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

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

БЕЗОПАСНОСТЬ В ТЕХНОСФЕРЕ

Выпуск 5

Ижевск
2009

УДК 351.86 (063)
ББК 68.9 я 431
Б 40

Научный редактор доктор технических наук, профессор, директор Института гражданской защиты УдГУ **В.М Колодкин**

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

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

УДК 351.86 (063)
ББК 68.9 я 431
Б 40

©Российское научное общество анализа риска,2009
©ГОУВПО "Удмуртский государственный университет",2009
©Учебно-научный институт природных и техногенных катастроф,2009

Содержание

Предисловие..... 5

Часть I. ***Прогнозирование последствий аварий и риск-анализ***

Колодкин В.М, Фомин П.М, Варламов Д.В
Проблемно-ориентированный электронный ресурс "Безопасность в техносфере" в решении проблем безопасного уничтожения химического оружия 9
Колодкин В.М, Фомин П.М, Д.В.Варламов, Д.М.Малых, Г.П.Князев, Яценко А.А,Гайфуллина Д.Р, Бабушкин М.И, Огородников П.Г
Динамический Паспорт безопасности Удмуртской Республики..... 16
Колодкин В.М.
Паспорт безопасности образовательного учреждения..... 23
Варламов Д.В, Гайфуллина Д.Р, Бабушкин М.И
Особенности формирования паспортов безопасности гидротехнических сооружений..... 28
Варламов Д.В., Малых Д.М.
Практика разработки Паспортов безопасности опасных производственных объектов в среде Сервиса..... 35

Часть II. ***Вопросы математического моделирования аварий и эффективность защиты в условиях ЧС***

Варламов Д.В., Малых Д.М.
Вероятностный анализ аварийных ситуаций..... 51
Князев Г.П.
Прогнозирование динамики эвакуации людей из здания при ЧС..... 63
Бабушкин М.И., Сивков А.М.
Интегральная математическая модель тепломассопереноса при пожаре..... 66
Батырев В.В.
Моделирование поступления и рассеяния токсичных химических веществ (ТХВ) в атмосфере..... 70
Карманчиков А.И.
Прогнозирование обеспечения безопасности людей при эвакуации..... 107

Часть III. ***Мониторинг и технические системы обеспечения безопасности***

Севастьянов Б.В., Дресвянский Е.Л., Трефилов Д.А.
Ручные пневма-тические машины ударного действия. Проблемы, связанные с егоиспользованием и новые разработки..... 127
Иванов Ю.В
Методы и средства улучшения виброакустических параметров металлургических машин и агрегатов..... 132

Тюрин А.П., Парахин Д.В.,Севастьянов Б.В.
Вакуумированные сотовые звукопоглощающие конструкции как средство коллективной защиты работников..... 137
Мухин К.В.
Радиомониторинг промышленного предприятия..... 143
Дзюин С.В., Мухин К.В.
Технология интегрального использования контрольно-поисковых приборов... 148

Часть IV. *Экологическая безопасность*

Сатликова Д.Ф.
Социальные,экономические и экологические аспекты вопроса утилизации органических отходов животноводства в России 155
Борисова Е.А.
Способ оценки экологически безопасного использования ООПТ (на примере растения)..... 158
Сатликова Д.Ф.
Анализ современного агрорынка Удмуртской республики с позиции рациональности внедрения биогазовых технолгий..... 162
Дружакина О.П.
Новые синтетические утеплители в энергосбережении строительства..... 165
Сатликова Д.Ф, Гаврилова К.В.
Анализ схем анаэробного сбраживания в биогазовых установках, применимых в условиях Удмуртской Республики..... 171
Стурман В.И., Гагарина О.В., Габдуллин В.М.
Геоэкологические проблемы Ижевского водохранилища и существующие подходы к их решению..... 178
Котегов Б.Г.
Обоснование биомониторингового сопровождения мероприятий по альголизации Ижевского пруда-водохранилища в рамках программы по реабилитации данного водоема как источника хозяйственно-питьевого водоснабжения 185
Колодкин М.В.
Экологически целесообразная технология производства кованых труб..... 192

Часть V. *Подготовка и переподготовка специалистов в области безопасности*

Б.В. Севастьянов, Лисина Е.Б., Баранова Н. А.,
Система непрерыв-ного профессионального образования по направлению подготовки «Техносферная безопасность» В ГОУ ВПО «Ижевский государственный технический университет»..... 201

ПРЕДИСЛОВИЕ

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

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

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

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

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

П.М.Фомин начальник Главного управления МЧСРоссии по Удмуртской Республике	С.Д.Бунтов ректор ГОУВПО "Удмуртский государственный университет"

Часть I.

Прогнозирование последствий аварий и риск-анализ

ПРОБЛЕМНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЙ ЭЛЕКТРОННЫЙ РЕСУРС “БЕЗОПАСНОСТЬ В ТЕХНОСФЕРЕ” В РЕШЕНИИ ПРОБЛЕМ БЕЗОПАСНОГО УНИЧТОЖЕНИЯ ХИМИЧЕСКОГО ОРУЖИЯ

В.М.Колодкин,
П.М.Фомин, Д.В.Варламов

Назначение и состав Ресурса

Прогнозирование последствий аварий на объектах с наличием высокотоксичных веществ – необходимый этап в обеспечении безопасности жизнедеятельности и защиты природной среды. Причем, чем точнее прогноз, тем более обоснованы действия по обеспечению безопасности.

