых странах [1]. Однако принятие фактических («неестественных») уровней риска в качестве приемлемых заведомо недопустимо в силу причин социального

характера, что не снимает проблему выбора в качестве приемлемого такого уровня риска, который в наибольшей степени соответствовал бы природным и социально-экономическим реалиям стран и регионов [3]. В таком контексте показатели фактического уровня риска, основанные на достоверных статистических данных, могли бы рассматриваться в качестве объективных и весьма информативных интегральных характеристик социально-экономической и экологической обстановки в пределах городов, регионов, государств.

2. Проблема полноты учета экологических факторов

Существующая система экологического нормирования критикуется по ряду позиций: отсутствие учета воздействия на другие биологические виды и экосистемы в целом, недостаточная проработанность методов учета одновременного воздействия многих веществ, зависимость от обеспеченности природоохранных служб средствами инструментального контроля и методиками, избирательность контроля (во времени, в пространстве и по составу ингредиентов), недостаточность учета природного фона и его территориальной дифференциации. В качестве альтернативы системе ПДК, ПДВ и ПДС обычно предлагаются биоиндикаторы, т.е. организмы, чутко реагирующие на изменения состояния окружающей среды. Однако контроль на основе наблюдений за биоиндикаторами также сопряжен с рядом проблем, в т.ч. таких, как неоднозначность реакций организмов и сложность их интерпретации в категориях качества среды [4]. Для того чтобы данные о состоянии биологических объектов могли быть проинтерпретированы в категориях качества среды, необходимо обеспечить: а) генетическую однородность материала; б) высокую избирательность биоиндикационных реакций. Обе задачи могут быть эффективно решены лишь в искусственных условиях. Так, в Нидерландах, имеющих площадь 41,5 тыс. км^2, кроме 220 обычных станций мониторинга на основе физико-химических методов анализа, существуют 40 станций биомониторинга, где ведутся наблюдения за растениями, полученными из эталонных семян и произрастающими в искусственно поддерживаемых стандартных условиях [5]. Без соблюдения указанных условий, обеспечивающих возможность интерпретации результатов в категориях качества среды, биоиндикационные исследования имеют тенденцию сводиться к чисто биологическим. Решение же задач экологического нормирования на основе изучения реакций на организменном уровне *«...хотя и обеспечит полную занятость биологов*

статье 14 предусмотрен учет географических, природных, социальных, экономических и иных особенностей территорий субъектов Российской Федерации при установлении дифференцированных размеров платы за негативное (вредное) воздействие на окружающую среду. Однако конкретный механизм учета природных особенностей, как и перечень особенностей, подлежащих учету, пока не разработан.

Объемы выбросов и сбросов определяют расчетным путем на основе отраслевых нормативов, с учетом продолжительности работы единиц оборудования и удельных выбросов от них и лабораторно-инструментальным путем, на основе отбора и анализа проб отходящих газов. При проведении инвентаризации источников загрязнений объемы выбросов определяются по продолжительности работы и удельным выбросам оборудования применительно к каждой точке выброса. Далее в статистических формах 2-ТП (воздух), 2-ТП (водхоз), 2-ТП (токсичные отходы) данные обобщаются для предприятий; в Государственных докладах и Ежегодниках – на местном, региональном и общегосударственном уровнях. Поскольку информация об объемах образования и выделения загрязняющих веществ используется для оформления разрешений на выброс (сброс, захоронение) отходов и определения размеров платы за природопользование, недостатка в такой информации не ощущается.

Контроль источников и объемов загрязнения атмосферы проводится в рамках действующей системы экологического нормирования. Формой разрешения является устанавливаемый для каждого конкретного источника и предприятия в целом предельно допустимый выброс (ПДВ), пересматриваемый раз в 5 лет, или (до его установления) временно согласованный выброс (ВСВ). ПДВ определяется расчетным путем, с использованием типовой методики ОНД-86 [13] и реализующей ее сертифицированных программных средств. За ПДВ по каждому веществу принимается выброс, который с учетом мощности источника, климатических характеристик, фонового уровня загрязнения атмосферы, не приведет к превышению ПДК в 95% случаев. Поскольку методика ОНД-86 предназначена для решения конкретной задачи расчета предельно допустимых выбросов при малоблагоприятных для рассеяния метеоусловиях, в ней не предусмотрен расчет полей загрязнения при конкретных метеоусловиях [26]. Для учета циркуляционных особенностей атмосферы в методике ОНД-86 принят коэффициент А, который устанавливается для крупных регионов, границы которых указаны не с природно-территориальным районированием, а с политико-административным делением и параллелями. Сходимость зон с различными значениями коэффициент А с районированием по величине потенциа-

ала загрязнения атмосферы [2] практически отсутствует. Напрашивающееся очевидное решение – дифференциация указанного параметра по зонам с различными значениями ПЗА – не реализуется, видимо, в силу недостаточной географической подготовки работников природоохранных служб.

Влияние рельефа на перенос загрязняющих веществ должен учитывать «коэффициент рельефа» h. Однако при перепадах до 50 м/км принимается равным единице, что на практике означает исключение из расчета влияния городской застройки. В последних разработках (программных продуктах, реализующих методику) предусматривается учет застройки, что резко повышает требования к возможностям используемой вычислительной техники. Внедрение усовершенствованных расчетных методик сдерживается также в связи с необходимостью использования громоздких цифровых моделей местности, в которых элементы застройки рассматривались бы как формы рельефа с соответствующими морфометрическими характеристиками. Однако многократно возросшие за последние годы (и продолжающие расти впечатляющими темпами) возможности вычислительной техники уже сейчас делают возможным постановку и решение подобных задач.

Методика ОНД-86 [13], будучи единственной официально сертифицированной в России, в то же время является одной из многих методик математического моделирования переноса загрязняющих веществ в атмосфере. Так, в США для аналогичных целей применяются многочисленные модификации уравнения турбулентной диффузии Гаусса; в России разработаны как более простые, так и более сложные методики, например гидротермодинамическая модель А.С. Гаврилова. Сопоставление полей концентраций от постоянно действующих точечных источников, рассчитанных с помощью разных методик выявило значительные различия: отличаются даже формы факелов, а концентрации примесей в конкретных точках могут расходиться на целые порядки. Общими чертами существующих методов математического моделирования процессов переноса загрязнений в атмосфере являются: полная зависимость результатов от достоверности параметров источников загрязнения, а также отсутствие всесторонней экспериментальной проверки. Последняя требует масштабных полигонных измерений, с использованием наземных, лидарных, аэрологических и самолетных наблюдений, что по причине высокой стоимости трудноосуществимо [26].

Учет природного фона в рамках действующей методики формально предусмотрен. Однако ввиду недостаточности сети мониторинга за фон принимаются многолетние характеристики по ближайшим постам на-

блюдения за загрязнением атмосферы (ПНЗ), как правило, значительно отстоящим от оцениваемых районов. В крупных городах расстояния до ближайших ПНЗ может составлять несколько километров, тогда как фактические уровни загрязненности существенно различаются по разные стороны домов, выходящих на магистральные улицы. В сельской и лесной местности, вне зависимости от конкретных особенностей, времен года, и т.д., используются осредненные данные по ПНЗ в малых городах. В результате учет природного фона сводится к покупке инвесторами у территориальных подразделений гидрометслужбы весьма дорогостоящих, но идентичных по содержанию, «справок о фоне» – разновидности административного рэкета.

При наличии в России 18,6 тыс. предприятий, включающих более 955 тыс. источников загрязнения атмосферы [27], каждый из которых выбрасывает, как минимум, 5-10 ингредиентов, ориентировочное количество ежегодно определяемых и контролируемых параметров загрязнения только воздушной среды составляет (не принимая в расчет автотранспорт) величину порядка $n \cdot 10^7$, что на 4-5 порядков превышает число контролирующих работников природоохранной службы (как правило, не имеющих ни аналитического оснащения, ни транспорта). Прошедшее в последние годы сокращение аппарата государственных природоохранных органов, в точном соответствие с законом Паркинсона, в наибольшей степени сказалось на низовых работниках – инспекторах, что еще более усугубило данную диспропорцию.

Перечисленные недостатки системы нормирования загрязнения атмосферы не могут не сказываться на результатах. По материалам исследования в г. Кирово-Чепецке [11] оказалось, что удовлетворительная сходимость между рассчитанными с помощью методики ОНД-86 (том ПДВ города) и фактически измеренными (по данным мониторинга) максимальными концентрациями 5% повторяемости (не превышаемыми в течение 95% времени) является не правилом, а исключением (3 случая из 21). Совпадения или близкие значения были отмечены дважды по ртути (за два разных года) и 1 раз по аммиаку. Еще в 9 случаях (пыль, диоксид серы, оксид углерода, аммиак) расчетные и измеренные концентрации оказались величинами одного порядка, различающимися в 2-10 раз. В 9 случаях, для малораспространенных специфических веществ, расхождения превысили один порядок.

За выброс загрязняющих веществ в пределах экологически неблагополучных территорий ономических районов такой коэффициент составляет 1,9; для Северо-Западного – 1,5; для Волго-Вятского – 1,1; для Уральского – 2,0 и т.д. [18]. Однако в силу неоднородности терри-

торий по природным условиям и по величине антропогенной нагрузки, такой принцип дифференциации повышающих коэффициентов далек от научно обоснованного. Поскольку границы экономических районов проходят, как правило, среди малонаселенной местности, это способно в большей мере искажать инвестиционный климат, нежели выправлять экологические диспропорции.

Нормирование загрязнения водной среды осуществляется в рамках принципов гигиенического нормирования, но в то же время имеет ряд особенностей. Нормативы качества воды устанавливаются по-разному, в зависимости от характера использования водоемов: для хозяйственно-питьевого водоснабжения, для рекреационных или рыбохозяйственных целей. Соответственно, различают предельно допустимые концентрации для разных категорий водоемов: ПДКв, ПДКвр. Поскольку характер воздействия загрязняющих веществ на организмы неодинаков, различают отдельные группы нормативных показателей по видам воздействия - лимитирующим признакам вредности (ЛПВ) – органолептическому, общесанитарному, санитарно-токсикологическому. Для водоемов различного назначения ПДК одного и того же вещества могут быть установлены по разным ЛПВ.

Нормативы качества воды разрабатываются на основе санитарно-гигиенических и рыбохозяйственных требований. Для хозяйственно-питьевого водопотребления они относятся к так называемому контрольному створу (в 1 км выше створа нижележащего после выпуска сточных вод водозабора). При этом расстояния по течению между створом выпуска сточных вод и контрольным створом могут исчисляться километрами. Такой подход явно недостаточен, так как необходимо обеспечить сохранение и нормальное функционирование всех биоценозов, населяющих водоем в любой точке. Т.е., наряду с существующим санитарно-гигиеническим и рыбохозяйственным нормированием появилась задача экологического нормирования.

Разработка экологических нормативов сталкивается с серьезными методологическими трудностями, поскольку действие загрязняющих веществ на биологические системы разного уровня имеет специфику и зачастую проявляется при разных концентрациях. Строго говоря, существует шесть базовых биологических систем: молекулы носителя наследственной информации в клетке, сами клетки, организмы и их популяции, биогеоценозы (экосистемы) и биосферы в целом. Экологически допустимые концентрации на разных уровнях биологической организации должны отличаться [23]. В большинстве случаев задача экологического нормирования заключается в сохранении биогеоценоза (экосисте-

хотя такой сток является неотъемлемым звеном в общей системе циркуляции загрязняющих веществ. Особую необходимость он приобретает для водосборных бассейнов малых городов, не имеющих ливневой канализации. Параметром мониторинга поверхностного стока является его качественно-количественная характеристика (ККХ) [6], складывающаяся из трех основных составляющих: расхода сточных вод, качества поверхностного стока и режима их поступления.

Параметр расхода в настоящее время определяется по существующим методикам с достаточной точностью. Важно при этом обосновать методику определения расходов – период наблюдения, частоту замеров и т.д.

Параметр качества поверхностного стока можно ориентировочно рассчитать, зная потенциальные источники (предметы разрушения дорожных покрытий, почво-грунты, места хранения и проведения погрузо-разгрузочных работ сыпучих и жидких продуктов и т.п.), и вероятное направление движения загрязнения.

Физические типы загрязнений (другое название – энергетические), согласно современным представлениям, представлены тремя группами излучений:

- механические (шумы, вибрации, инфразвук, ультразвук);
- электростатические (магнитостатические);
- электромагнитные (промышленные частоты, радиочастоты, СВЧ-диапазон, миллиметровый диапазон, ИК излучения, УФ загрязнение, рентгеновские и $\alpha - \beta - \gamma$ излучения) [9].

Контроль за физическими полями в России ведется по первой и третьей группе излучений, из них наиболее тщательно проверяются «силовые» типы загрязнений – ионизирующие излучения. В 1994 году Продовольственной и сельскохозяйственной организацией ООН, Международным агентством по ядерной энергии были приняты нормы радиационной безопасности, которые через два года были утверждены в России в виде документа НРБ-96. Для определения поглощенной дозы используют соотношение: $D = \frac{\triangle E}{\triangle m}$, где $\triangle E$ – средняя энергия, переданная ионизирующим излучением веществу, находящемуся в макроскопическом объеме с массой $\triangle m$, выражается в системе СИ – грей (1 Гр = 1 Дж/кг). Основной единицей в области радиационной безопасности является эквивалентная доза для излучения определенного вида и измеряется в зивертах (1 зиверт = 1 Дж/кг). Существующие нормативы делятся на 3 класса для двух категорий населения: лиц, работающих

с техногенными источниками загрязнения, ионизирующими излучениями, и не имеющие частого контакта с источниками излучений [21].

- В первой категории нормативов устанавливаются основные дозовые пределы техногенного облучения в контролируемых условиях (не аварийных), не включающие дозы от природных и медицинских источников;
- Во второй группе нормативов включены допустимые уровни монофакторного облучения, определен предел годового поступления радионуклида, нормируется активность радионуклидов в воздухе, питьевой воде и пище;
- К третьей группе относятся значения контрольных доз и уровней облучения устанавливаемые администрацией учреждения (с согласованием органов Госкомсанэпидемнадзора).

Из других типов загрязнений физическими полями, особо выделяются акустические поля и связанные с ними шумовые загрязнения. Их нормирование предполагает определение эквивалентного уровня шума от источника излучения в заданный интервал времени при наибольших значениях в дневное и ночное время суток. Учет может проводится как суммарно, так и дифференцированно по частотным характеристикам (в виде октав и треть-октав) от 20 Гц до 20000 Гц. Нормируются также частоты ниже слышимого для человека порога (20 Гц) – область инфразвука, выше 20000 Гц – ультразвука, и вибрация. Контроль ведется приборами шумомерами или расчетными методами, причем расчетные методы в настоящее время являются усовершенствованными и, следовательно, объективными. Предприятия, которые можно отнести к разряду «шумных» (например, различные депо, кузнечно-прессовые цеха) обязаны иметь «акустический паспорт предприятия» Недостатком нормирования в области шумового загрязнения в настоящее время можно считать: непродуманность методов принуждения выполнения санитарных норм, отсутствие ПДУ шумовой нагрузки для охраняемых природных территорий, отсутствие учета совместных эффектов с некоторыми загрязняющими веществами в атмосферном воздухе (например, с оксидом углерода).

Учет территориальных различий при нормировании физических факторов практически отсутствует, однако в рамках существующей практики влияние таких особенностей достаточно корректно исключается. Для этого измеряемые и нормируемые параметры относят к некоторым условным моментам (конкретные даты для уровней радиации;

[19] Ревич Б.А. Загрязнение окружающей среды и здоровье населения. Введение в экологическую эпидемиологию. – М.: Изд. МНЭПУ, 2001. – 264 с.

[20] Руководство по медицинской географии / Под ред. А.А. Келлера, О.П. Щепина, А.В. Чаклина. – СПб.: Гиппократ, 1993. – 352 с.

[21] Смирнов С.Н Радиационная экология. Учебное пособие. – М., Изд-во МНЭПУ, 2000. – 334 с.

[22] Совершенствование контроля за реализацией мер природоохранной политики. ОЭСР. Монографии по охране окружающей среды. №8. Париж, 1987.

[23] Стахов А.А Экологическое нормирование – основа природоохранной работы /Вода и экология. Проблемы и решения, №1, 2001. – С. 62-63.

[24] Стурман В.И., Малькова И.Л. Картографирование экологической обстановки (на примере Ижевска) // Известия Русского Географического общества, 1997. Т.129. Вып.2. – С. 26-32.

[25] Федеральный закон Российской Федерации «Об охране окружающей среды» // Российская газета, №6, 2002.

[26] Экологический программный комплекс для персональных ЭВМ. Теоретические основы и руководство пользователя ЭПК «ZONE» /Под ред. А.С.Гаврилова. СПб.: Гидрометеоиздат, 1992, 166 с.

[27] Экологическое состояние территории России / Под ред. С.А. Ушакова, Я.Г. Каца. – М.: Изд. центр «Академия», 2001.

[28] Экология: учебник для технических вузов. / Л.И. Цветкова, М.И. Алексеев и др. – М.: Изд-во АСВ, СПб.: Химиздат, 1999. 488 с.

ОСНОВНЫЕ ФУНКЦИИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ПРИ АВАРИЙНЫХ СИТУАЦИЯХ НА ПОТЕНЦИАЛЬНО ОПАСНЫХ ОБЪЕКТАХ

В.И.Заболотских

Физико-технический институт УрО РАН, г. Ижевск

Тел.: (3412) 21-29-33; E-mail: zabvi@lsai.pti.udm.ru

Аварии и катастрофы характеризуются процессами техногенного характера (возгорания, аварийные взрывы, выбросы радиоактивных и токсичных продуктов), или же резкими изменениями внешних условий природного характера (землетрясения, оползни, ураганы, селевые и снежные лавины) [1] и являются скоротечными процессами импульсного характера. Эти скоротечные процессы, назовем их «аварийными», оказывают воздействия, вызывающие опасность разрушения различных объектов, угрожающие жизни людей и приводящие к экологическим загрязнениям.

Анализ существующей системы управления территориями показывает, что для быстропротекающих чрезвычайных ситуаций (ЧС) критическим параметром является время принятия решений, от которого зависит величина ущерба и потерь. Так нормативное время принятия решения при аварии с аварийно химически опасными веществами (АХОВ) составляет три минуты с момента начала аварии [2].

Для адекватного реагирования в таких ЧС необходимо знание динамики развития «аварийных» процессов. Существующие же системы наблюдения потенциально опасных объектов, например, система экологического мониторинга при уничтожении химического оружия в Саратовской области [3], в основном ориентированы на предупреждение аварийных ситуаций и не дают представления о динамике развития скоротечных «аварийных» процессов.

Поэтому целесообразно, чтобы средства наблюдения (мониторинга) имели 2 режима работы:

- наблюдение и непрерывный контроль с целью обнаружения признаков «аварийного» процесса;
- регистрация параметров «аварийного» процесса и динамики развития в случае его обнаружения.

При этом необходимо учитывать особенности мониторинга «аварийных» процессов потенциально опасных объектов:

- пространственная масштабность измерений;
- длительный интервал ожидания (мониторинга) факта ЧС;
- скоротечность «аварийного» процесса (выброс, взрыв).

Такие режимы наблюдения с учетом особенностей мониторинга потенциально опасных объектов могут быть реализованы в интеллектуальных системах на базе регистрирующих средств измерений (РСИ) с возможностью анализа измеряемых параметров в масштабе реального времени [4]. При этом автоматическое переключение из первого режима во второй можно определить как автоматический запуск таких средств по обнаружению признаков «аварийного» процесса на длительном интервале наблюдения [5,6].