Прогнозирование последствий аварий основано на математическом моделировании. С ростом требований к точности прогнозирования возрастает сложность математических моделей, возрастают требования по точности решения соответствующих уравнений модели. С другой стороны, возрастающая роль вопросов обеспечения безопасности, приводит к расширению круга лиц, которые работают в области обеспечения безопасности. Возникает необходимость широкого использования математических моделей людьми, которые не являются специалистами в области математического моделирования и информационных технологий. Для этой категории людей результатов прогнозирования должны быть представлены в виде, приемлемом для их восприятия и анализа.

Противоречие между требованием повышения точности прогнозирования, и вовлечением в решение вопросов безопасности широкого круга специалистов в предметных областях (которые заинтересованы в доступности математических моделей для прогнозирования, но не являются специалистами в области информационных технологий), может быть решено путем использования возможностей проблемно-ориентированного электронного Ресурса "Безопасность в техносфере". Проблемно-ориентированный ресурс – инструментарий, предназначенный для решения задач из определенной предметной области. В частности, ресурс "Безопасность в техносфере" ориентирован на задачи в области прогнозирования последствий аварий и анализа риска. Ресурс "Безопасность в техносфере" доступен по сети Интернет (http://rintd.ru/). Ориентация Ресурса на решение задач прогнозирования последствий аварий и анализа риска на объектах утилизации боевых отравляющих веществ выражена в проблемно-ориентированном Сервисе "Хим-Риск", входящего в состав Ресурса.

Одно из назначений Сервиса это разделение процессов прогнозирования и анализа результатов в пространстве и, по мере необходимости, - во времени. Процесс прогнозирования возлагается на команду, которая имеет необходимые опыт и вычислительные ресурсы. Процесс анализа результатов возлагается на Пользователя.

В этом случае происходит разделение следующих процессов:

• разработки моделей, представления результатов и организации доступа к моделям прогнозирования последствий аварий;

• использование и анализ результатов прогнозирования конечными пользователями (специалистами в области обеспечения безопасности жизнедеятельности, населением).

Среди работ по созданию проблемно-ориентированного электронного Ресурса можно выделить два раздела.

I.Работы в области математического моделирования последствий аварий.

Прогноз последствий аварий основан на методах математического моделирования возникновения источников опасности и развития аварийной ситуации. Работы в области математического моделирования включают в себя разработку новых, тестирование и адаптацию существующих физико-математических моделей прогнозирования последствий аварий. Именно в этой части главный источник увеличения точности, а, следовательно, и достоверности результатов прогнозирования. В этом же ряду лежат работы по представлению результатов прогнозирования; важно показать последствия аварии в приемлемом для восприятия виде.

В этой области были сосредоточены работы последних 15 лет. Работы проходили в рамках:

• ряда проектов российских научных фондов (РФФИ, НП "Университеты России";

• проектов МНТЦ #2065, CSP-048;

• в рамках серии проектов, выполняемых под эгидой Российского Зеленого Креста.

В последнем случае работы были ориентированы на создание Систем прогнозирования и представления последствий аварий на конкретных объектах по утилизации химического оружия. В результате этих работ Системы по прогнозированию последствий аварий были созданы, установлены и функционировали в ряде Информационных Центров Российского Зеленого Креста. Причем форма представления результатов прогнозирования отвечала требованиям человека, не имеющего специальной подготовки.

II.Разработка и адаптация программного обеспечения прогнозирования последствий аварий и оценки рисков для организации доступа Пользователей к математическим моделям посредством сети Интернет

При этом Пользователь со своего компьютера, имеющего доступ в сеть Интернет, инициирует решение прогнозных задач, получает его результаты и анализирует их.

Возможны два основных способа доступа Пользователей к предоставляемым ресурсам: доступ с помощью клиентского приложения и доступ через интернет-портал.

Доступ с помощью клиентского приложения.

Система прогнозирования разделена на две части: расчетное ядро (располагается на серверах) и клиентская часть (на компьютере Пользователя). Клиентская часть содержит всю визуальную информацию об объектах. Серверная часть содержит базу данных по опасным веществам и расчетные модули. Пользователь на клиентском приложении выбирает объект и задает сценарий, после чего эти данные передаются на сервер, где происходит расчет. Результат в удобном для Пользователя графическом виде передается клиентскому приложению.

Клиентское приложение (в виде дистрибутива), доступно на сайте Института исследования катастроф. Клиентское приложение содержит в себе все необходимые данные (векторные карты, спутниковые снимки). Дистрибутив приложения распространяется свободно, но для доступа к расчетным модулям и данным необходимо быть зарегистрированным пользователем.

Преимуществами такого метода доступа к сервисам являются:

• высокая скорость вычислений, так как расчеты производятся на высокопроизводительных компьютерах с использованием параллельных вычислений;

• небольшой размер клиентского приложения, так как на компьютере пользователя хранятся только модули для запроса и получения данных, визуализации результатов.