Таким образом, для выполнения функции регистрации параметров аварийного процесса, система экологического мониторинга должна обладать многоканальностью, иметь большую номенклатуру и количество датчиков различного типа, адаптивные алгоритмы распознавания, обработки и регистрации информации о параметрах аварийных процессов импульсного характера, проявляющих себя на длительном интервале наблюдения и характеризующихся:

- непредсказуемым моментом времени начала аварийного процесса;
- широким частотным диапазоном регистрируемых сигналов;
- невоспроизводимостью комплекса аварийных сигналов, так как каждая ЧС индивидуальна и непредсказуема;
- зашумленностью измерительных сигналов за счет достаточно больших территорий контроля;

Рис. 1. Структура интеллектуальной пространственно распределенной информационно-измерительной системы.

- разнообразием типов и большим количеством датчиков, участвующих в мониторинге.

Эти причины, в основном, определяют сложность построения систем экологического мониторинга объектов хранения и уничтожения химического оружия и классифицируют их как пространственно распределенные информационно-измерительные системы.

Можно предложить следующую концепцию построения интеллектуальной пространственно распределенной информационно-измерительной системы (рис.1), в которой выделены три важнейших этапа преобразования информации: аналоговая часть А, цифровая часть Ц и центр программно-алгоритмической обработки.

Аналоговая часть системы А обеспечивает аналоговую обработку (кондиционирование) континуальных измерительных сигналов:

- согласование с датчиками;
- фильтрацию помех;
- усиление;

- нормирование;
- согласование с цифровой частью системы.

Цифровая часть системы Ц обеспечивает:

- преобразование аналоговых сигналов в цифровой вид;
- анализ и поиск в реальном масштабе времени «аварийного» сигнала;
- запоминание измерительной информации с учетом времени ее поступления;
- передача ее в центр обработки информации.

Задача регистрации параметров аварийного процесса системой экологического мониторинга заключается в обеспечении регистрации информации на длительном интервале наблюдения, когда идет непрерывный процесс измерения, при применении автоматических помехоустойчивых методов принятия решений о регистрации параметров процесса (включения регистраторов) по распознаванию «аварийных» сигналов в реальном масштабе времени.

Алгоритм принятия решения в реальном масштабе времени о регистрации «аварийных» сигналов на основе анализа измерительной информации:

1) преобразование аналоговых сигналов с датчиков в цифровой вид $f_j(t) > X_j(t_i)$;
2) анализ сигналов с датчиков $X_j(t_i)$ в реальном масштабе времени:
   - выделение заданных априорно характеристик j-го сигнала $F(X_j(t_i), t_i)$;
   - сравнение с обобщенной априорной моделью данного класса сигнала W_j;
   - автоматическое принятие решения о регистрации сигнала;
3) регистрация j-го сигнала $X_j(t_i)$;
4) передача данных в центр обработки информации.

Возможный выброс АХОВ при аварии является в большинстве случаев вторичным явлением, следствием других (первичных) процессов – взрыв, пожар, наводнение, землетрясение, непрогнозируемый удар и т.п. Методология мониторинга потенциально опасного объекта и окружающей среды заключается в том, что производится постоянное измерение параметров не только характеризующих возможный выброс АХОВ, но и параметров, которые характеризуют «аварийный» процесс на объекте с последующей их корреляцией для определении ситуационной модели развития ЧС на основном объекте и внешней среде, находящихся в выделенной зоне контроля. Развитие аварийной ситуации наиболее объективно и оперативно может быть предсказано только на основании корреляции ряда параметров мониторинга объекта хранения и уничтожения химического оружия и окружающей среды.

К таким параметрам относятся:

- концентрация АХОВ на объекте и в окружающей среде;
- давление во фронте ударной волны при взрывном характере выброса, непрогнозируемом ударе;
- температура конструкций и окружающей среды при взрыве, пожаре;
- световое излучение от пожара, вспышки при взрыве;
- ускорение на элементах конструкций и зданий при взрыве, землетрясении;
- подтопление объекта при наводнении или другом непредсказуемом стихийном бедствии.

Каждый аварийный сигнал с датчиков вышеперечисленных типов имеет некий обобщенный характерный вид (эталон). Такой эталон, например, можно сформировать на основе статистического обобщения (усреднения) нескольких десятков аварийных сигнальных реализаций для каждого типа датчика в виде временной последовательности, или в виде качественного описания на основе опроса нескольких десятков специалистов-экспертов в вербальном виде. Поэтому в процессе мониторинга производится непрерывное опознание аварийных измерительных сигналов с датчиков методом сравнения каждого типа сигнала со своим эталоном программным путем на микропроцессоре или при помощи аппаратной реализации этой процедуры.

Затем факт наличия аварийного сигнала с одного типа датчика проверяется на временное совпадение с аварийными сигналами с другими типами датчиков, при наличии совпадения (корреляции) делается вывод о возникновении ЧС. По вычислению корреляционных характеристик измеренных данных, полученных с этих датчиков, производится обнаружение признаков ЧС независимо от операторов, охраны и персонала на объекте.

Корреляция измерительных сигналов необходима для установления какого-либо факта аварии. Например, при ударе молнии световая вспышка и ударная волна (гром) не совпадают по времени и не будет превышения температуры на объекте, а при взрыве на объекте световая вспышка и ударная волна будут совпадать и затем возникнет большая температура на объекте за счет возникновения пожара.

Таким образом обеспечивается повышение оперативности, надежности и достоверности мониторинга при развитии аварийных событий на объекте и в окружающей его среде. Это позволяет обеспечить системность при оценке аварийной ситуации на объекте и окружающей среде и автоматизировать процесс мониторинга. В этом случае мониторинг, включающий в себя алгоритмы опознавания и вычисления взаимной корреляции аварийных признаков, позволит предотвратить аварийную ситуацию на контролируемом объекте за счет принятия решений, а также прогнозировать развитие аварийной ситуации.

Использование предложенной методологии позволяет обеспечить системный подход к решению задачи автоматизированного экологического мониторинга потенциально опасных объектов и, в частности, объектов хранения и уничтожения химического оружия, и производить разработку систем экологического мониторинга как интеллектуальных пространственно распределенных информационно-измерительных систем с учетом методических требований комплексного контроля не только производственной зоны объекта, но и окружающей среды, что позволит повысить безопасность эксплуатации объекта и, следовательно, обеспечить безопасность населения, проживающего в непосредственной близости от таких объектов.

Список литературы

[1] Макеев В., Михайлов А., Стражиц Д. Классификация чрезвычайных ситуаций // Гражданская защита. №1. 1996. С. 86-89

[2] Справочник по защите населения от СДЯВ. - М.: ВНИИ ГОЧС. 1995. 425 с.

[3] Система экологического мониторинга при уничтожении химического оружия в Саратовской области. Монография. / Под общей редакцией проф. А.Н. Маликова и проф. В.Н. Чуписа. – Саратов. 2002. 217 с.

[4] Заболотских В.И. Микропроцессорная система мониторинга атмосферы /Аварии и катастрофы. Предупреждение и ликвидация последствий: Учебное пособие в 5-ти книгах. Книга 5 / Под ред. В.А. Котляревского и А.В. Забегаева. - М.: Изд-во Ассоциации строительных ВУЗов. 2001. С. 122-136.

[5] Алексеев В.А., Заболотских В.И. Помехоустойчивая синхронизация цифровых средств регистрации параметров скоротечных процессов // Датчики и системы. №11. 2001. С. 2-6.

[6] Алексеев В.А., Кардаполов А.А., Арефьев А.В., Заболотских В.И. Принципы построения системы мониторинга объектов хранения и уничтожения химического оружия с использованием интеллектуальных датчиков // Труды науч.-техн. конф. «Приборостроение в XXI веке. Интеграция науки, образования и производства» (19-20 апр. 2001; Ижевск). - Ижевск: Издательский дом «Удмуртский университет». 2001. С. 164-168.

[7] Вахрушев В.И., Заболотских В.И., Хохряков А.В. Система автоматического контроля, прогноза и оповещения о газовой опасности на химически опасном объекте // Приборы и системы управления. №3. 1999. С. 13-15.

[8] Алексеев В.А., Арефьев А.В., Габричидзе Т.Г., Заболотских В.И. Адаптивный экологический мониторинг окружающей среды // Экология и промышленность России. 2002 (октябрь). С. 11-13.

[9] Алексеев В.А., Габричидзе Т.Г., Заболотских В.И. Принципы многоступенчатого экологического мониторинга объектов хранения и уничтожения химического оружия // Информационно-аналитический сборник «Федеральные и региональные проблемы уничтожения химического оружия». Вып.3. – М.: ВИНИТИ. 2003. С. 97-102.

РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ ОТХОДОВ, КАК СОСТАВНАЯ ЧАСТЬ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

В.Г.Петров

Лаборатория природоохранных и ресурсосберегающих технологий Института прикладной механики УрО РАН, г.Ижевск

Тел.: (3412) 25-01-88; E-mail: petrov@udman.ru

Введение. Общие понятия

Отходами производства и потребления (отходами) в соответствии с [1] называются остатки сырья, материалов, полуфабрикатов, иных изделий или продуктов, которые образовались в процессе производства или потребления, а также товары (продукция), утратившие свои потребительские свойства;

Опасные отходы – отходы, которые содержат вредные вещества, обладающие опасными свойствами (токсичностью, взрывоопасностью, пожароопасностью, высокой реакционной способностью) или содержащие возбудителей инфекционных болезней, либо которые могут представлять непосредственную или потенциальную опасность для окружающей природной среды и здоровья человека самостоятельно или при контакте с другими веществами;

Обращение с отходами – деятельность, в процессе которой образуются отходы, а также деятельность по сбору, использованию, обезвреживанию, транспортированию, размещению отходов;

Хранение отходов – содержание отходов в объектах размещения отходов в целях их последующего захоронения, обезвреживания или использования;

Захоронение отходов – изоляция отходов, не подлежащих дальнейшему использованию, в специальных хранилищах в целях предотвращения попадания вредных веществ в окружающую природную среду;

Использование отходов – применение отходов для производства товаров (продукции), выполнения работ, оказания услуг или для получения энергии;

Обезвреживание отходов – обработка отходов, в том числе сжигание и обезвреживание отходов на специализированных установках, в целях предотвращения вредного воздействия отходов на здоровье человека и окружающую природную среду;

Объект размещения отходов – специально оборудованное сооружение, предназначенное для размещения отходов (полигон, шламохранилище, хвостохранилище, отвал горных пород и др.);

Лимит на размещение отходов – предельно допустимое количество отходов конкретного вида, которые разрешается размещать определенным способом на установленный срок в объектах размещения отходов с учетом экологической обстановки на данной территории;

Вид отходов – совокупность отходов, которые имеют общие признаки в соответствии с системой классификации отходов.

1. Проблема отходов и экологическая безопасность России

В Концепции ЭБ России проблема отходов характеризуется следующим образом. Под складирование более 50 млрд. тонн к началу 90-х годов XX века в РФ занималось 250 тыс. га земельных угодий. Значительная часть отходов относится к токсичным веществам промышленного производства. В России отсутствуют отвечающие экологическим требованиям предприятия по обезвреживанию и захоронению токсичных промышленных отходов. В специальных емкостях, открытых бассейнах, водоемах, приповерхностных захоронениях скопилось около 4 млрд. Ки радиоактивных отходов.

Ежегодно образуется и вывозится на свалки и полигоны около 80 млн. тонн твердых отходов. Промышленные и бытовые отходы создают большую нагрузку на водные и наземные экосистемы, представляют серьезную опасность для здоровья населения и окружающей среды [2].

Несмотря на то, что в Концепции ЭБ проблема отходов выделена в отдельную, следует отметить, что эта проблема тесно связана с проблемами защиты атмосферы [3], внутренних вод и морей [4,5], а также проблемой охраны почв [6], т.к. все возрастающее количество отходов

приводит к загрязнению этих объектов окружающей среды, связанных с жизнедеятельностью человека.

В работе [7] отмечается, что к 2002 г. в России накоплено более 90 млрд. тонн твердых отходов производства и потребления (только при добыче и переработке руд цветных металлов в РФ образуется около 1,5 млрд. тонн твердых отходов ежегодно). Ежегодно в России в 1996-2001 гг. образовывалось в среднем 110 млн. тонн токсичных отходов (накоплено к 2002 г. около 2 млрд. тонн). Ежегодный прирост объемов образования этих отходов составил в этот период около 15%, одновременно произошло сокращение объемов использования и обезвреживания токсичных отходов с 56% в 1996 г. до 37% в 2001 г. Крупной природоохранной проблемой стало хранение твердых бытовых (ТБО) и промышленных отходов. В ряде регионов РФ почти 100% полигонов ТБО не соответствовали санитарным нормам. По стране существуют десятки тысяч несанкционированных свалок. На основании [1] в настоящий момент развиваются региональные и муниципальные программы по сбору, сортировке и переработке ТБО, использованию вторичных ресурсов, ликвидации несанкционированных свалок. Использование вторичного сырья смогло бы существенно сократить промышленные выбросы за счет сокращения первичного производства стали и цветных металлов (в 2000 г. в среднем по стране использовалось не более 30% вторичного сырья [8]). После 1992 г. обозначилась тенденция захоронения опасных отходов из других стран на территории России [9].

Основными принципами государственной политики РФ в области обращения с отходами являются [1,10,11]:

- охрана здоровья человека, поддержание или восстановление благоприятного состояния окружающей природной среды и сохранение биологического разнообразия;
- научно обоснованное сочетание экологических и экономических интересов общества в целях обеспечения устойчивого развития общества;
- использование новейших научно-технических достижений в целях реализации малоотходных и безотходных технологий;
- комплексная переработка материально-сырьевых ресурсов в целях уменьшения количества отходов;
- использование методов экономического регулирования деятельности в области обращения с отходами в целях уменьшения количества отходов и вовлечения их в хозяйственный оборот;

- доступ в соответствии с законодательством РФ к информации в области обращения с отходами;
- участие в международном сотрудничестве РФ в области обращения с отходами.

В Концепции ЭБ РФ в качестве долгосрочных целей намечены мероприятия по управлению опасными отходами (п. III.1.7. [2]), которые включают в себя:

- мониторинг опасных промышленных, сельскохозяйственных и бытовых отходов;
- разработка и внедрение методов и средств ограничения распространения опасных химических веществ из отходов в окружающей среде;
- разработка методов, технологий и средств ликвидации опасных отходов;
- разработка технологий и методов обезвреживания и использования опасных и других отходов в качестве производственного сырья;
- разработка и осуществление требований к малоотходным и безотходным технологиям и рециркуляции отходов в промышленности;
- изучение воздействия опасных химических веществ, содержащихся в отходах, на окружающую среду и здоровье человека;
- разработка нормативов и стандартов по опасным отходам.

2. Проблема отходов в Удмуртской Республике

Удмуртская Республика относится к наиболее промышленно-развитым регионам РФ. Существующая структура промышленного производства республики характеризуется отраслями оборонного комплекса. В то же время основные фонды в промышленности имеют значительный износ, используются устаревшие технологии и оборудование, природозагрязняющие и природоразрушающие технологии, что обуславливает высокое загрязнение окружающей среды [12, 13-17].

В [18] отмечается, что предметом особого внимания государства в Удмуртской Республике является регулирование отношений в области

использования и охраны природных ресурсов и окружающей среды, которые представляют собой не только основу для развития экономики и социальной сферы, но и гарантию нормальной жизнедеятельности для нынешних и будущих поколений.

Общая экологическая ситуация в Удмуртской Республике стабильная, однако имеется ряд факторов, оказывающих отрицательное влияние на состояние окружающей природной среды региона. Одной из наиболее важных экологических проблем является высокий уровень загрязнения воздушного бассейна городов республики из-за недостаточной эффективности принимаемых мер по очистке отходящих газов на промышленных предприятиях и автотранспорте. Остается нерешенной проблема переработки и захоронения отходов производства и потребления [18].

К концу XX века в республике было накоплено около 55 млн. тонн всех видов отходов, в том числе токсичных отходов I-IV классов опасности – 6 млн. тонн [19,20]. В 1997 г. в республике образовалось 568,2 тыс. тонн токсичных отходов [19]. В 1998 г. в Удмуртской Республике согласно [20] образовалось 414,1 тыс. тонн токсичных отходов I-IV классов опасности. Основную часть отходов I класса опасности составляют ртутьсодержащие отходы – 78,7 тонн; значительная доля отходов II-III классов опасности приходится на нефтепродукты и нефтешламы. Ежегодно образуется более 700 тонн шламов гидрооксидов металлов. Большое количество отходов образуется на очистных сооружениях сточных вод, в виде осадка – 230,9 тыс. тонн. В 1998 г. в республике утилизировано, переработано и использовано – 142,9 тыс. тонн токсичных отходов; размещено для хранения (захоронения) на промплощадках предприятий, полигонах и свалках 271,2 тыс. тонн. Нетоксичных отходов, таких как металлолом, макулатура, стеклобой, отработанные автошины, древесные отходы в год образуется около 500 тыс. тонн. Твердых бытовых отходов – около 2,0 млн.м3 [20].

На территории Удмуртии имеется порядка 150 тонн чрезвычайно опасных веществ – запрещенных к применению пестицидов, в том числе ДДТ. Задача по уничтожению запрещенных и пришедших в негодность пестицидов не решается, т.к. отсутствуют технологии переработки.

В республике накоплено 3,8 тонн совтола – трансформаторного масла, содержащего полихлорированные бифенилы и полихлортерфенилы. Совтол хранится на предприятиях – в оборудовании. Требуется разработка норм и правил временного хранения совтола, а также технологии утилизации и уничтожения самих масел, так и оборудования, содержащего остатки этих веществ.

В отмечается, что в республике не решена проблема размещения радиационно-активных отходов. По состоянию на 1.01.1999 г., общая активность таких отходов, имеющихся в Удмуртии составляла 4848 Ки.

В республике имеется 356 санкционированных мест размещения бытовых отходов, которые, как правило, обустроены в минимальной степени, не соответствуют строительным, санитарным и экологическим нормам. Существует большое количество несанкционированных свалок, размещенных вблизи городов республики (148 несанкционированных свалок [19]). Отсутствуют централизованные полигоны для размещения промышленных отходов. Ведомственных полигонов для этого не хватает, поэтому значительная часть отходов производства размещается на неприспособленных для этого полигонах ТБО и на несанкционированных свалках [20].

В [20] отмечается, что наиболее острой проблемой в Удмуртии является сбор и размещение токсичных промышленных отходов. При наличии положительных примеров утилизации токсичных отходов на ряде промышленных предприятий, большая часть токсичных отходов производства попадает в окружающую среду, размещается на полигонах ТБО.

Основным экологическим требованием в обращении с отходами является недопустимость размещения отходов I-II класса опасности в окружающей среде, т.е. на полигонах ТБО, и нетоксичных отходов, являющихся вторичными материальными ресурсами (макулатура, металлолом и др.). Отходы III-IV класса опасности размещаются совместно с ТБО с условием их разбавления 1:3, 1:5, 1:10, 1:20 в зависимости от характеристики отхода.

Классификация токсичных промышленных отходов Удмуртской Республики приведена в [21]. Деятельность в сфере отходов в Удмуртской Республике регламентируется [22-25].

В [12,19] отмечается, что ситуация с образованием, использованием, обезвреживанием, хранением и захоронением отходов ведет к возникновению необратимых процессов, деградации природной среды и представляет реальную угрозу здоровью населения и будущему поколению. Одним из самых эффективных способов решения комплекса социально-экономических и экологических проблем является переориентация производственной инфраструктуры на широкую переработку отходов.

Основными направлениями по переработке, утилизации и складированию токсичных отходов до 2007 г. и на более длительный период являются [19, 26]:

1. Организация сбора, хранения, транспортировки и переработки

особоопасных отходов (I класса опасности) в соответствии с санитарными и экологическими требованиями;

2. Минимизация вывоза отходов с предприятий за счет внедрения малоотходных и новых технологий по переработке отходов;

3. Организация переработки отходов на «базовых» предприятиях, имеющих свободные мощности, по переработке отходов на основе кооперации и специализации.

Основными направлениями в технологии обращения с ТБО являются [19, 26]:

1. Организация работы на новом полигоне ТБО в соответствии с проектной технологией и требованиями экологической безопасности, в том числе изъятие вторичных материальных ресурсов (металлолома, отходов пластмасс, макулатуры и т.п.)

2. Организация складирования ТБО во всех городах и районных центрах республики по проектам, отвечающим требованиям экологической безопасности.

В [18] отмечается, что основной целью политики Удмуртской Республики в сфере экологии на 2005-2009 гг. и на период до 2014 г. является оздоровление и улучшение качества окружающей природной среды. Основные направления в этой области:

- усиление заинтересованности промышленных предприятий во внедрении эффективных мер защиты и охраны окружающей среды;
- создание нормативно-правовой базы для целевого использования платы за негативное воздействие на окружающую среду;
- ориентирование промышленных предприятий на внедрение ресурсосберегающих технологий, обеспечивающих экологическую безопасность процессов производства, выпускаемой продукции и образующихся промышленных отходов;
- поддержка создания и внедрение чистых и низкоотходных технологий, технологий по утилизации отходов;
- дальнейшее развитие системы комплексного мониторинга окружающей среды;
- создание системы страхования на случаи экологических рисков [18].

Список литературы

[1] Об отходах производства и потребления. Федеральный закон РФ от 24.06.1998 г., №89-ФЗ. // В сб. Химическое разоружение: природа, человек, право. – Ижевск: Детектив-информ, 1999. – С. 216-231.

[2] О концепции экологической безопасности Российской Федерации. Экологическая безопасность России. Вып.1, – М. Юридическая литература. 1994, – с. 11-35.

[3] Об охране атмосферного воздуха. Федеральный закон РФ от 4.05.1999 г. №96-ФЗ. // В сб. Химическое разоружение: природа, человек, право. – Ижевск: Детектив-информ, 1999. – С. 506-529.

[4] Экологический риск от загрязнения подземных вод. // Экологическая безопасность России. – М.: Юридическая литература, 1994. – Вып.1, – С. 143-163.

[5] Резолюция Всероссийского совещания по борьбе с экологическими правонарушениями (Москва, 26-27.05.1996). // Экологическая безопасность России. – М.: Юридическая литература, 1997. – Вып.3, – С. 75-99.

[6] Положение о порядке консервации деградированных сельскохозяйственных угодий и земель, загрязненных токсичными промышленными отходами и радиоактивными веществами. Постановление Правительства РФ от 5.08. 1992 г. №555. // В сб. Российское законодательство об охране окружающей среды и природопользовании. – М.: Изд. «Экоюрис», 1993. – Т.2, – Ч.3, – С. 3-6.

[7] Маркелов К.А., Амирханов А.М., Данилов-Данильян В.И. и др. Доклад об оздоровлении экологической обстановки в Российской Федерации на Президиуме Государтсвенного Совета РФ 4.06.2003 г.// Зеленый Мир, 2003. – №13-14, – С. 6-14.

[8] Клюев Н.Н. Экологические итоги реформирования России // Вестник РАН, 2001. - Т.71, - №3, – С. 233-239.

[9] Об угрозе экологической безопасности России от ввоза токсичных отходов. 17.05.1994.// Экологическая безопасность России. – М.: Юридическая литература, 1994. – С. 164-170.

[10] О государственной стратегии Российской Федерации по охране окружающей среды и обеспечению устойчивого развития. Указ

Президента РФ от 4.02.1994 г. №236. // В сб. Химическое разоружение: природа, человек, право. – Ижевск: Детектив-информ, 1999, с. 64-67.

[11] Об охране окружающей природной среды. Закон РСФСР от 19.12.1991 г., №2060-1 (с изм. И доп. От 21.02.1992 г. и 2.06.1993) // В сб. Российское законодательство об охране окружающей среды и природопользовании. – М.: Изд. «Экоюрис», 1993. – Т.1, – Ч.2, – С. 3-40.

[12] Лукъянчиков Н.Н., Гуров В.Н. Основные положения концепции устойчивого развития Удмуртской Республики. Ижевск, 1995, 102 с.

[13] О состоянии окружающей природной среды Удмуртской Республики в 1992 г. Национальный доклад. – Ижевск: Комитет по охране окружающей среды УР, 1993. – 118 с.

[14] О состоянии окружающей природной среды Удмуртской Республики в 1993 г. Национальный доклад. – Ижевск: Комитет по охране окружающей среды УР, 1994. – 169 с.

[15] О состоянии окружающей природной среды Удмуртской Республики в 1994 г. Национальный доклад. – Ижевск: Комитет по охране окружающей среды УР, 1995. – 125 с.

[16] О состоянии окружающей природной среды Удмуртской Республики в 1995 г. Национальный доклад. – Ижевск: Комитет по охране окружающей среды УР ,1996. – 150 с.

[17] Охрана окружающей среды в Удмуртской Республике за 1995 г. Статистический бюллетень. – Ижевск: Госкомитет УР по статистике, 1996. – 31 с.

[18] Стратегия социально-экономического развития Удмуртской Республики на 2005-2009 годы и на период до 2014 года. Проект. – Ижевск: 2004. – 44 с.

[19] О состоянии окружающей природной среды Удмуртской Республики в 1997 г. Государственный доклад. – Ижевск: Комитет по охране окружающей среды УР, 1998. – 224 с.

[20] О состоянии окружающей природной среды Удмуртской Республики в 1998 г. Государственный доклад. – Ижевск: Комитет по охране окружающей среды УР , 1999. – 244 с.

[21] Классификатор токсичных отходов производства и потребления Удмуртской Республики. – Ижевск: Комитет по охране окружающей среды УР, 1996. – 18 с.

[22] Методические рекомендации по проверке природоохранной деятельности предприятий по учету, хранению, утилизации промышленных и твердых бытовых отходов в Удмуртской Республике. 19.11.93. // В сб. Химическое разоружение: природа, человек, право. – Ижевск: Детектив-информ, 1999. – С. 628-641.

[23] О взимании платы за загрязнение природной среды, образовании и использовании фондов охраны природы на территории Удмуртской Республики. Постановление Совета Министров УР от 19.05.1993. // В сб. Химическое разоружение: природа, человек, право. – Ижевск: Детектив-информ, 1999. – С. 651-652.

[24] О порядке организации сбора, хранения, транспортировки и переработки ртутных отходов в Удмуртской Республике. Методические рекомендации. // В сб. Химическое разоружение: природа, человек, право. – Ижевск: Детектив-информ, 1999. – С. 652-667.

[25] О порядке выдачи разрешения на размещение в окружающей среде отходов производства и потребления (исключая радиоактивные) в Удмуртской Республике. Постановление Совета Министров УР от 27.02.95 №90. // В сб. Химическое разоружение: природа, человек, право. – Ижевск: Детектив-информ, 1999. – С. 668-679.

[26] Комплексная промышленная переработка бытовых и промышленных отходов в г.Ижевске. Муниципальная целевая программа. – Ижевск: Администрация г.Ижевска, 1998. – 22 с.

МНОГОЛЕТНЯЯ КАРТИНА ДИНАМИКИ СОСТОЯНИЯ КАМБАРСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА БИОЛОГИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ ВОДНЫХ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ

В.Ю.Захаров

Кафедра экологии животных
Удмуртского госуниверситета, г. Ижевск

Тел.: (3412) 75-57-61; E-mail: vz@uni.udm.ru

Проблема уничтожения запасов химического оружия вообще и в г. Камбарке в частности неразрывно связана с реализацией системы комплексного экологического мониторинга. Его задачей является контроль экологической чистоты намечаемой деятельности. Объектами мониторинга могут быть самые разные элементы окружающей среды, в том числе водные организмы – гидробионты. Для г. Камбарки это имеет особое значение, поскольку на его территории располагается Камбарское водохранилище площадью около 450 га. Этот водоем является поставщиком питьевой воды для большей части населения города. Как любой стоячий водоем, Камбарское водохранилище является аккумулятором загрязнений со всей водосборной площади. Объекты хранения и утилизации люизита находятся в пределах водосбора этого водоема, следовательно, все возможные загрязнения от них рано или поздно окажутся в водохранилище. Поэтому мониторинг Камбарского водохранилища является важнейшей частью экологического сопровождения процесса утилизации запасов люизита.

Биологический мониторинг как часть комплексного экологического мониторинга может быть эффективным только в том случае, когда известно стартовое состояние живого населения (биоты) наблюдаемой

территории. Крайне желательно, чтобы была известна история существования биоты за возможно больший период времени. Это позволит адекватно оценивать возможные изменения в состоянии наблюдаемой экосистемы, которые могут быть связаны не с воздействием намечаемой деятельности, но являться последствиями естественных сукцессионных процессов [8].

В предлагаемой статье представлены результаты многолетнего мониторинга за состоянием водных беспозвоночных Камбарского водохранилища. В работе представлены данные В.В. Варфоломеева [1] от 1958-1960 гг, а также результаты оригинальных исследований 1975-1977 гг, 1994-1997 гг [3, 4]. Кроме этого использованы фондовые материалы кафедры экологии животных и института прикладной экологии УдГУ от 1999-2003 гг. таким образом, мы располагаем рядом данных за период с 1958 по 2003 г, т.е. за последние 45 лет. Если учитывать, что средняя продолжительность жизненного цикла большинства видов зоопланктонных организмов составляет 10 дней, то в нашем распоряжении имеются данные о 1642,5 поколениях зоопланктона.

Материал отбирался с применением стандартных методик [5, 7]. Математическая обработка первичных данных проводилась автором с применением электронных таблиц Excell 97 и пакета программ Statistica 6.0. Численность зоопланктона вычислялась путем прямой экстраполяции на 1 м^3, а биомасса рассчитывалась по формулам изометрического или аллометрического роста с последующей экстраполяцией на 1 м^3 [5, 7].

Число видов характеризует состояние экосистемы изучаемого водоема. Большое число видов определяет благоприятное состояние водной экосистемы.

Снижение числа видов чаще всего определяется возрастанием экологической напряженности и сопровождается вымиранием видов, требовательных к качеству окружающей среды. В результате выживает небольшое число видов, неприхотливых к условиям обитания. Важно знать, что аналогичные изменения в числе видов зоопланктона могут быть вызваны естественными сукцессионными изменениями и могут диагностировать естественное старение водоема.

На рис. 1 показана многолетняя динамика числа видов зоопланктона в Камбарском водохранилище. Как следует из приведенного графика, число видов зоопланктона с течением времени снижается более чем в полтора раза. Эта тенденция надежно описывается полиномом второй степени. Показатель достоверности аппроксимации (R^2) превышает 0,9, что свидетельствует об очень сильной связи. Характер изменения числа видов указывает на постепенное обеднение фауны зоопланктона, что

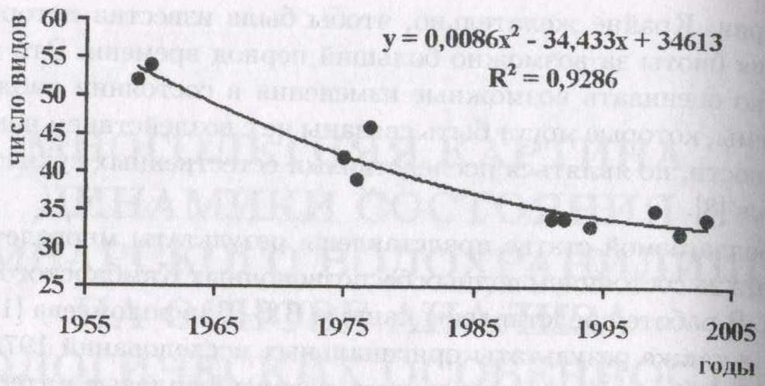


Рис. 1. Многолетняя динамика числа видов зоопланктона в Камбарском водохранилище.

может быть свидетельством ухудшения качества воды в водоеме.

Темп этого процесса постепенно снижается и стремится к стабилизации на определенном минимальном уровне. В нашем случае этот уровень находится в пределах 30 видов. Есть основания предполагать, что такой уровень видового разнообразия определяет стабильное состояние зоопланктона в условиях существующего уровня антропогенного воздействия на экосистему Камбарского водохранилища. Таким образом, можно считать, что снижение числа видов зоопланктона ниже 25-30 видов будет являться свидетельством усиления техногенного пресса на экосистему Камбарского водохранилища и может являться сигналом о тревожном состоянии экосистемы. Биологическое разнообразие описывается не только числом видов, но и соотношением различных таксономических групп. В составе пресноводного зоопланктона такими группами являются одноклеточные (Protozoa), коловратки (Rotifera), ветвистоусые (Cladocera) и веслоногие (Copepoda) рачки. К сожалению, одноклеточные регистрировались не во все годы наблюдения, поэтому мы вынуждены исключить их из анализа.

На рисунке 2 показано изменение соотношения основных групп зоопланктона в многолетнем аспекте.

Во все годы наблюдения основу видового разнообразия зоопланктона составляли коловратки и веслоногие рачки. В их соотношении прослеживается слабо выраженная тенденция к преобладанию коловраток. Доля веслоногих рачков всегда была небольшой, но начиная с 1990-х годов она резко снизилась. Разнообразие этой группы рачков составляет

Рис. 2. Изменение соотношения основных групп зоопланктона за период наблюдения (число видов).

всего 3-4 вида. Такое соотношение видов характерно для загрязненных или стареющих водоемов. Анализ многолетней динамики этого показателя позволяет предположить, что в 1980-х годах в водохранилище произошли процессы, вызвавшие ухудшение качества воды, что и вызвало исчезновение наиболее чувствительных к загрязнению видов из числа веслоногих. Число видов ветвистоусых рачков относительно стабильно и изменяется незначительно.

Численность организмов зоопланктона более чувствительна к изменениям условий обитания, чем число видов. Она чутко реагирует на уменьшение или чрезмерное увеличение температуры, естественное или антропогенное загрязнение водоема. В ходе сукцессионных процессов численность сначала очень быстро увеличивается [2], затем стабилизируется, а по мере старения водоема начинает снижаться.

На рисунке 3 показана динамика численности зоопланктона Камбарского водохранилища за период с 1959 по 2003 гг.

Как следует из приведенного графика, численность зоопланктона в водохранилище за период наблюдения снижается почти в 17 раз (с 1066,2 тыс./м^3 в 1960 г до 64,2 тыс./м^3 в 2002 г). Характер изменения этого важного показателя более сложный, чем изменение числа видов, и описывает полиномом третьей степени. Показатель достоверности ап-

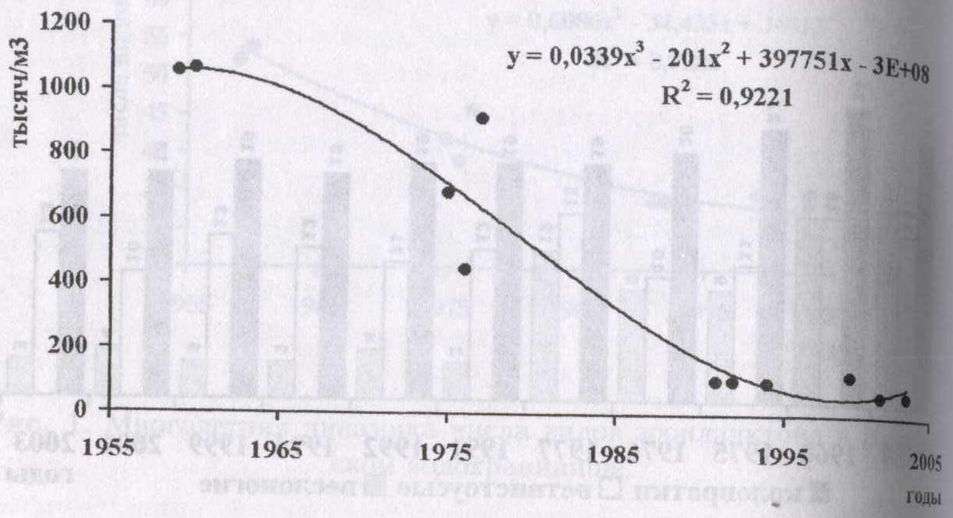


Рис. 3. Многолетняя динамика численности зоопланктона Камбарского водохранилища (тыс./м^3).

проксимации превышает 0,9, что свидетельствует об очень большой тесноте связи численности со временем наблюдения. Характер изменений численности позволяет выделить три характерных периода. На границе 60-х годов XX столетия численность была высокой и стабильной (более 1050 тыс./м^3). Во второй половине 70-х численность дестабилизируется и в разные годы колеблется более чем в 2 раза (446,7-914,6 тыс./м^3). Это совпадает с периодом реконструкции плотины Камбарского водохранилища. Начиная с 90-х годов численность стабилизируется на низком уровне – ниже 100 тыс./м^3. Таким образом, между двумя периодами стабильности существует период нестабильности и резкого снижения численности зоопланктона (1980-е годы). Нестабильность численности можно толковать как начало значительного ухудшения экологической обстановки в водохранилище, которое получило развитие в 80-х годах. Современное состояние водоема характеризуется как стабильно неблагоприятное для экосистемы водохранилища. На наш взгляд оно нуждается в экстренных мерах по стабилизации экологической обстановки.

Для более детального изучения процесса изменения численности зоопланктона мы рассмотрели изменение соотношения численностей основных групп зоопланктона (рис. 4).

Как видно из приведенной диаграммы, соотношение численности

Рис. 4. Многолетняя динамика численности основных групп зоопланктона (тыс./м^3).

основных групп зоопланктона носит более прихотливый характер. Наблюдается два периода, различающихся по численности коловраток и ветвистоусых. Максимумы численности коловраток приходится на 1959-1960 и 1977 гг. Начиная с 90-х годов XX века отмечается резкое снижение численности этих планктонных организмов. Интересно, что в 1977 г наблюдается некоторое увеличение их численности, которое совпадает со временем стабилизации числа видов этих организмов (рис. 2). Отсюда следует, что в это время коловратки доминируют в составе фауны зоопланктона. В дальнейшем наблюдается снижение этого показателя до 40-50 тыс./м^3 в первой половине 90-х годов и менее 0,5 тыс./м^3 в 1999-2003 гг.

Характер динамики численности ветвистоусых рачков также своеобразен. До конца 70-х годов численно они явно доминируют в составе зоопланктона, но затем их численность резко снижается, и они становятся второстепенной группой зоопланктона. Учитывая число видов этих организмов (см. рис. 2), можно утверждать, что снижение численности происходит не за счет обеднения фауны, а за счет уменьшения числа особей в каждом из видов. Численность веслоногих изменяется более плавно и в целом повторяет характер динамики численности ветвистоусых. Отличие состоит в том, что эти рачки из второстепенной

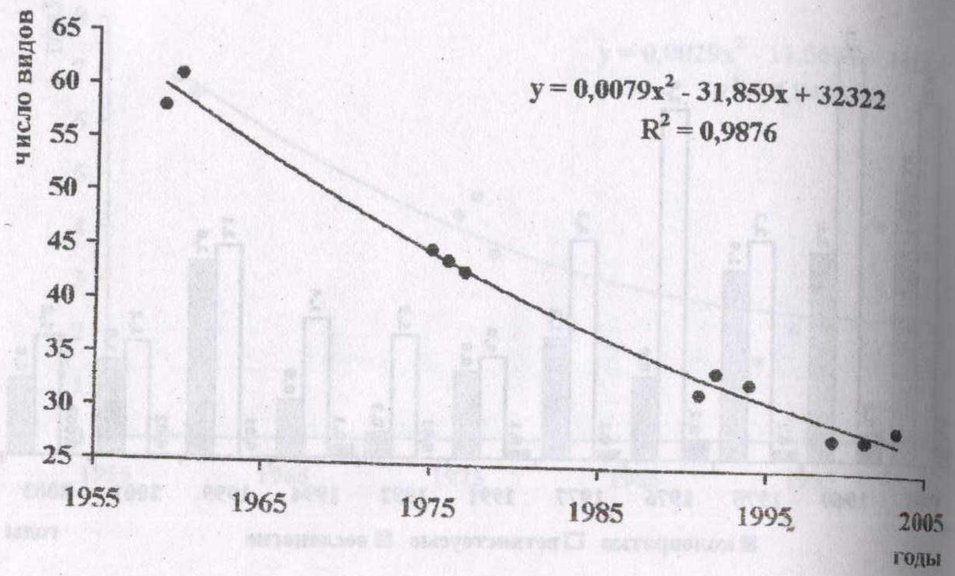


Рис. 7. Многолетняя динамика числа видов в составе зообентоса Камбарского водохранилища.