Доступ через интернет-портал

Он не предоставляет Пользователю богатых возможностей по визуализации результатов расчетов ввиду ограничений, накладываемых самой технологией доступа. Однако доступ через интернет-портал более удобен при проведении многочисленных конкретных расчетов. Последовательность работы: Пользователь заходит на интернет-портал, выбирает одну из предложенных задач, вводит ее условия и получает готовые результаты.

Проблемно-ориентированный Сервис "Хим-риск"

Первая версия Системы по прогнозированию последствий аварий на объектах с наличием боевых отравляющих веществ была разработана Институтом исследования природных и техногенных катастроф Удмуртского государственного университета в 1995 году. К настоящему времени развитие Системы перешло на стадию Проблемно-ориентированного Сервиса "Хим-риск", который обеспечивает следующие возможности:

• Расчет последствий аварийных сценариев, которые задаются пользователем исходя из текущей обстановки (состояние атмосферы, погодные условия, номенклатура химических боеприпасов, причина возникновения ЧС, распределение людей на местности). Расчет происходит в реальном масштабе времени. В качестве базовых аварийных событий приняты: пролив, взрыв и пожар. Аварийный сценарий строится из совокупности событий.

• Расчет индивидуальных рисков для зоны расположения объекта. Расчет рисков занимает достаточно большое время, поэтому происходит заранее для каждого объекта, а результаты сохраняются в базе данных.

• Графическое отображение результатов расчетов на схеме местности. В качестве схемы местности используется векторная карта местности и/или спутниковый снимок. При отображении последствий определенной аварии используются цветовые градации, для того чтобы показать концентрацию вещества (токсическую нагрузку) в текущий момент времени (на высоте 1.5 метра). Так же для каждого момента времени отображается площадь поражения, количество погибших и пострадавших, а так же экономический ущерб. Отображение может происходить как в реальном масштабе времени, так и с ускорением. Так же возможно нелинейное представление во времени (доступ к произвольной временной точке). Прогноз строится на временном интервале равным трем часам от момента начала аварии.

• Возможность выбрать для анализа последствий аварий один из нескольких объектов имеющихся в базе. На данный момент доступны следующие объекты: объект с боевыми отравляющими веществами (БОВ) в поселке Камбарка Удмуртской Республики, объект с БОВ в поселке Кизнер Удмуртской Республики. Объект с БОВ в Пензенской области, Объект с БОВ в поселке Щучье, объект с БОВ в поселке Марадыково.

• Возможность сохранить результаты расчетов.

Последняя версия Сервиса построена на клиент-серверной архитектуре, что подразумевает разделение на две части: вычислительное ядро и клиентское приложение.

В вычислительном ядре реализованы модели распространения примесей в атмосфере. Вычислительный процесс построен на высокопроизводительном удаленном сервере. Использован язык высокого уровня C++, что позволило достаточно эффективно реализовать вычислительные алгоритмы. Все расчетные модули базируются на едином инструментарии (SDK), в котором реализовано большое количество структур данных и функций для их обработки таких как:

• работа с различными форматами представления географической информации (GIS);

• алгоритмы вычислительной геометрии;

• регулярные и нерегулярные сетки, на которых ведется расчет;

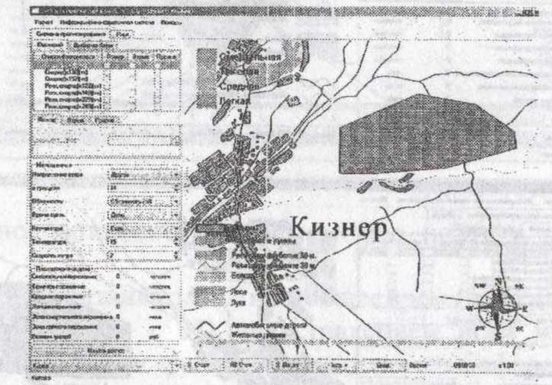
• функции визуализации, в том числе и 3D графики;

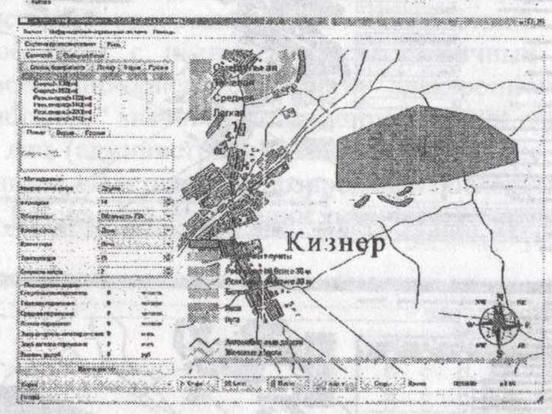
• различные функции для представления промежуточных результатов.

Клиентское приложение занимается сбором исходных данных и представлением результатов. Приложение написано на языке Python. Что позволило сократить время разработки, т.к. в приложении отсутствуют «тяжелые» вычислительные части.