среды и используются в практике биоиндикации и биомониторинга. Поскольку эти организмы связаны с дном водоема, они в большей степени реагируют не на качества основной водной толщи, а на состояние придонного слоя воды и самого дна. Качество донных отложений зависит от многих факторов: pH, состояния карбонатно-бикарбонатного буфера, степени развития бактериальной и грибковой флоры, техногенного загрязнения.

Нами изучен зообентос Камбарского водохранилища в период с 1959 по 2003 г, т.е. в те же сроки, что и зоопланктон. Пробы отбирались при помощи дночерпателя Эккмана-Берджа с площадью захвата 0,04 м^2, затем отмывались на сите и фиксировались 10% формалином в этикетированных склянках. Численность определялась путем прямого подсчета организмов, а биомасса – прямым взвешиванием на торсионных весах ВТ-500. Полученные результаты экстраполировали на 1 м^2.

Данные об изменениях числа видов в составе зоопланктона приводятся на рис. 7.

За годы наблюдений разнообразие зообентоса заметно снизилось с 61 в 1960 г до 24 в 2003 г. Этот процесс описывается полиномом второй степени с очень высокой надежностью аппроксимации. Конфигурация линии тренда позволяет предположить, что в дельнейшем произойдет

Рис. 8. Многолетняя динамика числа видов основных групп зообентоса Камбарского водохранилища.

некоторое уменьшение числа видов, после чего этот показатель стабилизируется.

Для анализа биологических характеристик основных групп зообентоса все виды организмов объединены следующим образом: моллюски (Mollusca), малощетинковые черви (Olygochaeta), личинки комаров дергунов (Chironomidae) и «Прочие», включающие нематод (Nematoda), личинок различных насекомых (Insecta) и др. Динамика числа видов основных групп зообентоса приводится на рисунке 8.

Наиболее разнообразной группой в составе зообентоса оказались личинки хирономид. Число их видов колебалось от 26 (1960 г) до 11 (1991 г). Во все годы наблюдения эта группа была доминирующей по числу видов. Общая картина динамики этого показателя может быть описана вогнутой кривой с минимальным значением в 1991 г. По всей вероятности, этот год был самым неблагоприятным для личинок хирономид. Некоторое увеличение числа видов хирономид в последние годы объясняется появлением видов-индикаторов повышенной сапробности. Вторыми по видовому разнообразию оказались моллюски. Число их видов колебалось от 19 до 4. Общая тенденция выражается в постепенном уменьшении числа видов с минимальным их количеством в 2003 г. В течение периода наблюдения этот показатель волнообразно изменя-

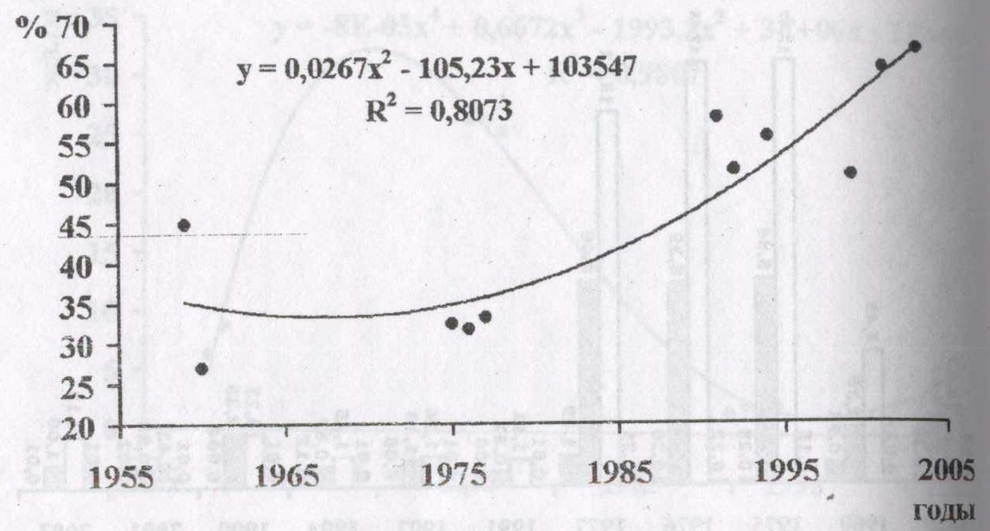


Рис. 11. Многолетня динамика олигохетного индекса в Камбарском водохранилище.

тоса (т.н. олигохетный индекс). Чем оно больше, тем выше сапробность (степень загрязнения) водоема. В 70-е годы этот индекс равен 32-33%, а в 2003 г достигает 67%. Это является очень важным показателем динамики состояния водохранилища в течение периода наблюдений. На рисунке 11 показана динамика этого показателя.

До конца 70-х годов олигохетный индекс находится в пределах 30-40%, что позволяет говорить о невысоком уровне сапробности. Начиная с 80-х годов индекс увеличивается и достигает значения 66,7%. Такое значение свидетельствует о высоком уровне сапробности. Таким образом, этот период характеризуется постоянным ухудшением качества воды и донных отложений в Камбарском водохранилище.

Динамика биомассы зообентоса полностью повторяет динамику численности (рис. 12). Т.е., максимальная биомасса отмечена на границе 60-х и 70-х годов (около 55 г/м^2). Начиная с 90-х годов она стабилизируется на минимальном уровне (3-7 г/м^2). Причины такой динамики обсуждались при анализе изменений численности.

До конца 70-х годов доминируют моллюски. Их максимальная биомасса отмечена в 1977 г. В это время она составила 38,11 г/м^2. Начиная с 90-х годов моллюски перестают преобладать над другими группами. Их биомасса резко снижается и не превышает 2,17 г/м^2. Значение других

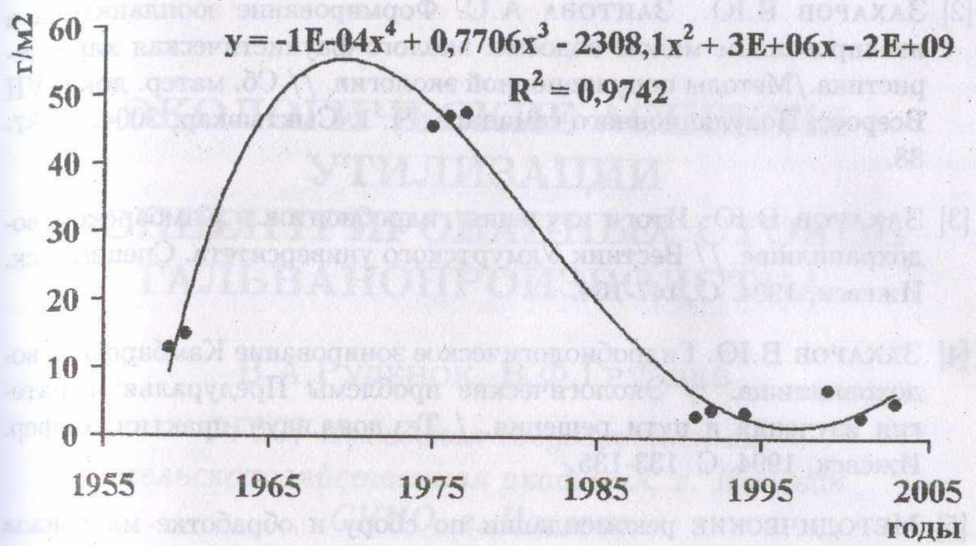


Рис. 12. Многолетняя динамика биомассы зообентоса Камбарского водохранилища.

групп в формировании биомассы очень незначительно и выраженной динамики не имеет.

Таким образом, в истории Камбарского водохранилища начиная с1959 по 2003 г имеет место постепенное снижение качества воды, что отрицательно сказывается на состоянии водных беспозвоночных. Критическим периодом, в течение которого произошло резкое ухудшение условий обитания гидробионтов, являются 80-е годы XX столетия. При отсутствии специальных мелиоративных мероприятий прогнозируется дальнейшее ухудшение экологической обстановки в водоеме и последующее снижение качественных и количественных характеристик водных беспозвоночных, что приведет к снижению продуктивности водохранилища и будет сопровождаться угрозой полной его деградации.

Список литературы

[1] Варфоломеев В.В. Биология промысловых рыб прудов-водохранилищ Удмуртии. // Уч. зап. госуд. педагог. ин-та. Пермь, 1967. Вып. 41. С. 24-49.

[2] Захаров В.Ю., Заитова А.С. Формирование зоопланктона в изолированном малом водоёме: эколого-фаунистическая характеристика./Методы популяционной экологии. // Сб. матер. докл. VII Всеросс. Популяционного семинара. Ч. 1. Сыктывкар, 2004. С. 87-88.

[3] Захаров В.Ю. Итоги изучения гидробионтов в Камбарском водохранилище. // Вестник Удмуртского университета. Спецвыпуск. Ижевск, 1994. С. 147-164.

[4] Захаров В.Ю. Гидробиологическое зонирование Камбарского водохранилища. // Экологические проблемы Предуралья: стратегия изучения и пути решения. / Тез.докл.науч.-практич.конфер. Ижевск, 1994. С. 133-135.

[5] Методические рекомендации по сбору и обработке материала при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах. Зоопланктон и его продукция. – Л.: ГосНИИОРХ. 1984. 33 с.

[6] Методические рекомендации по сбору и обработке материала при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах. Зообентос и его продукция. – Л.: ГосНИИОРХ. 1983. 36 с.

[7] Методы биологического анализа вод. // Унифицированные методы исследования качества вод. Часть 3: Совещание руководителей водохозяйственных органов стран-членов СЭВ. – М., 1983. – 371 с.

[8] Сташенко А.Г., Зубцовский Н.Е., Захаров В.Ю. Контроль окружающей среды: концепции и принципы построения мониторинговых систем реального времени. / Экология и промышленность России. 1997. С. 45-47.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ УТИЛИЗАЦИИ КОНЦЕНТРИРОВАННЫХ СТОКОВ ГАЛЬВАНОПРОИЗВОДСТВА

В.А.Руденок, В.Ф.Груздев

ФГУП Ижевская государственная сельскохозяйственная академия, г. Ижевск
СНИО, г. Ижевск

Гальванохимические производства представляются одними из наиболее опасных загрязнителей водного бассейна республики и, особенно, Ижевска. С учетом этого на машиностроительных предприятиях выполняется комплекс мероприятий по уменьшению возможности загрязнения прилегающих территорий химическими веществами. Чаще всего это реагентная очистка стоков. Под стоками понимаются как промывные воды, так и концентрированные отработанные растворы для нанесения гальванических покрытий. Последние представляют особую опасность, поскольку при залповом сбросе концентрированного раствора на очистные сооружения предприятия создается пиковая нагрузка на их мощности. Это сопряжено с вероятностью проскока части необработанного раствора в сточные воды предприятия.

Номенклатура покрытий, выполняемых на предприятиях Ижевска, достаточно велика. Наиболее опасным из всех является раствор хромирования. В данной работе рассматривается проблема, связанная с утилизацией этого вида стоков.

На предприятиях Ижевска находится в эксплуатации до 50 $м^3$ концентрированного раствора хромирования. По существующим нормативам при интенсивной эксплуатации этих растворов в течение года до половины этого объема подлежит замене и сбросу на очистные сооружения.

При утилизации отработанных концентрированных растворов хромирования, в соответствии с существующей нормативно-технической

документацией, раствор на очистных сооружениях разбавляют в 1000 раз чистой водой, затем поочередно в сток вводят растворы реагентов: серной кислоты, бисульфита натрия и гидроксида натрия. В пересчете на 1 м^3 отработанного концентрированного раствора общая масса добавляемых реагентов составляет 1600 кг. При этом образуется осадок гидроксида хрома и 1000 м^3 условно-чистой воды, содержащей 1,5 кг. растворимых продуктов нейтрализации в каждом метре кубическом стоков. Твердые осадки подлежат захоронению в специальных могильниках, а условно-чистые воды сбрасываются в городскую канализационную сеть.

При существующих условиях захоронения твердых отходов значительная их часть под воздействием кислотных дождей неизбежно попадает в водоем. Если допустить, что количество воды в ижевском пруду составляет 108 м^3, то для достижения ПДК по хрому в пруд достаточно сбросить 80 м^3 отработанного раствора. За многие годы работы предприятий города эта цифра, скорее всего, превышена многократно.

Отсутствие до настоящего времени надежной технологии утилизации концентрированных стоков не позволяло коренным образом переломить эту ситуацию, и прекратить накапливать хром в прудовой воде и в воде других водоемов.

Авторами разработана и запатентована технология утилизации, позволяющая радикально изменить ситуацию. В соответствии с предлагаемой технологией в отработанный раствор хромирования, без его разбавления, вводится сухой реагент, в количестве до 400 кг. на 1 м^3 раствора. В результате воздействия реагента хром переходит в комплексное соединение, включающее до 18 молекул воды на одну молекулу хрома, и, таким образом, исчезает практически вся фазовая вода, а раствор превращается в рыхлый влажный порошок. После естественной сушки этот продукт может быть использован как сырье для получения металлического хрома его алюминотермическим восстановлением. Таким образом, при утилизации концентрированных хромовых стоков по предлагаемой технологии исключается использование и сброс воды, а твердый отход переводится в металлическое состояние, обеспечивая идеальный вариант утилизации. Технология прошла полупромышленные испытания, и подготовлена к широкому распространению на территории республики и за ее пределами.

В настоящее время разработана и находится на патентовании аналогичная технология для эффективной утилизации концентрированных растворов меднения, никелирования, цинкования и др. Повсеместное использование предлагаемой технологии позволит заметно снизить си-

стематическое загрязнение окружающей среды предприятиями машиностроительного комплекса, и дать начало процессу естественной самоочистки природы.

Список литературы

[1] Информационный сборник «Безопасность». – М. 1993. – 103 с.

[2] Байдаков С.Л., Серов Г.П. – М. : «Анкил», 2003. – 464 с.

[3] Закон «О бюджете Удмуртской Республики на 2004 год». – Ижевск, 2004. – 61 с.

[4] Основы стратегии «Развитие Удмуртии». – Ижевск: Гарант-Принт, 2004. – 24 с.

[5] «Вести СоЭС» // Журнал МСЭС. – 2002, №1 – 11 с.

[6] Постановление Правительства России от 23.06.96 г. №327.

ПСИХОЛОГИЧЕСКИЙ СТАТУС ЛИЦ, НАХОДЯЩИХСЯ В РАЙОНЕ РАЗМЕЩЕНИЯ ХИМИЧЕСКОГО ОРУЖИЯ

Н.А.Забродин

Республиканский центр государственного санитарно-эпидемиологического надзора в УР, г. Ижевск

Тел.: (3412) 75-28-44; E-mail: gsenr@udmnet.ru

Работа военнослужащих, занятых на объекте размещения химического оружия (ХО), имеет ряд специфических черт – ответственность за результаты работы, необходимость срочно принимать решение, значительные нервно-психические перегрузки, связанные со стрессовыми ситуациями. Кроме того, ожидание возможных последствий причинения вреда здоровью в случае аварии, также является индуцирующим фактором психо-эмоционального стресса.

Цель работы – оценка психологического статуса военнослужащих военной части поселка Кизнер, работающих на объекте размещения ХО, в сравнении с лицами из населения поселка Кизнер.

Материал и методы исследования. Определен уровень тревожности (личностной и реактивной) по методике Спилбергера [2]. Шкала И.Спилбергера имеет 40 вопросов. 1-20 позиции позволяют оценить реактивную тревожность. На каждую позицию предлагается 4 типа ответа, соответствующие степени данного вида тревожности: «вовсе нет», «пожалуй так», «верно», «совершенно верно». 21-40 позиции определяют личностную тревожность. На каждую позицию предлагается 4 варианта ответа, соответствующие интенсивности личностной тревожности: «почти никогда», «никогда», «часто», «почти всегда».

Показатели самочувствия, степени активности и настроения оценивали при помощи теста «САН» [1]. Тестовая карта содержит 30 пар антонимов, отражающих степень утомления, здоровья, эмоционального состояния, движения, темпа протекания функций физиологических процессов.

Основную группу составили военнослужащие – 100 человек (50 человек мужчины и 50 человек женщины). В группу контроля вошли лица из населения поселка Кизнер ($n = 100$). Сравниваемые группы однородны по полу и возрасту.

Статистическая обработка результатов проводилась путем одномерного статистического анализа ($t-$критерий Стьюдента).

Результаты исследования.

При оценке реактивной тревожности (тревожности на конкретную, данную ситуацию) и личностной тревожности (устойчивой индивидуальной характеристики) установлен более высокий уровень данных показателей в группе военнослужащих, в сравнении с лицами из населения поселка Кизнер ($40,67 \pm 0,96$ против $39,71 \pm 1,00$ и $43,09 \pm 0,95$ против $42,42 \pm 1,20$ соответственно). При сравнении анализируемых показателей среди лиц мужского пола выявлены достоверные различия уровня реактивной и личностной тревожности мужчин-военнослужащих, в сравнении с мужчинами из населения ($39,12 \pm 1,44$ против $34,861,10$; $P< 0,05$ и $38,71 \pm 1,16$ против $34,361,16$; $P< 0,01$ соответственно), что свидетельствует о большей степени выраженности стрессовых реакций организма военнослужащих.

Анализ самочувствия обследованных групп лиц установил достоверные ($P < 0,05$) различия между военнослужащими и жителями поселка ($5,61 \pm 0,08$ против $5,35 \pm 0,10$), формирующиеся, в основном, за счет различий в самочувствии женщин. Женщины-военнослужащие оценивали свое самочувствие выше, чем женщины из населения ($5,70 \pm 0,13$ против $5,13 \pm 0,17$; $P < 0,01$). Среди женщин военной части отмечается и более высокий уровень активности и настроения: $5,31 \pm 0,14$ против $4,83 \pm 0,17$ ($P< 0,05$) и $5,60 \pm 0,13$ против $5,24 \pm 0,17$ ($P> 0,05$) соответственно уровня активности и настроения женщин, проживающих в поселке.

Отмечается тенденция к снижению уровня самочувствия и настроения мужчин-военнослужащих, в сравнении с мужчинами из населения: $5,63 \pm 0,12$ и $5,53 \pm 0,13$ против $5,57 \pm 0,13$ и $5,67 \pm 0,11$ соответственно.

Таким образом, анализ психологического статуса позволил определить более высокий уровень психо-эмоционального воздействия на военнослужащих, занятых на объекте размещения ХО, по сравнению с лицами, проживающими в районе его расположения. Мужчины-военнослужащие являются группой повышенного риска.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ УТИЛИЗАЦИИ СТОЧНЫХ ВОД ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ, РЕЗУЛЬТАТЫ ВНЕДРЕНИЯ НОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

М.А.Горбушина, Ю.В.Ковязин, С.А.Ушнурцева

ЗАО «Материалы микроэлектроники», г. Ижевск

Тел.: (3412) 43-83-86, E-mail: techpro@udmnet.ru, http://www.micromat.ru.

С техническим прогрессом и ростом производства нагрузка на природную среду достигает таких размеров, при которых природа уже не в состоянии сама восстанавливать нарушенное экологическое равновесие. По степени взаимодействия промышленных предприятий с окружающей средой первое место среди объектов природы занимают водные ресурсы. Это обстоятельство в полной мере относится к предприятиям пищевой промышленности, где более 80% потребляемой воды переходит в сточные воды, которые зачастую сбрасываются в водоемы без соответствующей очистки [2].

Примеси, содержащиеся в сточных водах комбинатов пищевой отрасли, в основном состоят из органических веществ, плохо фильтруются, быстро закисают, загнивают, выделяя сильные запахи. Концентрации органических веществ в десятки раз превышают допустимые нормы для сброса в водоемы. По данным разных авторов загрязненность стоков предприятий пищевой промышленности по показателям ХПКбихр (химическое потребление кислорода) варьирует в пределах от 300-4000 мгO_2/л [2, 3].