Связь между расчетным ядром и клиентским приложением происходит через сеть Интернет по протоколу XML-RPC. Нужно отметить, что существует версия, где вычислительное ядро и клиентская часть объединены в одно приложение, которое удобно использовать в условиях отсутствия канала связи. Отдельное приложение обладает всем тем же функционалом что и клиент-серверное, но при этом не нуждается в подключении к сети Интернет, - все расчеты происходят локально.

Рассмотрим работу приложения на примере объекта, размещенного в поселке Кизнер. Ниже приведены два изображения главного окна программы с векторной картой и спутниковым снимком.



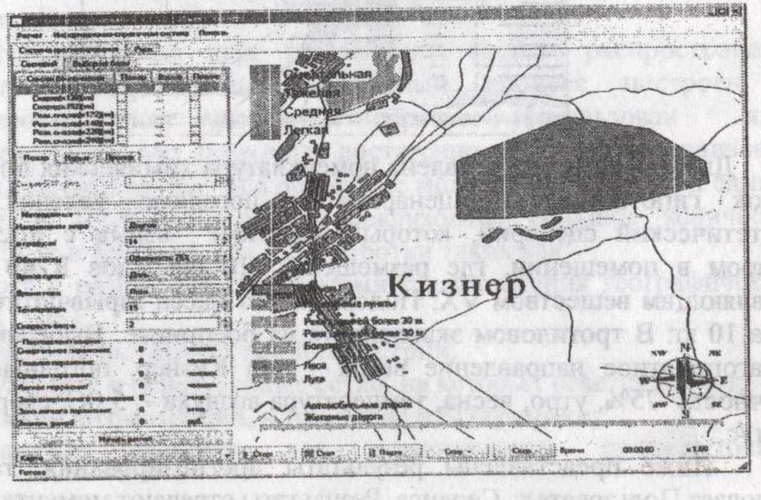


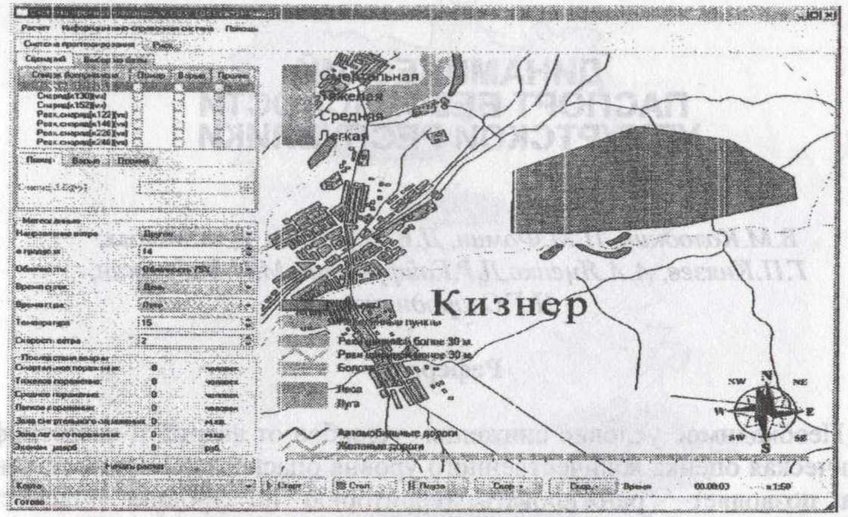
Для объекта представлена номенклатура химических боеприпасов, список гипотетических сценариев и погодные условия. Зададим гипотетический сценарий, который включает взрыв с последующим пожаром в помещении, где размещены 10 снарядов К240 с боевым отравляющим веществом VX. Положим, что масса взрывчатого вещества равна 10 кг. В тротиловом эквиваленте на боеприпас. Выберем наиболее неблагоприятное направление ветра - на Кизнер, погодные условия: облачность 75%, утро, весна, температура воздуха - 5 0С, скорость ветра - 2 м./с.

Ниже представлены результаты прогнозирования, так как их наблюдает Пользователь Сервиса. Результаты отвечают моментам времени: 6.5 мин; 23 мин; 1 час 7 мин; 2 часа 3 мин после возникновения аварии.









Более подробное описание Системы можно найти в руководстве пользователя.

Сервис продолжает развиваться. В настоящее время идут интенсивные работа по созданию системы с 3D представлением всей информации (рельеф, дороги, здания, распространение примеси в атмосфере).

Создание Системы прогнозирования последствий аварий и оценки рисков на объектах с наличием высокотоксичных веществ с использованием Проблемно-ориентированного электронного ресурса "Безопасность в техносфере" значительно расширит доступ специалистов и заинтересованных лиц (администрации районов, население, страховые компании) к современным средствам прогнозирования последствий аварий, будет способствовать безопасной утилизации химического оружия.

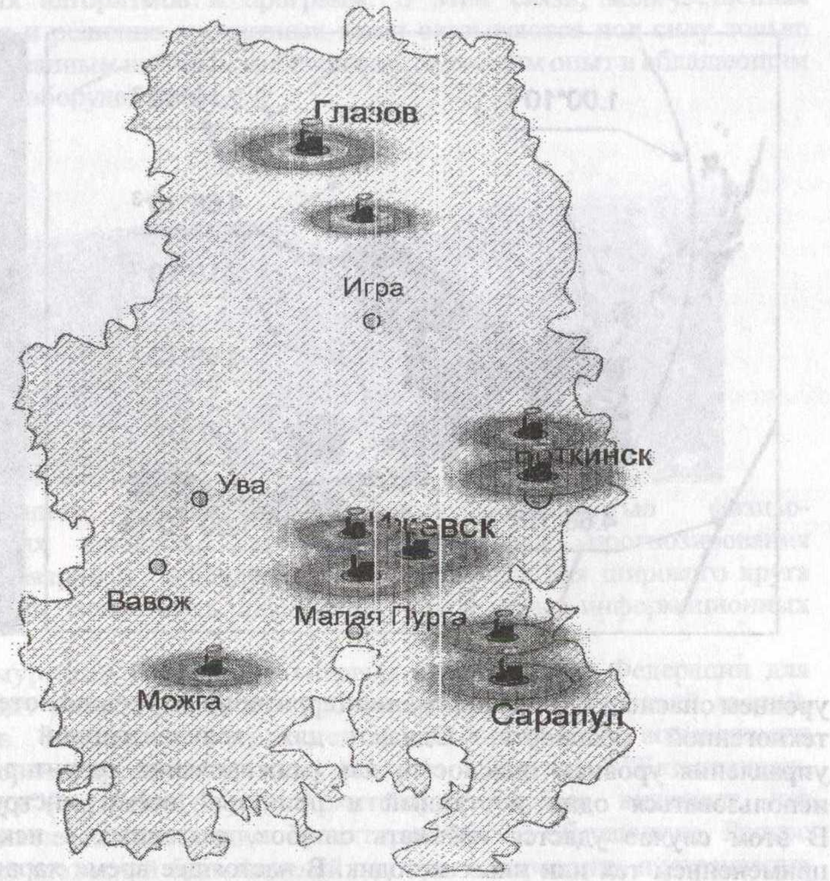
ДИНАМИЧЕСКИЙ ПАСПОРТ БЕЗОПАСНОСТИ УДМУРТСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

В.М.Колодкин, П.М.Фомин, Д.В.Варламов, Д.М.Малых, Г.П.Князев, А.А.Яценко,Д.Р.Гайфуллина, М.И.Бабушкин, П.Г.Огородников

Реферат

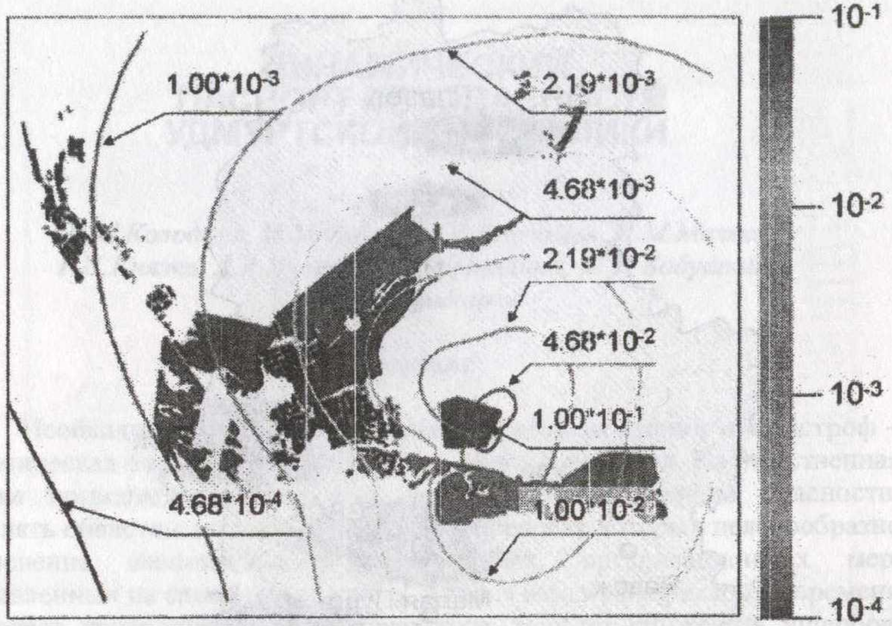
Необходимое условие снижения ущербов от аварий и катастроф – динамическая оценка количественного уровня опасности. Количественная оценка позволяет ранжировать территорию по уровню опасности, выделять области с высокими рисками, в пределах которых целесообразно применение экономических, юридических, организационных мер, направленных на снижение ущербов. Анализ изменения рисков во времени позволяет контролировать эффективность мер по снижению ущербов. Тем самым обеспечивается процедура управления рисками в условиях ограниченных финансовых возможностей.