Проблема обостряется также тем, что большинство предприятий пищевой промышленности расположены на территории городов и населенных пунктов.

До настоящего времени наиболее широко применяются методы

аэробной биологической очистки, осуществляемые в аэротенках, биофильтрах или аппаратах других конструкций. Однако традиционные схемы очистки сточных вод не позволяют удалить загрязнения до уровня предельно допустимых концентраций. Это с одной стороны оказывает вредное воздействие на окружающую природную среду, а с другой стороны предприятия несут значительные убытки из-за штрафных санкций за экологические нарушения. Кроме того, к недостаткам аэробной биологической очистки относятся высокие энергозатраты на аэрацию и проблемы, связанные с утилизацией большого количества осадка [3, 4].

В последние годы значительный интерес вызывают биологические технологии, основанные на анаэробном разложении органических загрязнений сточных вод. К подобного рода схемам относится технология очистки промышленных стоков цеха по производству спирта ОАО ЛВЗ «Глазовский», которая успешно функционирует в течении двух лет.

Суть технологии заключается в обработке сточных вод специализированной культурой сульфатвосстанавливающих бактерий, обладающих способностью в анаэробных условиях восстанавливать сульфаты до сероводорода с одновременным окислением органических веществ и разрушением фосфатов, нитратов, ионов аммония. Образующийся сероводород реагирует с растворенными ионами металлов с образованием нерастворимых сульфидов [4, 5].

Производственные сточные воды цеха характеризуются большими колебаниями по органическим и неорганическим загрязнениям: $ХПК_{бихр}$ 1050±493 мгO_2/л; взвешенные вещества – 193±177 мг/л; pH – 6,3±0,7, сульфаты – 122±71 мг/л, азот аммонийный – 1,05±0,89 мг/л (рис. 1). Стоки поступают на очистные сооружения в объеме 200-300 м^3/сут., с температурой 30-35 °С.

Принципиальная технологическая схема очистных сооружений включает несколько стадий: предварительная подготовка (усреднение) воды, стадия основной биохимической очистки, стадии доочистки и фильтрация. Анаэробное разложение органических загрязнений происходит в герметичных стальных аппаратах биотенках, на две трети заполненных пористым материалом, на котором иммобилизован специализированный симбиоз микроорганизмов. В результате жизнедеятельности микроорганизмов происходит снижение концентрации ХПК в среднем до 150-200 мг/л, тем самым достигается очистка в пределах 65-85%. В процессе биохимической очистки также уменьшается содержание минеральных веществ.

На следующей стадии в двух тонкослойных отстойниках происходит удаление взвешенных веществ. Эффективность работы отстойников достигает 74±12%. Объем образующегося при этом осадка на порядок меньше, чем при аэробных способах очистки. Обеззараживание и дезодорация очищенной воды осуществляется на стадии озонирования. Здесь же происходит дополнительное окисление остатков органических веществ. Обработанная озоном вода подвергается фильтрации, после чего подается в технологический пруд для повторного использования или сбрасывается в водоем.

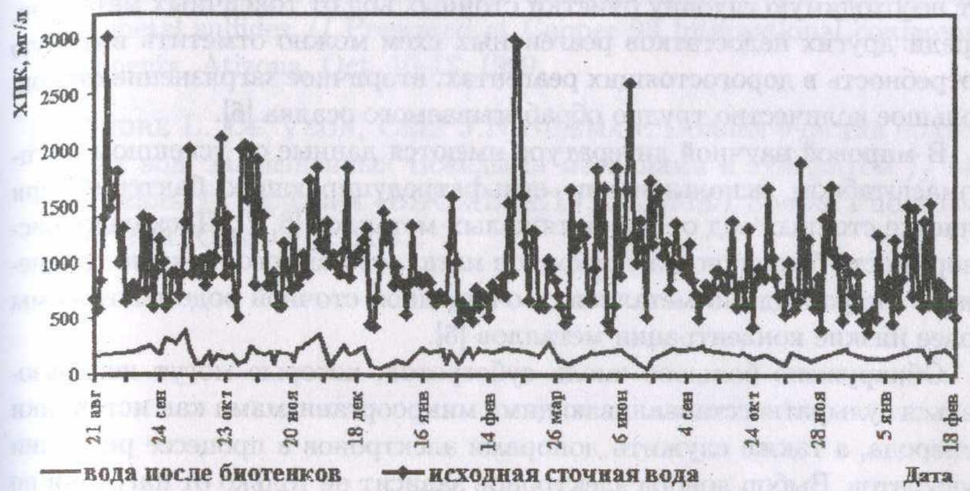


Рис. 1. Динамика снижения концентрации ХПК в процессе работы биотенков.

Применяемая технология обладает рядом преимуществ, к числу которых относятся: более глубокий распад органических веществ, высокая стабильность работы сооружений, меньшая чувствительность к залповым сбросам, меньшая потребность в энергоресурсах. Уникальность сульфатвосстанавливающих бактерий состоит также в том, что они способны не только окислять органические соединения, содержащиеся в сточных водах, но и обеспечивать внеклеточное осаждение металлов, т.е. перевод металлов в осадок путем осаждения биогенным сероводородом [5].

Высокое содержание ионов металлов в производственных сточных водах характерно для многих предприятий машиностроительной, металлургической и других отраслей народного хозяйства. Реагентные

методы, применяемые в настоящее время, как правило, не обеспечивают необходимую глубину очистки сточных вод от токсичных металлов. Среди других недостатков реагентных схем можно отметить высокую потребность в дорогостоящих реагентах, вторичное загрязнение стоков, большое количество трудно обрабатываемого осадка [6].

В мировой научной литературе имеются данные об успешном крупномасштабном использовании сульфатредуцирующих бактерий при очистке сточных вод от ионов тяжелых металлов [6, 7]. Поскольку растворимость большинства сульфидов металлов намного ниже по сравнению с гидроксидами металлов, в очищенной сточной воде достижимы более низкие концентрации металлов [6].

Обнаружено большое число субстратов, которые могут использоваться сульфатвосстанавливающими микроорганизмами как источники углерода, а также служить донорами электронов в процессе редукции сульфатов. Выбор донора электронов зависит не только от нагрузки по сере, но и от технологии основного производства, доступности химических реагентов, их стоимости и т.д [6]. Для одновременного разложения сложных органических остатков применяются смешанные культуры анаэробных микроорганизмов [5].

Таким образом, потенциальные возможности применения биотехнологии для бактериального восстановления сульфатов не только с целью удаления органических загрязнений, но и в целях очистки сточных вод от металлов совершенно очевидны.

Список литературы

[1] Лотош В.Е. Экология природопользования. – Екатеринбург.: Изд-во Урал. гос. экон. ун-та, 2000. – 540 с.

[2] Комаров В.И., Мануйлова Т.А. Экологические проблемы утилизации отходов в пищевой и перерабатывающей отраслях агропромышленного комплекса страны // Инженерная экология – 1999, №1, с. 19-26.

[3] Цыганков С.П. Биологическая очистка сточных вод предприятий пищевой промышленности. – М.: Агропромиздат, 1988.

[4] W. van Starkenburg Анаэробная очистка сточных вод. Современное состояние // Микробиология – 1997, №5, с. 705-715.

[5] Биотехнология. Принципы и применение. Под ред. И. Хиггинса, Д. Беста, Дж.Джонса. – М.: Мир, 1988. – 480 с.

[6] H. Dijkman, C.J.N.Buisman et al Biotechnology in the mining and metallurgical industries: cost saving through selective precipitation of metal sulfides // Presented at Copper 99 International conference, Phoenix, Atizona, Oct. 10-13, 1999.

[7] Andre L. De Vegn, Cees J.N.Buisman. Полная очистка подземных вод, загрязненных тяжелыми металлами и сульфатом // Материалы 11 собрания «БИОМИНЕТ», CANMET Special Publication SP 95-1, Ottawa, p. 31-43.

ИЗМЕРЕНИЕ МАЛЫХ АКТИВНОСТЕЙ НА ПРОПОРЦИОНАЛЬНЫХ СЧЕТЧИКАХ МОДЕЛИ 1950 «SPECTRUM SCIENCES», США

С.М.Захарьяш, Ю.Б.Толстухин, И.В.Федотова, Р.М.Закирова*

ЗАО «Материалы микроэлектроники»
**Удмуртский государственный университет*

Тел.: (3412) 22-42-09; Факс: (3412) 22-63-20;
E-mail: micromat@udmnet.ru

Введение

В настоящее время для решения многих научно-технических задач необходимо измерять низкие уровни активности радиоактивных препаратов. Например, при осуществлении надзора за радиоактивностью биосферы, связанной с радиоактивными выпадениями после испытаний ядерного оружия, и при решении некоторых радиационно-гигиенических проблем, связанных с мирным применением ядерной энергии, требуется анализировать образцы материалов с удельной активностью 10^{-9} кюри/кг и меньше.

В 1978 году впервые было сделано сообщение о случайных сбоях в схемах памяти из-за α-частиц, испускаемых материалом корпуса [1]. Ужесточение принципов проектирования микросхем предполагает, что новые приборы будут еще более чувствительны к воздействию α-частиц [2]. Для уменьшения частоты мягких сбоев СБИС, особенно при ширине линий меньше 0,18 мкм, требуется тщательно контролировать материалы микросхем на содержание примесей, способных испускать α-частицы.

В настоящее время для контроля материалов часто используется газовый пропорциональный счетчик модели 1950 «Spectrum Sciences»

(США). Данный счетчик предназначен для контроля поверхностной активности образцов площадью до 1000 см^2 (28 см на 35,5 см). Диапазон энергий регистрируемых частиц от 1 до 10 Мэв. Рабочий фон прибора по техническому описанию менее 5 α/час.

Специфика измерения малых активностей заключается в трудности получения приемлемой точности измерения. Поэтому измерения малых активностей связаны с большими затратами времени [3]. Одной из самых трудных задач измерительной техники является определение абсолютной активности препаратов. Перед собственно измерением необходимо определить абсолютную эффективность детектора при данных геометрических условиях. Для этой цели используется стандартный препарат, имеющий такие же размеры, как и препарат, абсолютную активность которого требуется измерить. Измерения стандартного и исследуемого препарата следует проводить в одинаковых геометрических условиях [4]. На практике также замечено, что при измерении образцов из одного и того же материала, но изготовленных разными способами, можно получить различные значения активности. Необходимо учитывать расположение образцов, их геометрию и т.д.

В работе представлено описание процедур подготовки и измерения α-эмиссии плоских образцов металлов и сплавов, порошков сплавов, порошков оксидов олова и свинца, изготовляемых в ЗАО «Материалы микроэлектроники». Также представлена методика проведения измерений и обработки результатов измерений. Представленная методика удовлетворительно воспроизводится и исключает возможные ошибки при измерении.

1. Подготовка образцов

1.1. Методика подготовки плоских образцов

Существует несколько способов подготовки плоских образцов из металлов и их сплавов для измерения удельной поверхностной активности на установке модель 1950 «Spectrum Sciences» . К этим методам следует отнести метод напыления пленок на подложки, метод прокатки и метод изготовления плоских слитков.

Наиболее простым и воспроизводимым является способ изготовления слитков в форме плоских пластин. При изготовлении образцов методом литья вероятность внесения примесей с поверхности технологической оснастки минимальна. В этом случае также мала вероятность неравномерного распределения примеси полония из-за низкой ее кон-

центрации. Следы полония по уровню α-эмиссии в основном и определяются на счетчике прибора модель 1950. В работе [5] показано, что в системе свинец – полоний при затвердевании с постоянной скоростью примесь (полоний) скапливается перед движущимся фронтом кристаллизации, т.е. скапливается на поверхности, которая закристаллизовалась последней. Измеряя α-эмиссию этой поверхности, можно лишь завысить результаты измерения. Результаты измерений α-эмиссии разных поверхностей одного и того образца отличаются не более чем на 10%, что свидетельствует о равномерном распределении примеси по объему. Использование достаточно толстых образцов позволяет упростить процедуру обработки результатов измерения.

Исследование влияния даты отливки контрольных образцов на показания уровня α-эмиссии показали, что при этом не происходит заметного нарушения векового равновесия. Контрольные образцы из одной партии металла или его сплава, отличающиеся датами отливки, имеют практически одинаковые показатели активности.

Методика подготовки образцов для тестирования уровня α-эмиссии партии металла (сплава) заключается в том, что из данной партии отбирается случайным образом несколько слитков (например, из партии свинца массой 250 кг выбирается три слитка общей массой около 7,5 кг). Металл переплавляется в условиях, выбранных по диаграммам состояния (свинец переплавляется на воздухе при температуре 450°C в тигле из нержавеющей стали). Время контакта расплавленного металла с окружающей средой не более 20 минут. Затем металл разливается тонким слоем, 4-5 мм, в плоские изложницы из нержавеющей стали. Слитки остывают до комнатной температуры в металлическом контейнере. После остывания образцы упаковываются в вакууме в полиэтиленовую пленку и переносятся в комнату контроля.

1.2. Методика подготовки образцов порошков сплавов, оксидов олова и свинца

Для измерения порошков сплавов, оксидов олова и свинца из партии материала случайным образом отбирается контрольная проба порошка в количестве, необходимом для равномерного покрытия всей площади лотка (1000 см^2) слоем около 4-5 мм. Лоток тщательно протирается салфеткой, смоченной дистиллированным этиловым (изопропиловым) спиртом. Чистый лоток проверятся на установке модель 1950 на отсутствие радиоактивных примесей (скорость счета установки с лотком, измеренная не менее 24 часов, должна отличаться от скорости счета

установки без лотка, измеренной также не менее 24 часов, не более чем на 10%). По всему периметру подготовленного лотка наклеивается двухсторонний скотч с защитным покрытием. Порошок насыпается и разравнивается. Затем со скотча снимается защитный слой, и лоток с порошком накрывается майларовой пленкой. Лоток с порошком упаковывается в полиэтиленовый пакет и переносится в комнату контроля.

2. Измерение уровня α-эмиссии образцов

Измерения уровня α-эмиссии на газовом пропорциональном счетчике модель 1950 заключается в измерении разностей скоростей счета установки с образцом R_t (Rate of Total Count (sample + background)) и пустой установки R_b (скорость счета фона – Rate of Background). Величина скорости счета установки с образцом подчиняется распределению, следующему из закона Пуассона; причем вид распределения зависит от предварительных сведений, которыми исследователь располагает до измерения [7]. Поэтому измерения материалов должны проводиться в несколько этапов (не менее трех). Первый этап состоит в определении порядка скорости счета образца. На этом этапе измеряется порядок скорости счета фона в течение 24 часов, проверяется чистота лотка (скорость счета установки с лотком, измеренная не менее 24 часов, должна отличаться от скорости счета установки без лотка не более чем не 10%) и определяется порядок скорости счета образца (также не менее 24 часов). Второй этап – это определение скорости счета образца. Третий этап – проверка достоверности полученного значения уровня α-эмиссии образца.

При проведении второго этапа измерения образцов необходимо оптимизировать счетный эксперимент. Оптимизация счетных экспериментов представлена в работах [3,4]. Согласно литературным данным и практического опыта работы на установках модели 1950 минимум относительной погрешности измерения скорости счета образца достигается, если полное время измерения распределено между суммарной скоростью счета и скоростью счета фона так, что выполняется соотношение

$$\frac{t_t}{t_b} = \sqrt{\frac{R_t}{R_b}}, \qquad (1)$$

здесь: t_t – время измерения образца; t_b – время измерения фона; R_t – общая скорость счета (образец + фон); R_b – скорость счета фона.

Минимальное полное время T, необходимое для измерения материала с допустимой относительной погрешностью измерения 25% соответ-

ствует

$$T = t_t + t_b = \frac{R_t + R_b + 2\sqrt{R_t \cdot R_b}}{0.0625 \cdot R_s^2}. \quad (2)$$

При этом для измерения скорости счета установки с образцом и для измерения скорости счета фона следует затратить соответственно время t_t и t_b

$$t_t = \frac{R_t + 2\sqrt{R_t \cdot R_b}}{0.0625 \cdot R_s^2}, \quad (3)$$

$$t_b = \frac{R_b + 2\sqrt{R_t \cdot R_b}}{0.0625 \cdot R_s^2}. \quad (4)$$

Таким образом, на втором этапе измерения следует сначала рассчитать время t_t и t_b необходимое для тестирования данного образца. Затем произвести замеры скорости счета пустой установки и скорости счета установки с образцом в течение t_b и t_t или более, определить уровень α-эмиссии образца, среднеквадратичное отклонение уровня α-эмиссии (доверительный интервал уровня), относительную среднеквадратичную погрешность измерения скорости счета образца. Относительная среднеквадратичная погрешность измерения скорости счета образца должна быть меньше 25%, если погрешность будет больше 25%, следует продолжить измерение. На этом этапе измерения следует проверить постоянство фона установки, то есть измерить скорость счета пустой установки после произведенных замеров. Скорость счета установки после произведенных замеров не должна отличаться от скорости счета до замеров более чем на 10%.

Например, на первом этапе измерения получена скорость счета установки с образцом R_t = 4,5 α/час (за 24 часа измерения на установке с образцом зарегистрировано 108 импульсов), скорость счета фона R_b = 3,2 α/час (за 24 часа измерения на установке без образца зарегистрировано 77 импульсов). Тогда скорость счета образца $R_s = R_t - R_b$ составит 1,3 α/час. Активность образца площадью 1000 см^2 при эффективности счета 84% составит 0,00155 α/час· см^2. Она определяется по формуле

$$\alpha = \frac{R_t - R_b}{A \cdot F}, \quad (5)$$

здесь: A – площадь образца, см^2; F – эффективность счета установки (на счетчиках модели 1950 она устанавливается на уровне 84%).

Минимальное полное время T, необходимое для измерения уровня α-эмиссии материала на втором этапе измерения, определенное по выражению (2), составит более 145 часов. Для измерения скорости счета

фона R_b следует затратить 67 часов. Для измерения скорости счета R_t следует потратить 79 часов. Если на втором этапе измерения за время t_b=67 часов зарегистрировано 214 импульсов, за время t_t =79 часов зарегистрировано 355 импульсов, то уровень α-эмиссии образца составит 0,00155 α/час· см^2. Среднеквадратичное отклонение скорости счета образца, определяемое по формуле

$$\sigma_0 = \sqrt{\left(\frac{R_t}{t_t} + \frac{R_b}{t_b}\right)} \quad (6)$$

будет соответственно 0.32 или 32%.

Среднеквадратичная погрешность измерения скорости счета образца определяется по формуле

$$\sigma = \frac{\sqrt{\left(\frac{R_t}{t_t} + \frac{R_b}{t_b}\right)}}{R_t - R_b} \quad (7)$$

соответствует 25%. Это означает, что активность измеряемого образца находится в интервале от (0.00155 - 0.00038) α/час· см^2 до (0.00155 + 0.00038) α/час· см^2 с вероятностью 68% и измерения проведены более или менее корректно. Если расчетное время, необходимое для измерения активности образца велико, то следует проводить попеременное измерение скорости счета установки без лотка, скорости счета установки с образцом, затем вновь скорости счета пустой установки, скорости счета установки с образцом и т.д. При попеременном счете активность материала рассчитывается по формуле:

$$\alpha_2 = \frac{\left(\frac{\Sigma_{i=1}^{n} R_{ti} \cdot t_{ti}}{\Sigma_{i=1}^{n} t_{ti}} - \frac{\Sigma_{j=1}^{k} R_{bj} \cdot t_{bj}}{\Sigma_{j=1}^{k} t_{bj}}\right)}{A \cdot F}, \quad (8)$$

здесь: n – число, показывающее сколько раз проводилось измерение образца с фоном; k – число, показывающее сколько раз проводилось измерение фона.