Количественная оценка уровня опасности предусмотрена, в том числе, такими нормативными документами, как Паспорт безопасности. Формирование Паспорта –один из этапов на пути снижения ущербов. Однако сложность и трудоемкость решения задач прогнозирования препятствуют широкому использованию методов риск-анализа в практической работе. В Удмуртской Республике
впервые в России при разработке Паспортов были использованы возможности Проблемно-ориентированного электронного Ресурса “Безопасность в техносфере”(http://rintd.ru/). Ресурс ориентирован на решение задач прогнозирования последствий аварий и представления результатов. В том числе, - на цифровой
организации) через сеть Интернет, имея доступ к Ресурсу, самостоятельно готовят свои нормативные документы (пропускная способность Ресурса - до 10000 пользователей в сутки). Результаты объединяются при формировании Паспортов безопасности муниципальных образований, Паспорта безопасности Удмуртской Республ Цифровая карта территории с соответствующей базой данных, отражая текущее состояние уровня безопасности, является основой для принятия решений в области безопасности.



1.Новый подход к формированию паспортов безопасности

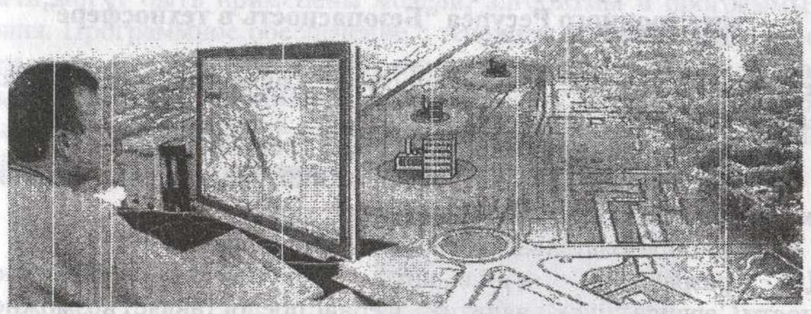
Необходимое условие снижения ущербов от аварий и катастроф – оценка уровня опасности. То есть необходимо сделать срез уровня опасности на сегодняшний день, ранжировать территорию по уровню опасности, выделить области с высокими рисками. Тем самым дать возможность работы экономическим,юридическим,организационнымрычагамуправленияриска. Срез уровня опасности, сделанный через определенное время, позволит проверить эффективность мер и при необходимости откорректировать меры, направленные на снижение ущербов от аварий и катастроф. То есть непосредственно повлиять на процедуру управления рисками в условиях ограниченных финансовых возможностей
На оценку уровня опасности направлены меры по внедрению в повседневную практику технологии оценки рисков посредством подготовки нормативных документов: Паспорт безопасности, План ликвидации аварийных ситуаций, План ликвидации аварийных разливов нефтепродуктов и т.д. В принципе, указанные документы позволяют ставить вопрос об уровне и управлении



уровнем опасности, о ранжировании территории по уровню потенциальной техногенной опасности. Однако для количественной оценки и управления уровнем опасности, для ранжирования территории должен использоваться один доступный и принятый всеми инструментарий. В этом случае удастся избежать ошибок, связанных с некорректным применением тех или иных методик. В настоящее время характеристики риска даже для идентичных объектов, зачастую различаются, что затрудняет сопоставление территорий по уровню опасности, препятствует обоснованному распределению ограниченных финансовых ресурсов. Возникают затруднения в использовании механизмов управления рисками. В будущем затруднения будут препятствовать широкому использованию технологии независимой оценки рисков. К главным причинам препятствующим внедрению методов риск-анализа относятся:

- недостаток кадров, владеющих методами риск-анализа;
- отсутствие доступного и принятого всеми инструментария для прогнозирования последствий аварий и оценки рисков.

Необходимо отметить, что со временем возрастают требования к достоверности прогнозирования, что, в свою очередь, приводит к усложнению физико-математических моделей, лежащих в основе прогнозирования последствий аварий. Вместе с тем, развитие фундаментальных наук достигло необходимого уровня для возможности содержательного анализа угроз безопасности. Однако, задачи риск-анализа, а также сопутствующие им задачи моделирования развития аварий являются чрезвычайно сложными, в том числе и в вычислительном плане. Увеличение точности приводит к значительному возрастанию вычислительных затрат. В свою очередь, это вызывает необходимость использования параллельных алгоритмов и программ. В этой связи, количественная оценка риска и решение прогнозных задач оказываются под силу только специализированным научным коллективам, имеющим опыт и обладающим необходимым оборудованием.



Отмеченное противоречие между сложностью физико-математических моделей, алгоритмов, программ прогнозирования последствий аварий и требованием их доступности для широкого круга исследователей, может быть преодолено на базе новых информационных технологий.

В Удмуртской Республике впервые в Российской Федерации для решения задач риск-анализа, для прогнозирования последствий аварий, входящих в нормативные документы, используются возможности Проблемно-ориентированного электронного Ресурса "Безопасность в техносфере"(http://rintd.ru/). Архитектура Ресурса включает две взаимосвязанные составляющие: проектирующую и обучающую. Ресурс поддерживает открытый банк моделей для прогнозирования и управления рисками природных и техногенных аварий и катастроф.

Конечные пользователи (предприятия и организации) через сеть Интернет могут использовать возможности Ресурса для прогнозирования и представления результатов в нормативных документах, таких как, Декларация и Паспорт безопасности, План ликвидации аварийных ситуаций и т.д. Одновременно результаты прогнозирования последствий аварий в динамическом режиме могут отображаться на цифровой карте территории в представлении 2D, 3D. Таким образом, результаты расчетов по объекту интегрируются в Паспорте муниципального образования. В свою очередь, результаты прогнозирования по муниципальным образованиям интегрируются в Паспорте субъекта Федерации.



При необходимости результаты прогнозирования могут быть переданы для отображения на цифровые карты других регионов и Территориальных центров более высокого уровня.

Обновления алгоритмического и программного обеспечения Ресурса практически одновременно проявляются на всех копиях Ресурса. Ресурс обеспечивает единство подхода к прогнозированию и представлению результатов расчетов по всей территории Удмуртской Республики

2.Структура Проблемно-ориентированного электронного Ресурса "Безопасность в техносфере"

Ресурс "Безопасность в техносфере" включает три основные компоненты:

- Проблемно-ориентированный Сервис "Риск-аналитик";
- Система прогнозирования последствий химических аварий на объектах с химическим оружием "Хим-риск";
- Учебно-образовательный комплекс "Образование".

Для разработки нормативных документов используются возможности Сервиса "Риск-аналитик". Сервис предоставляет возможность осуществлять расчеты по прогнозированию последствий аварий:

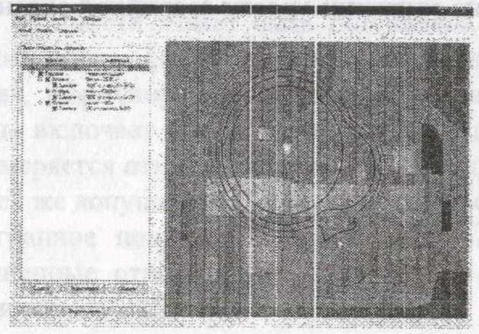
- Химическая авария;
- Взрыв конденсированного взрывчатого вещества;
- Взрыв газа (топливно-воздушной смеси);
- Пожар в здании;
- Горение горючей жидкости;
- Прорыв плотины гидротехнического сооружения

Для каждого типа аварий предусмотрены системы ввода информации, системы, обеспечивающие процедуры прогнозирования и отображения результатов расчетов. Системы прогнозирования поддерживают различную точность прогнозирования, используя различные модели аварийного процесса. При этом расчеты, не требующие больших вычислительных мощностей, реализованы в рамках клиентского приложения; при увеличении точности прогнозирования (при использовании сложных моделей) расчеты реализованы на удаленном высокопроизводительном сервере. В качестве канала связи между Пользователем и сервером используется сеть Интернет.

Отметим, что разработка Проблемно-ориентированного электронного ресурса "Безопасность в техносфере" была начата в конце 2007 года на базе предшествующих работ по риск-анализу и на базе систем для учебных целей. Во второй половине 2008 года к Ресурсу был открыт доступ по адресу http://rintd.ru/ в режиме тестирования системных решений.

3.Содержательное наполнение Сервиса "Риск-аналитик"

Содержательное наполнение Сервиса в части поддержки процедур прогнозирования и риск-анализа определялось в процессе конкретных работ по контрактам и договорам. Сервис поддерживает открытый и расширяемый банк моделей. Это означает, для решения одной и той же задачи могут быть применены модели, алгоритмы и программы разного уровня. Программное обеспечение с течением времени будет дополняться и заменяться. Изменение программного обеспечения производится по всем копиям Ресурса одновременно через сеть Интернет Содержательное наполнение проблемно-ориентированного Сервиса "Риск-аналитик" включает:



Раздел I. Частотный анализ

Построение деревьев событий аварийных сценариев с использованием графической базы данных

Прогнозирование частот аварийных сценариев с использованием базы

данных по частотам событий

Раздел II. Прогнозирование последствий аварий

II.1. Химические аварии

-Прогнозирование последствий распространения токсичной примеси в открытой атмосфере при аварийном выбросе (источник мгновенного действия, источник продолжительного действия

-приближение точечного источника

-приближение, при котором источник эмиссии распределен по пространству

II.2. Аварии взрыва

- Взрыв конденсированного взрывчатого вещества
- Взрывы газопаровоздушных смесей
- Взрывы аэрозолей
- Взрывы пылей

II.3. Аварии пожара

- Прогнозирование динамики развития пожара в зданиях и сооружениях

Прогнозирование последствий нарушения герметичности газового оборудования

- Прогнозирование последствий пожара пролива
- Прогнозирование последствий горения "огненного шара"

II.4. Аварии с нефтепродуктами
II.5. Аварии на гидротехнических сооружениях
Раздел III. Анализ результатов прогнозирования
Расчет количественных оценок риска
Районирование территории по уровню риска
Раздел IV. Динамическое представление результатов прогнозирования нацифровой карте (3D опционально).

Динамический "Паспорт безопасности Удмуртской Республики" в единой шкале отражает текущий уровень безопасности по территории Удмуртии. Сопоставление Паспортов, относящихся к нескольким разным моментам времени, позволяет выявить комплекс мероприятий, направленных на снижение уровня аварийной опасности в Удмуртии.