Среднеквадратическое отклонение скорости счета образца σ_0 в этом случае определяется по формуле

$$\sigma_0 = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n} R_{ti} \cdot t_{ti}}{\left(\sum_{i=1}^{n} t_{ti}\right)^2} + \frac{\sum_{j=1}^{k} R_{bj} \cdot t_{bj}}{\left(\sum_{j=1}^{k} t_{bj}\right)^2}}. \quad (9)$$

Среднеквадратичная погрешность измерения скорости счета образца, есть

$$\sigma = \frac{\sigma_0}{\left(\frac{\sum_{i=1}^{n} R_{ti} \cdot t_{ti}}{\sum_{i=1}^{n} t_{ti}} - \frac{\sum_{j=1}^{k} R_{bj} \cdot t_{bj}}{\sum_{j=1}^{k} t_{bj}} \right)}. \quad (10)$$

Для более точных измерений следует увеличить время измерения скорости счета установки без лотка и установки с образцом, при этом необходимо учитывать, что минимум относительной погрешности измерения достигается, если выполняется соотношение (1) и среднеквадратичная погрешность измерения значительно меньше 25%.

Третий этап – проверка достоверности полученного значения уровня α-эмиссии образца, заключается в повторении процедуры второго этапа измерения через некоторое время. Этот этап позволяет исключить вероятность ошибки первого рода – установления в результате измерения того, что образец активен, когда на самом деле он нерадиоактивен, и ошибки второго рода – неспособность обнаружить радиоактивность образца в результате измерения, хотя на самом деле образец обладает определенной активностью.

3. Измерение уровня α-эмиссии порошков сплавов, оксидов олова и свинца

Перед измерением дисперсные образцы закрываются майларовой пленкой. На рис. 1 представлена характерная гистограмма порошков.

Заклеенный майларовой пленкой чистый лоток; металл на лотке, закрытый майларовой пленкой; инертный порошок из полиэтилена и гранулы из полиэтилена имеют гистограммы аналогичного вида. Из гистограмм, которые получаются при измерении покрытых майларовой пленкой образцов, видно, что в начале измерений идет падение уровня α-эмиссии, далее значение показаний уровня α-эмиссии флуктуирует около среднего значения. То есть, в течение первых 34-40 часов идет вытеснение остаточной атмосферы из-под пленки, а затем уже проводится непосредственно измерение образца. Время вытеснения остаточной атмосферы из-под пленки зависит от степени натяжения пленки над образцом, величины дисперсности порошка, времени пребывания образца на воздухе и самого уровня α-эмиссии. То есть при измерении образцов, покрытых майларовой пленкой, время подготовки установки

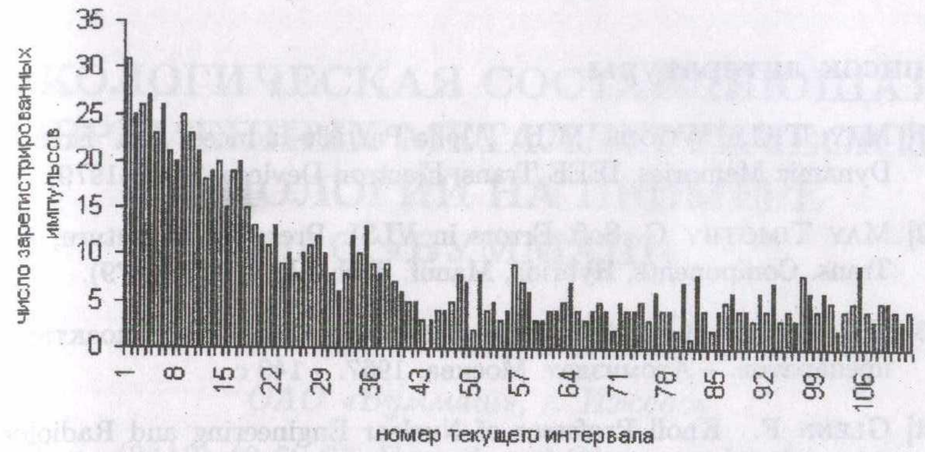


Рис. 1. Гистограмма порошка оксида олова с активностью менее 0,002 α/час· см^2 (скорость счета установки перед измерением соответствует 2,99 α/час, после измерения 3,3 α/час, эффективность счета установки 0,84).

к измерению, как правило, бывает больше 34 часов. Это время подготовки следует учитывать при расчете t_t.

4. Выводы

Особенность измерения альфа-активности плоских образцов металлов и их сплавов на пропорциональных счетчиках модель 1950 «Spectrum Sciences», США, заключается в правильном выборе времени измерения и учете геометрических факторов.

Для увеличения точности измерения следует увеличивать время измерения скорости счета фона и скорости счета образца. Следует контролировать уровень фона установки не только до измерения, но и после, чтобы свести к минимуму ошибки, возможные из-за флуктуаций фона. Необходимо проводить повторные измерения.

При измерении дисперсных материалов необходимо учитывать, что использование майларовой пленки увеличивает время подготовки камеры счетчика к измерению. При расчете необходимого времени измерения это время следует учитывать. Также следует знать и указывать

Снижение экологической адаптивности (приспособляемости) как общества, так и государства, особенно заметно на примере ухудшения качества жизни населения, в котором экологическая составляющая – с примыкающими к ней составными в виде состояния здоровья нации, средней продолжительности жизни – наиболее ярко на сегодня отражает неблагоприятные тенденции.

Адаптивность предусматривает также возможность активных действий по недопущению негативного развития событий или минимизации их последствий. Это в свою очередь подразумевает обеспеченность таких действий соответствующими ресурсами, что на сегодня весьма проблематично.

Одной из причин развития экологического кризиса является, прежде всего, низкая эффективность используемых в промышленности механизмов охраны окружающей среды. Поэтому охрана окружающей среды становится одной из самых актуальных проблем современности.

Экономически развитые страны прежде других ощутили приближение экологического кризиса. Еще в 70-х гг. XX столетия начали предпринимать природоохранные меры законодательного и нормативного характера.

В 1987 году после публикации доклада «Наше общее Будущее», подготовленного для ООН специально созданной в 1983 году Международной комиссией по окружающей среде и развитию появилось понятие «устойчивое развитие» (точнее сбалансированное развитие), которое в дальнейшем получило широкое распространение. Сбалансированное развитие представляет собой социально-экономическое развитие, осуществляемое в гармонии с окружающей природной средой и предполагающее удовлетворение общественных потребностей без нанесения ущерба будущим поколениям.

Для реализации концепции устойчивого развития необходим переход к качественно новому способу управления хозяйственной деятельностью, позволяющему учесть возможности природной среды и потребности человеческого общества.

Первые практические шаги к сфере сбалансированного развития делаются и в области управления производственными процессами, направленным на достижение баланса между экономическими и экологическими показателями развития предприятия. Это – экологический менеджмент. Цель экологического менеджмента заключается в решении задач экологической безопасности и рентабельности промышленных предприятий. Решение этих задач активизирует на предприятии ряд следующих функций:

1. Управление культурой предприятия;
2. Управление экологической безопасностью предприятия;
3. Управление природными ресурсами;
4. Управление использованием энергии;
5. Управление отходами;
6. Управление жизненным циклом продукции;
7. Учет и отчетность по вопросам охраны окружающей среды.

Правовой основой экологического менеджмента являются стандарты. В России в 1998 году в виде государственных стандартов были введены переводы стандартов ISO 14000 :

- ИСО 14001. СУОС. Требования и руководство по применению;
- ИСО 14004. СУОС. Общие руководящие указания по принципам, системам и средствам обеспечения функционирования;
- ИСО 14010. Руководящие указания по экологическому аудиту. Основные принципы;
- ИСО 14011. Руководящие указания по экологическому аудиту. Процедуры аудита систем управления окружающей средой;
- ИСО 14012. Руководящие указания по экологическому аудиту. Квалификационные критерии для аудиторов в области экологии;
- ИСО 14031. Управление окружающей средой. Оценивание экологической эффективности. Общие требования.

Важной функцией в государстве при решении задач экологического менеджмента является создание системы обеспечения устойчивости функционирования (надежности и безопасности) предприятий ОПК, включая продукцию этих предприятий на всех этапах их жизненного цикла. Интегрирующим звеном системы обеспечения устойчивости функционирования может стать система сертификации и стандартизации технологий обеспечения экологической безопасности предприятий ОПК.

Министерством обороны РФ создана и в июне 2000 г. зарегистрирована в Госстандарте России (рег. №РОСС RU.0006.04ГШ00) Система

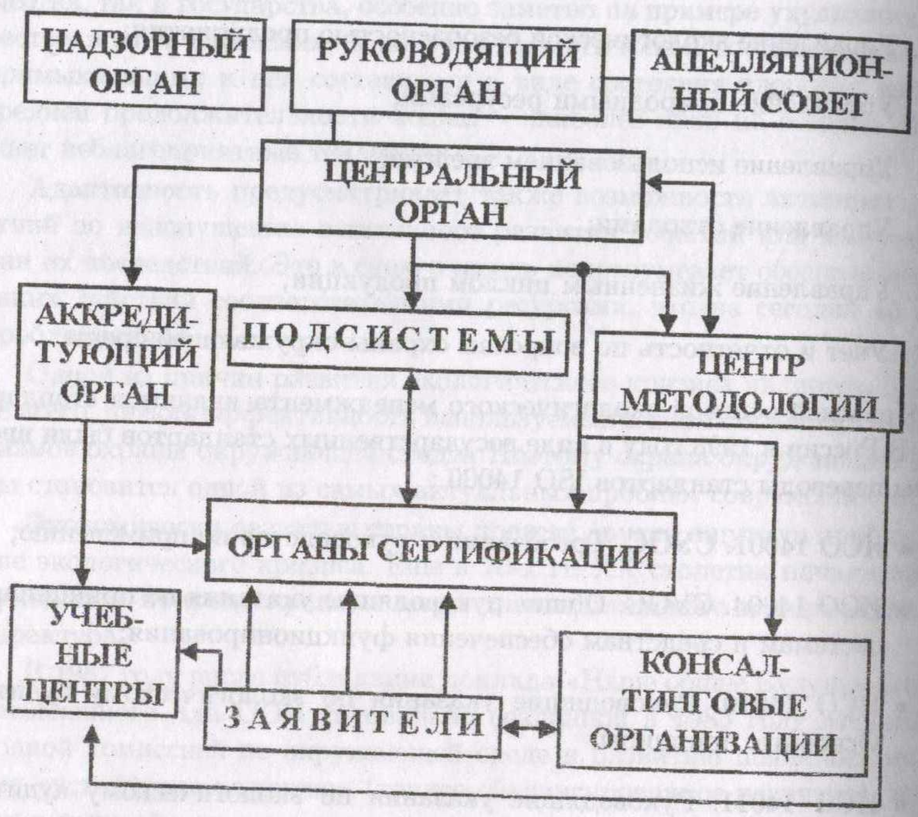


Рис. 1. Организационная структура ВОЕННОГО РЕГИСТРА.

добровольной сертификации «Военный Регистр», целью создания которой является повышение качества и конкурентоспособности продукции оборонного назначения, продукции двойного назначения и конверсионной продукции, выпускаемой предприятиями ОПК.

В результате подписанных Решений с Российскими агентствами по промышленности Военному Регистру был фактически придан межотраслевой статус, а создание единой системы сертификации систем менеджмента качества, систем управления окружающей средой и продукции предприятий ОПК, отвечающих требованиям стандартов ГОСТ Р ИСО серии 9000, ГОСТ Р ИСО серии 14000, стандартов СРПП ВТ, Мороз-6 и Климат-7, было признано приоритетной задачей.

На рис. 1 представлена организационная структура системы добро-

вольной сертификации ВОЕННЫЙ РЕГИСТР. Солидный опыт работы аккредитованных в ВОЕННОМ РЕГИСТРЕ органов по сертификации СМК и СУОС позволяет представить довольно отточенные процедуры по сертификации СУОС.

Модель системы управления окружающей средой основана на модели широко известного в практике менеджмента качества цикла PDCA (Plan - Do - Check - Act): планирование - осуществление - проверка - коррекция. Из рис. 2 понятно, что для внедрения СУОС необходимо:

1. Разработать, утвердить и декларировать экологическую политику;
2. Сформировать программу реализации экологической политики и разработать механизм, обеспечивающий достижение ее целей и задач;
3. Осуществлять экологический мониторинг, контроль и аудит СУОС с целью постоянного улучшения ее функциональных характеристик.

С момента принятия руководством предприятия решения о внедрении стандартов ГОСТ Р ИСО серии 14000, создании и сертификации СУОС предприятия работа по внедрению СУОС разворачивается в 3 этапа.

ЭТАП 1

Руководство предприятия, определяя миссию и стратегические цели в области природоохранной деятельности и разрабатывая свою экологическую политику, экологические цели и обязательства предприятия в документированном виде доводит их до сотрудников предприятия, обеспечивая поддержкой со стороны управленческого аппарата. Следующий шаг – организация проведения предварительного внутреннего аудита имеющейся или создаваемой СУОС предприятия, оценка ее соответствия требованиям стандартов ГОСТ Р ИСО серии 14000.

ЭТАП 2

На этом этапе разрабатываются и внедряются отсутствующие, но необходимые элементы системы, а также проводится модификация тех существующих элементов, которые не полностью удовлетворяют требованиям стандартов ГОСТ Р ИСО серии 14000. Обычно эта работа принимает форму написания или корректировки документов – «Руководство по СУОС», процедур и рабочих инструкций. Здесь же может потребоваться совершенствование организационной структуры предприятия с учетом сферы ответственности и полномочий сотрудников, включенных в работу СУОС.

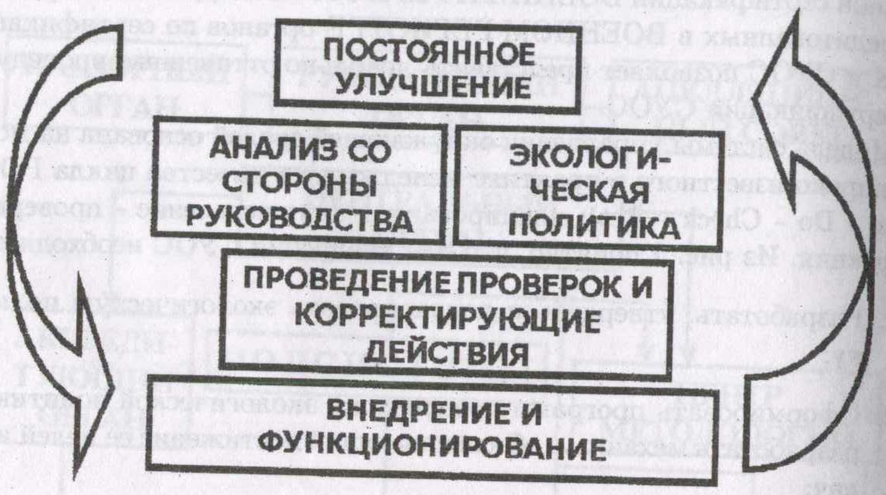


Рис. 2. Модель системы управления окружающей средой по ГОСТ Р ИСО 14001-98.

Может потребоваться проведение одного или более внутренних аудитов, иногда называемых предварительной самооценкой. Эти аудиты выполняются, как правило, силами самого предприятия, но целесообразнее прибегнуть к помощи внешней консалтинговой организации. Если результаты внутренних аудитов удовлетворительны, предприятие переходит к третьему этапу.

Для этапа 2 следует отметить два важных обстоятельства:

- взаимодействие с консалтинговой организацией целесообразно: именно консалтинговая организация поможет определить стратегический курс развития системы экологического менеджмента, помочь выразить его в Политике, установить достижимые цели в области управления окружающей средой, основанные на выбранных приоритетных экологических аспектах. Помощь специалистов-консультантов полезна при переходе к реальным шагам по внедрению СУОС: разработке и реализации Программы экологического менеджмента, создании и совершенствовании системы мониторинга и измерения окружающей среды, разработке планов реагирования на аварийные ситуации, описании этой и другой деятельности в соответствующих процедурах;
- особое значение имеет внедрение на предприятии компьютерных

технологий, позволяющих поднять СУОС на современный уровень, обеспечивая оперативность в документообороте по задачам СУОС, и в своевременном получении необходимой для работы информации.

ЭТАП 3

На этом этапе проводится непосредственно сертификация СУОС предприятия. В системе добровольной сертификации ВОЕННЫЙ РЕГИСТР, аккредитованными органами по сертификации СУОС проводятся работы по сертификации в соответствии с нормативным документом Военного Регистра ВР РД 03.007-2000 (Порядок сертификации систем управления окружающей средой)

Работы этапа 3 можно разбить на несколько подэтапов:

1. Подача заявки по установленной форме от предприятия на проведение сертификации по требованиям ГОСТ Р ИСО 14001 (к заявке прилагается ряд приложений: сведения об организации, отчет о внутреннем аудите, схема организационной структуры, определяющая взаимосвязи служб и подразделений, на которые распространяется СУОС, Руководство по СУОС, перечень важных экологических аспектов и пр.) и заключение договора на проведение работ;
2. Работа (заочная) с документацией и выпуск отчета по этому подэтапу;
3. Работа с выездом на предприятие, выпуск отчета с выдачей несоответствий и утверждением плана устранения несоответствий (время устранения – до 3-х месяцев);
4. Выдача сертификата (в случае устранения несоответствий) с одновременным заключением договора на проведения инспекционного контроля.

Являясь составной частью общей системы административного управления организацией, система управления окружающей средой (СУОС) имеет много общего с системой менеджмента качества предприятий. Это определяет значительное сходство методологий менеджмента качества предприятий и выпускаемой ими продукции и качеством окружающей среды, что отражается и в определенной общности международных стандартов ИСО серии 14000 и серии 9000. Различие указанных систем между собой заключается, в частности, в том, что системы

менеджмента качества направлены на удовлетворение потребностей потребителей продукции, а системы управления окружающей средой – на удовлетворение потребностей всего общества и будущих поколений.

При наличии на предприятии системы менеджмента качеством, соответствующей требованиям ГОСТ Р ИСО серии 9000, организация может использовать ее в качестве основы для системы управления окружающей средой. Сертификация в рамках ГОСТ Р ИСО 9001 соответствует 70% работы по сертификации по ГОСТ Р ИСО 14001. На процесс внедрения СУОС на предприятии оказывает влияет и ужесточение природоохранного законодательства. Природоохранная деятельность в Российской Федерации регламентируется Федеральным законом «Об охране окружающей среды» от 10.01.02г. №7-ФЗ, который является основополагающим документом в системе экологического законодательства России. В этой зоне в настоящее время в России также действует достаточно большое количество Федеральных законов («О техническом регулировании», «О недрах», «Об охране атмосферного воздуха», «Об обороне», «Об уничтожении химического оружия», «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера», Земельный кодекс РФ, Лесной кодекс РФ, Водный кодекс РФ и др.) и нормативных актов, устанавливающих требования по защите окружающей среды. Итак, основным условием стабилизации состояния окружающей природной среды является организация системы управления окружающей средой на предприятии в соответствии с ГОСТ Р ИСО 14001.

Система управления окружающей средой (СУОС) являясь частью общей системы административного управления, включает в себя организационную структуру, планирование, ответственность, методы, процедуры, процессы и ресурсы, необходимые для разработки, вне-дрения, реализации, анализа и поддержания экологической политики.

Стандарты ГОСТ Р ИСО серии 14000 носят универсальный характер, так как могут применяться организацией любой конфигурации, любой формы собственности.

Эффективное управление объектом или технологическим процессом в соответствии с ГОСТ Р ИСО 14001 имеет как внутренние так и внешние преимущества.

К внутренним преимуществам можно отнести:

- сокращение финансовых затрат за счет эффективного использования энергии и уменьшения эксплуатационных расходов, а также за счет предотвращения или сокращения штрафных санкций со стороны органов государственного экологического контроля;

- повышение экологической эффективности посредством постоянного улучшения операций, обучения, замены и модернизации и обновления оборудования, управления персоналом, мониторинга процессов деятельности и т.д.;
- сокращение количества инцидентов, приводящих к юридической ответственности;
- совершенствование общей системы административного управления.

К внешним преимуществам можно отнести:

- представление потребителям, государству и обществу гарантии того, что процессы деятельности организации, обеспечивающие эффективное управление окружающей средой, находятся под постоянным мониторингом, а экологические риски от хозяйственной деятельности известны и постоянно снижаются;
- поддержание крепких государственных/общественных связей за счет открытости и прозрачности деятельности по управлению окружающей средой;
- соответствие критериям продавца/инвестора и расширение доступа к капиталу;
- улучшение имиджа организации и повышение ее международной конкурентоспособности.

Занятие экологией сегодня – затратный фактор. Цель – включить окружающую среду в процесс бизнеса предприятия, как неотъемлемую его часть. Если предприятие изменит свое отношение к окружающей среде и начнет думать об экологии как о составляющей части бизнеса, тогда эта деятельность может принести и прибыль.

Условные обозначения: СУОС – система управления окружающей средой; ИнИС ВВТ - Институт испытаний и сертификации вооружений и военной техники; ОПК – оборонно-промышленный комплекс; СДС – система добровольной сертификации.

Список литературы

[1] Малышев Л.П., Сафронов Е.И. О концепции экологической адаптации России на постсоветском пространстве // «Жизнь и безопасность». – 1999 г., №3-4.

[2] Гражданский Кодекс РФ. Часть вторая, от 26 января 1996 г. Глава 48 // СЗ РФ. 29 января 1996. №5. Ст. 410.

[3] Крассов О.И. Экологическое право: Учебник. – М.: Дело, 2001. С. 377.

[4] Гражданское право России. Часть 2 / под ред. А.П.Сергеева, Ю.К.Толстого. – М.: Издательство «Проспект». 1997. Глава 40.

[5] Федеральный закон от 21 июля 1997 г. №116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов». Ст.15 // Собрание законодательства РФ от 28 июля 1997 г. №30. Ст. 3588.

[6] Федеральный закон от 21 ноября 1995 г. №170-ФЗ (с изм. от 10 февраля 1997 г.) «Об использовании атомной энергии». Ст.18 // Собрание законодательства РФ. 1995 г. №48. Ст. 4552.

[7] Федеральный закон от 21 июля 1997 г. №117-ФЗ «О безопасности гидротехнических сооружений». Ст.15 // СЗ РФ. 1997. №30. Ст. 3589.

[8] Федеральный закон от 30 декабря 1995 г. №225-ФЗ «О соглашениях о разделе продукции». Ст.7 // СЗ РФ. 1996. №1. Ст. 18.

[9] Моткин Г.А. Основы экологического страхования. – М.: Наука. 1996. С. 15.

[10] Алякринский А.Л. Правовое регулирование страховой деятельности в России. – М.: Издательское товарищество ТЕИС. 1994.

[11] Бажайкин А.Л. Экологическое страхование: теория и практика. Законодательство (серия - право для бизнеса). 2000, №8. С. 23-31.

[12] Закон РФ от 27 ноября 1992 г. №4015-1 «Об организации страхового дела в Российской Федерации», с последующими изменениями // Российская газета от 12 января 1993 г.

[13] Типовое положение о порядке добровольного экологического страхования в Российской Федерации (утверждено Министерством охраны окружающей среды и природных ресурсов РФ и Российской государственной страховой компанией 3 декабря, 20 ноября 1992 г., №04-04/72-6132, 22) // Закон. 1993 г., №3.

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СТРАХОВАНИЕ – МЕТОД ЭКОНОМИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ В ОБЛАСТИ ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

А.Л.Бажайкин

Институт права, социального управления и безопасности Удмуртского госуниверситета, г. Ижевск

Тел.: (3412) 20-05-82; E-mail: banat@udm.ru

Основные виды страхования в Гражданском кодексе РФ определены как имущественное и личное страхование. В рамках договора имущественного страхования, применительно к разновидностям экологического страхования необходимо рассматривать страхование имущества (статья 930 Гражданского кодекса РФ) и страхование ответственности за причинение вреда (статья 931 Гражданского кодекса РФ), кроме того, для целей экологического страхования свойственны некоторые аспекты и личного страхования (статья 934 Гражданского кодекса РФ) [3].

Пунктом 1 статьи 18 Федерального закона «Об охране окружающей среды» определено, что экологическое страхование осуществляется в целях защиты имущественных интересов юридических и физических лиц на случай экологических рисков [1]. Данное краткое и обобщенное понимание экологического страхования позволяет уйти от однообразного понимания под экологическим страхованием только страхования гражданской ответственности предприятий – источников повышенной экологической опасности, а в дальнейшем поможет в выяснении всех научных и практических позиций при разработке проекта Федерального закона «Об экологическом страховании».

В настоящее время экологическое страхование развивается все больше в направлении страхования ответственности за причинение вреда. Экологические риски, в части рисков загрязнения и причинения вреда окружающей среде, страхуются согласно федеральному законодательству в рамках: обязательного страхования ответственности предприя-

тий, эксплуатирующих опасные производственные объекты [6]; обязательного страхования ответственности эксплуатирующих организаций - объектов использования атомной энергии [7]; обязательного страхования гражданской ответственности эксплуатирующих организаций и собственников гидротехнических сооружений [8]; страхования ответственности по возмещению ущерба в случае космической деятельности, морских аварий и другие [9].

Место экологического страхования должно определяться возможностью обособления и выделения его из видов страхования, указанных в Гражданском кодексе РФ. Данное выделение следует производить по двум направлениям.

Во-первых, с позиции объекта страховых отношений – имущественного интереса. Страховым интересом при экологическом страховании в первую очередь является имущественный интерес в сохранении природных объектов, природных комплексов и иных компонентов окружающей природной среды, жизни и здоровья человека.

Во-вторых, не менее важным является и второй критерий в определении места экологического страхования, – страховой риск. В системе страховых рисков необходимо выделять страховой экологический риск, под которым понимается вероятность наступления события, имеющего неблагоприятные последствия для природной среды и вызванного негативным воздействием хозяйственной и иной деятельности, чрезвычайными ситуациями природного и техногенного характера [1]. Основной целью отрасли экологическое право является правовая охрана окружающей среды. Поэтому страховые экологические риски должны рассматриваться в направлении возможного причинения вреда окружающей среде и ее компонентам определенными источниками негативного воздействия. К таким источникам воздействия следует относить хозяйственную и иную деятельность, чрезвычайные ситуации природного и техногенного характера. Далее можно классифицировать страховые экологические риски по событиям и действиям. Риски, реализованные в результате событий, - это, как правило, риски чрезвычайных ситуаций природного характера, обусловленные стихийными бедствиями. Риски, реализованные в результате деятельности источника повышенной экологической опасности, но несущие событийный характер, назовем рисками чрезвычайных ситуаций техногенного характера.

Из этого следует, что определение понятия экологического страхования следует давать на основе характеристики черт, присущих как процессам, возникающим в окружающей среде под воздействием поступающих в нее вредных веществ (страхование гражданской ответственности предприятий - источников повышенной экологической опасности), так и операциям страхования имущества (природных объектов и комплексов) при оказании на него воздействия сил негативного природного характера стихийных бедствий и катастроф) [11].

Исходя из вышеизложенного, предлагаю под экологическим страхованием понимать деятельность, проводимую за счет средств специальных страховых фондов, по защите имущественных интересов физических, юридических лиц, муниципальных образований и государства от экологических рисков, реализация которых может повлечь причинение вреда окружающей среде и ее отдельным компонентам, жизни и здоровью населения.

Далее, дадим понятие вида экологического страхования. Это подразделение страхования в зависимости от объекта страхования [11]. Оно выражает конкретные интересы страхователей, связанные со страховой защитой этих объектов.

Экологическое страхование должно являться родовым понятием по отношению к следующим его разновидностям [12]:

Первый вид – страхование гражданской ответственности предприятий – источников повышенной экологической опасности, на случай загрязнения окружающей среды, причинения вреда жизни и здоровью физических лиц, рассматриваемое в двух аспектах:

1. Страхование гражданской ответственности предприятий – источников повышенной экологической опасности в целях защиты их имущественных интересов, возникающих в результате предъявления претензий о возмещении вреда жизни и здоровью физических лиц, природным объектам и комплексам при аварийном (внезапном, непреднамеренном) загрязнении окружающей среды;

2. Страхование ответственности собственников (владельцев, пользователей) ранее «загрязненных» территорий и природных объектов, представляющих потенциальную экологическую угрозу жизни и здоровью физических лиц, – так называемое ретроспективное страхование экологических рисков.

Второй вид – страхование природных объектов и комплексов на случай наступления чрезвычайных ситуаций природного характера, обусловленных стихийными бедствиями;

Третий вид – страхование жизни и здоровья физических лиц на случай наступления чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера.

ПРОБЛЕМЫ ВЫДЕЛЕНИЯ ИМУЩЕСТВЕННЫХ ИНТЕРЕСОВ, КОТОРЫЕ МОГУТ БЫТЬ ЗАСТРАХОВАНЫ ПО ДОГОВОРУ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СТРАХОВАНИЯ

А.Л.Бажайкин

Институт права, социального управления и безопасности Удмуртского госуниверситета, г. Ижевск

Тел.: (3412) 20-05-82; E-mail: banat@udm.ru

Пунктом 1 статьи 18 Федерального закона «Об охране окружающей среды» определено, что экологическое страхование осуществляется в целях защиты имущественных интересов юридических и физических лиц на случай экологических рисков [1].

Основные виды страхования в Гражданском кодексе РФ определены как имущественное и личное страхование. В рамках договора имущественного страхования, применительно к экологическому страхованию необходимо рассматривать правила страхования имущества (статья 930 Гражданского кодекса РФ) и страхования ответственности за причинение вреда (статья 931 Гражданского кодекса РФ), кроме того для целей экологического страхования свойственны некоторые аспекты и личного страхования (статья 934 Гражданского кодекса РФ) [2].

В настоящее время экологическое страхование развивается все больше в направлении страхования ответственности за причинение вреда. Экологические риски, в части рисков загрязнения и причинения вреда окружающей среде, страхуются согласно федеральному законодательству в рамках: обязательного страхования ответственности предприятий, эксплуатирующих опасные производственные объекты [3]; обязательного страхования ответственности эксплуатирующих организаций – объектов использования атомной энергии [4]; обязательного страхования гражданской ответственности эксплуатирующих организаций

и собственников гидротехнических сооружений [5]; страхования ответственности по возмещению ущерба в случае космической деятельности, морских аварий и другие [6].

При страховании ответственности за причинение вреда *объектом страхования являются имущественные интересы, связанные с риском ответственности по обязательствам, возникающим вследствие причинения вреда жизни, здоровью или имуществу других лиц.*

В рассматриваемой разновидности экологического страхования, *объектом страхования является имущественный интерес, связанный с риском гражданской ответственности, выражающийся в предъявлении страхователю имущественных претензий физическими или юридическими лицами в соответствии с нормами гражданского законодательства о возмещении ущерба за загрязнения земельных угодий, водной среды или воздушного бассейна на территории действия конкретного договора страхования* [7].

В ряде стран это страхование проводится в обязательной форме для предприятий, занимающихся отдельными видами деятельности. Например, в Федеративной Республике Германия, в обязательном порядке страхуется гражданская ответственность владельцев: авиапредприятий, ядерных энергетических установок, предприятий фармацевтической промышленности и называется этот вид страхования: страхование ответственности за загрязнение окружающей среды (Umwelthaftpflichtversicherung) или страхование ответственности владельцев предприятий (Betriebshaftpflichtversicherung) [8].

Согласно российскому законодательству условия лицензирования страховой деятельности предусматривают примерную классификацию страхования видов внедоговорной ответственности, выделяя среди них страхование гражданской ответственности предприятий – источников повышенной опасности [9].

В отсутствие специального закона, регламентирующего обязательное страхование ответственности предприятий – источников повышенной опасности, его осуществление предусмотрено в отдельных законодательных актах, в частности Федеральным законом «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» [3]. Статья 6 названного Федерального закона предусматривает осуществление эксплуатации опасного производственного объекта на основании лицензии, в которой делается запись об обязательном наличии договора страхования риска ответственности за причинение вреда при эксплуатации опасного производственного объекта. Критерии отнесения производственного объекта к категории опасных закреплены в Приложении №1 к Фе-

деральному закону «О промышленной безопасности опасных производственных объектов».

Определенные гидротехнические сооружения представляют собой источники повышенной опасности. А это значит, что их владельцы могут быть привлечены к имущественной ответственности в случае аварии и причинения ущерба (третьим лицам) даже при отсутствии вины с их стороны [10]. Что касается страхования такого рода ответственности, то оно предусмотрено в рамках обязательного страхования гражданской ответственности эксплуатирующих организаций и собственников гидротехнических сооружений [5]. При реализации требований, установленным Федеральным законом «О безопасности гидротехнических сооружений» возникает *несколько проблем*, которые подлежат разрешению.

Первая проблема связана с отсутствием детального перечня гидротехнических сооружений, при наличии которых у собственника, либо эксплуатирующей организации возникнет обязанность застраховать свою ответственность.

Перечень гидротехнических сооружений, установленный Федеральным законом «О безопасности гидротехнических сооружений» не является закрытым, поэтому для многих страхователей возникает вопрос в том, подпадают ли его сооружения под перечень, по которому гидротехнические сооружения будут являться основанием, для заключения договора обязательного страхования гидротехнических сооружений со страховщиками. Многие страховщики разработали свои Программы страхования ответственности за причинение вреда жизни, здоровью или имуществу третьих лиц в результате аварии гидротехнического сооружения, где определяется перечень гидротехнических сооружений, но данные программы могут быть рассмотрены только в качестве рекомендованных, т.к. не являются нормативными правовыми актами.

Для разрешения сложившейся проблемы, предлагаю внести изменения в статью 3 Федерального закона «О безопасности гидротехнических сооружений» и определить перечень гидротехнических сооружений следующей формулировкой: «гидротехнические сооружения, в соответствии со СНиП 2.06.01-86, ГОСТ 26775-85 – это объекты, разрушение или повреждение которых приводит к нарушению нормальной работы электростанций, прекращению или уменьшению подачи воды для водоснабжения и орошения, подтоплению осушаемой и затоплению защищаемой территорий, прекращению или сокращению судоходства, деятельности речного и морского портов, судостроительного и судоремонтного предприятий, может привести к выбросу нефти и газа из

морских скважин, хранилищ, трубопроводов, ущербу рыбным запасам». Гидротехнические сооружения в системе водоснабжения – это сооружения водозаборов из поверхностного водоисточника, насосные станции на водозаборе, открытые и закрытые каналы, запасные и регулирующие емкости воды (в земле, железобетоне). В системах канализации – это напорные дамбы, и дамбы обвалования, водосбросы, каналы и лотки, подпорные стены. Перечень конкретных гидротехнических сооружений в субъектах Российской Федерации, на которые распространяется действие Федерального закона «О безопасности гидротехнических сооружений», определяет Министерство природных ресурсов Российской Федерации по представлению территориальных органов Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий.

Вторая проблема касается разнородности субъектов – страхователей, на которых возлагается обязанность страховать ответственность. Как выясняется на практике, многие страхователи – владельцы гидротехнических сооружений (атомных электростанций, гидроэлектростанций, плотин, шлюзов, водохранилищ и т.п.) по своей организационно – правовой форме юридического лица являются федеральными государственными унитарными предприятиями и их имущество на правах оперативного управления или хозяйственного ведения, как правило, находится в федеральной собственности. Данные предприятия также включены в перечень предприятий, которые «обязаны иметь финансовое обеспечение гражданской ответственности» предоставленное государством, в соответствии со статьей 17 Федерального закона «О безопасности гидротехнических сооружений». Но, например Федеральным законом от 27 декабря 2000 года № 150-ФЗ (приложение № 38, пункт 26) [11] действие статьи 17 Федерального закона «О безопасности гидротехнических сооружений» приостановлено в части финансового обеспечения страхования федеральной собственности. Исходя из вышеизложенного, многие предприятия не имеют права, а также материальной возможности, без разрешения со стороны собственника имущества (в частности гидротехнических сооружений) – государства и его финансовой поддержки, проводить данный вид страхования ответственности владельцев источников повышенной экологической опасности.

Третья проблема связана с обязанностью, в соответствии со статьей 15 Федерального закона «О безопасности гидротехнических сооружений», страховать ответственность на случай причинения вреда собственниками (эксплуатирующими организациями) гидротехнических сооружений. Но, поскольку, договор страхования относится к

гражданско-правовым договорам, отношения по нему регулируются кроме специального законодательства, Гражданским кодексом РФ, где в статье 421 закреплен основной принцип заключения договора – свобода договора. Это означает, что страхователь при заключении договора вправе самостоятельно определять страховщика и вступать в договорные отношения. Но данное право страхователя реализуется лишь в первой части, а обязанность заключения договора в силу обязательности установленной законом, уже приобретает характер публично – правовых отношений. Получается, что императивной является только норма об обязанности заключения договора страхования. Значит, существует добровольно-принудительное страхование, исходя из требований установленных некоторыми законами и как обязательное условие при предоставлении лицензии для занятия определенным видом деятельности (разрешения на эксплуатацию опасных производственных объектов и т.п.).

Следующие нормы о страховании рассматриваемых имущественных интересов, закреплены в пункте 2 статьи 7 Федерального закона «О соглашениях о разделе продукции» где говорится, что концессионное соглашение должно предусматривать обязательства инвестора, осуществляющего вложение собственных или заемных средств в поиски, разведку и добычу минерального сырья и являющегося пользователем недр, по «страхованию ответственности по возмещению ущерба в случае аварий, повлекших за собой вредное влияние на окружающую природную среду» [6].

Кроме того, разновидностями страхования гражданской ответственности предприятий – источников повышенной опасности являются и иные специальные виды страхования: страхование гражданской ответственности за ущерб водам, почве и атмосферному воздуху; страхование гражданской ответственности за вред, причиненный радиационным воздействием при использовании ядерной энергии [12]; страхование ответственности, связанной с космической деятельностью; страхование за ущерб, связанный с горнодобывающей деятельностью [13] и т.п.

Далее обоснованно возникает вопрос, насколько страхование ответственности предприятий – источников повышенной опасности и страхование ответственности предприятий – источников повышенной экологической опасности по содержанию однородные понятия?

В России термин страхование ответственности предприятий – источников повышенной экологический опасности несет более широкое содержание, так как здесь страхуется не только риск ответственности за причинение вреда окружающей среде, но и риск причинения вреда имуществу третьих лиц, жизни и здоровью физических лиц. Но при осуществлении данного вида страхования возникают коллизии с нормами Гражданского кодекса РФ. В результате исследования нормативных правовых актов, можно прийти к выводу, что источник повышенной опасности – это более широкое понятие, включающее в себя условия, определенные статьей 1079 Гражданского кодекса РФ. Под источником повышенной опасности понимается деятельность физических и юридических лиц, которая связана с повышенной опасностью для окружающих (использование транспортных средств, механизмов, электрической энергии высокого напряжения, атомной энергии, взрывчатых веществ, сильнодействующих ядов и т.п.; осуществление строительной и иной, связанной с нею деятельности и др.).

Определив термин – источник повышенной опасности, возникает вопрос о соотносимости его с термином – источник повышенной экологической опасности. При его определении, следует руководствоваться Постановлением Пленума Высшего Арбитражного суда РФ, где говорится, что вопрос об отнесении деятельности предприятия, учреждения, организации к числу представляющих повышенную экологическую опасность решается арбитражным судом в каждом конкретном случае самостоятельно. При этом необходимо иметь в виду, что к источникам повышенной опасности могут быть отнесены: промышленные предприятия, производящие выбросы токсичных и других вредных веществ в природную среду, сельскохозяйственные и лесные предприятия, использующие для обработки полей и лесов химические вещества, транспортные средства и т.п. [14]. Следует отметить, что применять эти разъяснения можно только с учетом положений Гражданского кодекса РФ [15].

Кроме вышеуказанных критериев, к источникам повышенной экологической опасности относят государственные унитарные предприятия и иные организации по разработке, изготовлению, хранению, разработке и утилизации ядерного оружия, других видов вооружений и военной техники, переработке радиоактивных и иных материалов, представляющих повышенную экологическую опасность [16]. Также перспективным для России является обязательное страхование гражданско-правовой ответственности владельцев высокорисковых экологически опасных объектов. К таким объектам должны относиться предприятия и иные объекты, на которых производятся или хранятся химические вещества определенных классов опасности и определенного количества [17].

Исходя из смысла вышеизложенного, для целей экологического страхования, в качестве разновидности экологического страхования, целесо-

образнее и корректнее применять термин – страхование ответственности предприятий – источников повышенной экологической опасности, хотя нормативная правовая база на сегодня предусматривает только страхование ответственности предприятий – источников повышенной опасности. Предполагаю, что раз страхование ответственности предприятий – источников повышенной экологической опасности, является составляющей (частью) страхования ответственности предприятий – источников повышенной опасности, то к ним должны применяются общие правила страхования ответственности предприятий – источников повышенной опасности.

На первый взгляд кажется, что механизм страхования ответственности предприятий – источников повышенной экологической опасности отработан в полной мере, но на самом деле существует немало трудностей при его реализации:

1. Государство фактически не принимает участия в данном виде обязательного страхования, оно ограничилось лишь принятием Федерального закона «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» и рядом упоминаний в иных законах. Организационно-правовым стержнем конструкции данного закона является определение Президентом РФ или по его поручению Правительством РФ – Федерального органа промышленной безопасности. На сегодня такого решения нет, конкретные функции государства отсутствуют организованно на должном уровне. Нет федерального органа, значит, нет лицензирования эксплуатации токсичных веществ и веществ, представляющих опасность для окружающей среды и ее компонентов (воды, земли, атмосферного воздуха и других). Кроме того, лицензирование отдельных направлений деятельности, связанной с эксплуатацией опасных производственных объектов, осуществляется различными исполнительными органами специальной компетенции. Хотя обязательное страхование частично, но проводится;

2. При наступлении страхового случая, цель страхования ответственности владельцев источников повышенной экологической опасности теряется, так как убытки возмещаются в первую очередь имуществу физических и юридических лиц, а при мизерности страховых фондов страховщиков, на возмещение ущерба причиненного водам, почве и атмосфере денежных средств не остается, поэтому может быть, целесообразно выделить отдельный договор страхования ответственности за причинение вреда окружающей природной среде от договора страхования ответственности за причинение вреда жизни и здоровью, имуществу третьих лиц;

3. Отсутствует классификация промышленных предприятий по степени риска, так как существуют различные подходы к идентификации опасности при страховании ответственности предприятий – опасных производственных объектов, даже если речь идет об одном и том же объекте;

4. Отсутствует единообразие в оценке уровня потенциальной опасности объектов, а также в экспертной оценке страхового риска, например, Министерство РФ по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий – проводит оценку по численности поражаемого населения, Государственная пожарная служба входящая в структуру МЧС РФ – по масштабам интенсивности пожаров на территории объекта и вне его, Министерство здравоохранения РФ – по размерам необходимых санитарно-защитных зон для уменьшения опасности от деятельности данного объекта, Федеральный горный и промышленный надзор РФ – по степени взрываемости технологических объектов;

5. В Приложении к Федеральному закону «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» дается перечень источников повышенной опасности, риски ответственности, на случай аварий, которых являются объектами страхования. Гражданский кодекс РФ под *источником повышенной опасности* понимает более широкий спектр объектов, где *основным критерием опасности выступает любая деятельность, осуществление которой создает повышенную опасность причинения вреда из-за невозможности полного контроля за ней со стороны человека*, а также деятельность по использованию, транспортировке, хранению предметов, веществ и иных объектов производственного, хозяйственного и иного назначения, обладающих теми же свойствами. Поэтому перечень подлежащих страхованию ответственности объектов должен базироваться на классификации видов деятельности причиняющих и могущих причинить вред жизни, здоровью физических лиц, имуществу физических и юридических лиц, окружающей природной среде;

6. Сегодня большинство страховщиков (страховых компаний), занимающихся страхованием именно ответственности предприятий – источников повышенной экологической опасности являются частными, отсюда они имеют маленькие резервные фонды превентивных мероприятий, которых не хватает для покрытия расходов при наступлении страхового случая. Поэтому они не могут выполнить в полном объеме договор страхования ответственности, заключенный со страхователем – владельцем источника повышенной экологической опасности.

Список литературы

[1] Федеральный закон от 10 января 2002 г. №7-ФЗ «Об охране окружающей среды» // Российская газета. 2002. №7.

[2] Гражданский Кодекс РФ. Часть вторая, от 26 января 1996 г. Глава 48 // СЗ РФ. 29 января 1996. №5. Ст. 410.

[3] Федеральный закон от 21 июля 1997 г. №116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов». Ст.15 // Собрание законодательства РФ от 28 июля 1997 г. №30. Ст. 3588.

[4] Федеральный закон от 21 ноября 1995 г. №170-ФЗ (с изм. от 10 февраля 1997 г.) «Об использовании атомной энергии». Ст.18 // Собрание законодательства РФ. 1995 г. №48. Ст. 4552.

[5] Федеральный закон от 21 июля 1997 г. №117-ФЗ «О безопасности гидротехнических сооружений». Ст.15 // СЗ РФ. 1997. №30. Ст. 3589.

[6] Федеральный закон от 30 декабря 1995 г. №225-ФЗ «О соглашениях о разделе продукции». Ст.7 // СЗ РФ. 1996. №1. Ст. 18.

[7] Типовое положение о порядке добровольного экологического страхования в Российской Федерации (утверждено Министерством охраны окружающей среды и природных ресурсов РФ и Российской государственной страховой компанией 3 декабря, 20 ноября 1992 г., №04-04/72-6132, 22). Пункт 2 // Закон. 1993 г., №3, с. 48.

[8] Бажайкин А.Л. Экологическое страхование: теория и практика. // Законодательство (серия – право для бизнеса). – 2000, №8. – С. 23-31.

[9] Приказ Росстрахнадзора от 19 мая 1994 г. №02-02/08 «Об утверждении новой редакции «Условий лицензирования страховой деятельности на территории Российской Федерации». Зарегистрировано в Минюсте РФ 1 июня 1994 г. Регистрационный №590 // Российские вести от 29 июня 1994 г. №118.

[10] Боголюбов С.А., Емельянова В.Г., Жариков Ю.Г. и др. // Под ред. С.А. Боголюбова Комментарий к Водному кодексу Российской Федерации. – М.: Инфра М-Норма, 1997. – с. 26.

[11] Федеральный закон от 27 декабря 2000 г. №150-ФЗ «О федеральном бюджете на 2001 год» // СЗ Российской Федерации от 1 января 2001 г., №1 (Часть I), ст. 2.

[12] Бажайкин А.Л. Правовые аспекты ядерного страхования за рубежом и в российской Федерации // Экологическое право. ИГ «Юрист», 2003. №3. С. 48-53.

[13] Бажайкин А.Л. Правовые аспекты ядерного страхования за рубежом и в российской Федерации // Экологическое право. ИГ «Юрист», 2003. №5. С. 30-33.

[14] Постановление Пленума Высшего Арбитражного Суда РФ от 21 октября 1993 г. №22 «О некоторых вопросах практики применения Закона РСФСР «Об охране окружающей природной среды» (с изменениями от 10 апреля 2000 г.) // Вестник Высшего Арбитражного Суда, 1994, №3.

[15] Нарышева Н.Г. Некоторые проблемы ответственности владельца источника повышенной опасности за вред, причиненный окружающей природной среде. С.350 // Экологическое право России. Сборник материалов научно – практических конференций. Выпуск второй. 1999 – 2000 гг. / Под ред. проф. А.К.Голиченкова – М.: Полтекс, 2001. – 464 с.

[16] Положение о порядке обеспечения особого режима в закрытом административно-территориальном образовании, на территории которого расположены объекты Министерства Российской Федерации по атомной энергии (утв. постановлением Правительства РФ от 11 июня 1996 г. №693) (с изменениями от 3 апреля 1997 г.).

[17] Бринчук М.М. Экологическое право (право окружающей среды). Учебник. – М.: Издательство Юристъ. 1998. – С. 444.

ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЕЙ СРЕДЫ В СФЕРЕ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

А.В.Кодолова

Кафедра экологического, аграрного, природоресурсного права ИПСУБ УдГУ

Тел. (8912) 853-30-76; E-mail: kodol@istu.udm.ru

В последние десятилетия высокую актуальность приобрела проблема загрязнения природной среды промышленными предприятиями, которая проводит к отрицательным экологическим, социально-экономическим, и иным последствиям. Исследование правовых проблем охраны окружающей среды в промышленности неразрывно связано с исследованием системы законодательтсва. В настоящее время возникает объективная потребность анализа нормативно-правовой базы, регулирующей отношения по охране природы в процессе промышленного производства с точки зрения ее эффективности, полноты, достаточности для решения экологических задач в данной области.

Правовая охрана окружающей среды в промышленности осуществляется совокупностью законов и иных нормативных актов, образующих систему, которую можно подразделить на две большие группы:

1. Нормативно-правовые акты экологического законодательства;
2. Нормативно-правовые акты других отраслей законодательства (административного, гражданского, трудового).

Все эти нормативно-правовые акты подчиняют деятельность предприятий экологическим требованиям и закрепляют материальные, организационные и правовые гарантии по их внедрению и исполнению.

ные отрасли: земельное, водное, лесное законодательство, законодательство о недрах, об охране атмосферного воздуха и животном мире. Поэтому, с позиции внутриотраслевой структуры, по мнению таких ученых, как С.А. Боголюбов, И.Ф. Панкратов, Л.А. Заславская [1], экологическое законодательство представляет собой комплексную отрасль, состоящая из двух систем: природоресурсного и природоохранительного законодательства.

Среди экологических требований в сфере промышленного производства важную роль играют требования к размещению, проектированию, строительству, вводу в эксплуатацию и эксплуатации предприятий.

Для исследуемой проблемы важно проанализировать применительно к отдельным стадиям хозяйственной деятельности полноту и достаточность нормативно-правовой базы для решения экологических задач, учета комплексного характера охраны природной среды и особенностей ее отдельных объектов. В зависимости от целевой направленности экологические требования можно подразделить на две группы:

1. Требования к размещению, проектированию, строительству, вводу в эксплуатацию предприятия, т.е. такие требования, где предусматриваются гарантии его эффективного функционирования в будущем;
2. Требования к эксплуатации предприятия.

Осуществление экологических задач в промышленности связано с правовой охраной окружающей среды *при размещении* предприятий, являющемся важной стадией хозяйственной деятельности, соединенной с другими ее этапами. Требования, направленные на решение экологических задач при размещении и выборе места строительства предприятий, вытекают из целей и задач охраны окружающей среды, недопущение ухудшения ее состояния, отдельных природных объектов и комплексов. Эти задачи должны получить закрепление в законодательстве и определить всю совокупность требований, которые можно разделить на два вида:

1. Требования к размещению предприятий включающие и требования по охране природной среды, сформулированные в:

- Федеральном законе «Об охране окружающей среды» от 10.01.2002 №7-ФЗ. Так, в статье 35 указанного закона содержатся требования в области охраны окружающей среды при размещении зданий, строений, сооружений и иных объектов, в том числе, по восстановлению природной среды, рациональному использованию и воспроизводству природных ресурсов, обеспечению экологической безопасности с учетом ближайших и отдаленных экологических, экономических, демографических и иных последствий эксплуатации указанных объектов и соблюдением приоритета сохранения благоприятной окружающей среды, биологического разнообразия, рационального использования и воспроизводства природных ресурсов;
- Федеральном законе «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» от 30.03.1999 №52-ФЗ, предусматривается, что при решении вопросов размещения объектов промышленного значения и установления санитарно-защитных зон должны соблюдаться санитарные правила;
- Водном кодексе Российской Федерации от 16.11.1955 №167-ФЗ. В статье 105 этого закона содержатся положения об учете влияния деятельности промышленных предприятий на состояние вод и природную среду;
- Федеральном законе «О животном мир» от 24.04.1995 №52-ФЗ. Статья 22 данного закона посвящена сохранению среды обитания и условий размножения, нагула, отдыха и путей миграции объектов животного мира, обеспечению неприкосновенности защитных участков территорий и акваторий;
- Федеральном законе «Об охране атмосферного воздуха» от 04.05.1999 №96-ФЗ, в котором содержатся требования по соблюдению нормативов качества атмосферного воздуха, учету уровней и прогнозов изменения его качества (ст. 16);
- Земельном кодексе Российской Федерации от 25.10.2001 №136-ФЗ.

2. Экологические требования к определению места строительства предприятий, которые также подразделяются на два вида. К первому виду относятся требования комплексного характера, К ним можно отнести требования, закрепленные в Федеральном законе «Об охране окружающей среды». Например, пунктом 2 статьи 35 указанного закона, предусматривается в качестве обязательного условия для выбора места размещения зданий, сооружений и иных объектов, наличие положительного заключения государственной экологической экспертизы.

Второй вид образуют требования по охране отдельных природных объектов (ст. 105 Водного кодекса РФ, ст. 65 Лесного кодекса РФ). Статья 65 Лесного кодекса содержит требования к выбору места строительства объектов, влияющих на состояние и воспроизводство лесов, которые должны согласовываться с органом государственной власти субъекта Российской Федерации и соответствующим территориальным органом федерального органа управления лесным хозяйством с обязательным проведением государственной экологической экспертизы.

Важное значение для правового обеспечения охраны окружающей среды в промышленном производстве принадлежит решению экологических задач на *стадии проектирования*. Среди таких задач можно выделить следующие:

- недопущение загрязнения окружающей среды;
- состояние экологической безопасности;
- осуществление мер по сохранению и улучшению природной среды;
- недопущение отрицательного влияния проектируемого предприятия на охрану природных ресурсов и комплексов.

В соответствие с ними устанавливаются экологические требования, которые можно в зависимости от их содержания подразделить на несколько видов:

1. Требования комплексного характера, сформулированные в Федеральном законе «Об охране окружающей среды». Статья 36 данного содержит положения об охране окружающей среды при проектировании зданий, строений, сооружений и иных объектов. На данной стадии хозяйственной деятельности должны учитываться нормативы допустимой антропогенной нагрузки на окружающую среду, предусматриваться мероприятия по предупреждению и устранению ее загрязнения, применяться ресурсосберегающие, малоотходные, безотходные и иные наилучшие существующие технологии, способствующие охране и восстановлению природной среды. Также требования комплексного характера содержатся в Федеральном законе «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения»;

2. Требования по охране природных ресурсов, которые конкретизируют требования общего характера с учетом своей специфики. Они более многочисленны и содержатся в Водном кодексе РФ, Земельном кодексе РФ, Федеральном законе «Об охране атмосферного воздуха» Федеральном законе «О животном мире». Так, закон «Об охране атмосферного воздуха» включает требования по непревышению нормативов качества атмосферного воздуха, уменьшению вредных веществ и их обезвреживанию. Федеральный закон «Об охране животного мира» содержит требования по сохранению среды обитания объектов животного мира и путей их миграции, по обеспечению неприкосновенности защитных участков территорий и акваторий.

Правовая охрана природной среды при *строительстве* (реконструкции) предприятий тесно связана с другими стадиями хозяйственной деятельности. К числу основных природоохранительных задач на этой стадии относится реализация всей совокупности содержащихся в проекте экологических требований и мер по их осуществлению, недопущение загрязнения природной среды, ее отдельных объектов, отрицательного влияния на здоровье населения при осуществлении строительных и иных работ. Они должны закрепляться в законодательстве и определять экологические требования в этой сфере.

Требованиям в области охраны окружающей среды при строительстве предприятий посвящена статья 37 Федерального закона «Об охране окружающей среды», согласно которой строительство зданий, сооружений и иных объектов должны осуществляться по утвержденным проектам, имеющим положительные заключения государственной экологической экспертизы, с соблюдением требований в области охраны окружающей среды, а также санитарных и строительных требований, норм и правил. Запрещается строительство зданий, строений, сооружений и иных объектов до утверждения проектов и до отвода земельных участков в натуре, а также изменение утвержденных проектов в ущерб требованиям в области охраны окружающей среды. При осуществлении строительства промышленных объектов принимаются меры по охране окружающей среды, восстановлению природной среды, рекультивации земель, благоустройству территорий в соответствии с законодательством Российской Федерации.

Важная стадия хозяйственной деятельности – это *ввод в эксплуатацию предприятий*. Именно на этом этапе обнаруживаются недостатки и нарушения в обеспечении экологического законодательства.

К первой группе требований при вводе в эксплуатацию предприятия относятся требования комплексного характера: ввод в эксплуатацию при условии выполнения в полном объеме всех экологических требований, предусмотренных проектом, по актам всех приемочных комиссий с участием специально уполномоченных государственных органов в области охраны природной среды, санитарно-эпидемиологического надзора; запрет ввода объектов, не обеспеченных современными технологиями, сооружениями по очистке, обезвреживанию и утилизации отходов, средствами контроля за загрязнением окружающей среды.

Ко второй группе относятся требования по охране отдельных объектов природы при вводе в эксплуатацию предприятия. Они достаточно многочисленны и содержатся в Водном кодексе РФ, Лесном кодексе РФ, Федеральном законе «Об охране атмосферного воздуха» и т.д. и дополняют указанные выше требования комплексного характера.

На *стадии эксплуатации* предприятий можно выделить требования общего и специального характера. Первый вид включает в обобщенной форме наиболее важные требования, которые являются едиными для всех предприятий, а ко второй – для их отдельных категорий или сфер деятельности.

В первую категорию входят требования, содержащиеся в частности в таких законах, как: Федеральный закон «Об охране окружающей среды», Федеральный закон «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения», Федеральный закон О промышленной безопасности опасных производственных объектов» от 21.07.1997 №116-ФЗ, Федеральный закон «Об отходах производства и потребления» от 24.06.1998 №98-ФЗ.

Экологические требования специального характера обусловлены многими факторами, влияющими на особенности отдельных категорий предприятий на природную среду. Они весьма многочисленны и их можно подразделить на ряд групп:

1. Требования по учету воздействия предприятий на природную среду;

2. Требования по обеспечению функционирования вокруг предприятий санитарно-защитных зон с особым режимом природопользования и охраны природной среды, которые устанавливаются для охраны территорий от загрязнения и других вредных воздействий;

3. Экологические требования на территориях с особым режимам природопользования: в зонах чрезвычайной экологической ситуации и экологического бедствия, особо охраняемых природных территориях.

Из проведенного анализа правовых актов по охране окружающей среды в промышленности можно сделать выводы, что в настоящее время в России существует необходимая правовая база, регулирующая охрану окружающей среды на всех стадиях промышленного производства, и для успешного осуществления экологической политики в стране необходимо не столько дальнейшее совершенствование законодательства, сколько организация его дальнейшего применения и исполнения.

Список литературы

[1] Боголюбов С.А., Панкратов И.Ф., Заславская Л.А. Концепция развития экологического законодательства // Правовая реформа: Концепции развития экологического законодательства – М., 1995.

[2] Дубовик О.Л. Экономические факторы современной экологической ситуации // Экологическое право и рынок.

[3] Бринчук М.М Экологическое право – М., 1996.

УДМУРТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Институт исследования природных и техногенных катастроф

Направления исследований:

- Математическая теория безопасности и риска.
- Математическое моделирование физических процессов.
- Математическое моделирование аварий и катастроф.
- Современные информационные и вычислительные технологии (ГИС - технология, параллельные вычисления).

Прикладные аспекты:

- Оценка и управление аварийным риском.
- Разработка и экспертиза деклараций безопасности.
- Оценка воздействия на окружающую среду при катастрофах.
- Консультационные услуги в области экологической безопасности.

426034, Россия, г. Ижевск,
ул. Университетская 1, корп. VI.
Тел./факс: **8(3412) 75-38-31**
e-mail: intd@wing.uni.udm.ru

Посетите наш сервер в Интернет!

http://intd.uni.udm.ru