ПАСПОРТ БЕЗОПАСНОСТИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ

В.М.Колодкин

Любой техногенный объект, в том числе, и образовательное учреждение (ОУ) порождает определенный уровень опасности для жизнедеятельности людей. Этот уровень опасности отражается в нормативном документе – Паспорт безопасности образовательного учреждения. Уровню опасности может быть поставлена в соответствии количественная оценка риска. Поэтому задача снижения ущерба при авариях и катастрофах, формулируемая как задача управления уровнем опасности, непременно включает этап оценки риска. Предполагается, что уровень опасности измеряется относительно одного и того же реципиента риска и при одних и тех же допущениях. Вместе с тем, уровень опасности – это весьма многогранное понятие. Соответственно, количественные оценки риска, выполненные относительно однотипных объектов могут иметь некоторые различия.

Различия могут иметь место не только в силу нюансов смысла, закладываемых в оценки риска, но и в силу сложности, многофакторности и элементов случайности, присущих аварийным процессам. Последние обстоятельства предопределяют сложность математического описания процессов возникновения и развития аварий. Обычно создается ряд моделей, которые отвечают той или иной комбинации основных физических процессов при аварии. Например, при пожаре рассматриваются процессы теплообмена, тепло –массообмена, с учетом излучения или без учета и т.д. Возникает ряд физико-математических моделей, отвечающих одному и тому же аварийному процессу, но с разной степенью детализации. При исследовании аварийного процесса с использованием даже одной и той же модели, используются различные допущения, которые приводят к несколько различающимся результатам. Все это приводит к различиям в количественных оценках риска. Отметим, что аварийная составляющая оценки риска вносит определяющий вклад в оценку. Но именно аварийная составляющая вносит и наибольший вклад в неопределенность оценки.

В силу имманентных свойств оценок риска, наибольшее значение для риск-анализа имеет сопоставительный анализ оценок. В частности, сравнение оценок позволяет ранжировать объекты по уровню опасности ими порожденной. Но говорить о сопоставлении объектов по уровню опасности корректно, если оценки риска для этих объектов были получены при совпадающих исходных допущениях. Незначительные на первый взгляд различия в исходных допущениях приводят порой к несопоставимым результатам. При этом теряет смысл процедура количественной оценки риска, которая сама по себе требует весьма значительных затрат. Ставятся

под вопрос процедуры ранжирования объектов по уровню опасности, процедуры управления уровнем опасности, ибо процедуры базируются на анализе количественных оценок риска. Задачи риск-анализа усложняются при учете ограничений, в качестве которых обычно выступают финансовые ограничения. Например, в задаче снижения уровня опасности до заданной величины, таким ограничением может являться предельная величина финансовых ресурсов, выделяемых обществом для обеспечения безопасности.

В настоящее время общество достигло понимания, что за безопасность нужно платить. Теоретически можно обеспечить любой уровень безопасности. Важно чтобы стоимость, требуемого обществом уровня безопасности, не превысила возможности общества. Поэтому задачи риск-анализа обычно решаются с учетом ограничений. Анализ динамики оценок, изменения оценок при проведении мероприятий, направленных на снижение уровня опасности, то есть поиск экономически обоснованного комплекса мероприятий по снижению риска, особенно значимы в условиях ограничения финансовых возможностей.

Указанные соображения позволяют сформулировать основное требование к оценке уровня опасности образовательных учреждений, как основы снижения ущерба при возможных авариях и катастрофах - количественная оценка риска для образовательных учреждений, входящих в анализируемое множество ОУ, должна проводиться с использованием одних и тех же допущений, методик и соизмеримой неопределенности в оценках риска. Количественная оценка риска должна быть выполнена с использованием одних и тех же методологических подходов. Учитывая, что методологические подходы изменяются с характерным временным интервалом в один год, то для временного интервала расчета рисков имеем оценку времени один год. Если под множеством ОУ имеются в виду учреждения, расположенные в пределах определенного территориального образования (например, Удмуртская Республика, Российская Федерация), то количество образовательных учреждений в пределах территориального образования - это величина порядка тысячи. Таким образом, для тысячи образовательных учреждений должны быть выполнены количественные оценки рисков в течение года.

Один из возможных подходов к оценке уровня опасности образовательных учреждений, размещенных в пределах территориального образования, который отвечает установленным ограничениям, состоит в том, чтобы разработать корректный, доступный и интуитивно-понятный инструментарий для прогнозирования последствий аварий и оценок риска в образовательных учреждениях. Инструментарий использует возможности проблемно-ориентированного электронного ресурса "Безопасность в техносфере". Проблемно-ориентированный Ресурс предназначен для решения задач в области прогнозирования последствий аварий и анализа риска. Ресурс "Безопасность в техносфере" доступен по сети Интернет (http://rintd.ru/). Ориентация Ресурса на решение задач прогнозирования последствий аварий и анализа риска в образовательных учреждениях отражена в проблемно-ориентированном Сервисе – "Паспорт ОУ" Ресурс "Безопасность в техносфере" поддержан доступной обучающей системой, которая в режиме дистанционного доступа обеспечивает подготовку пользователей, в том числе, Сервиса "Паспорт ОУ". Сервис и обучающая система обеспечивают возможность корректной оценки уровня опасности каждого ОУ, обеспечивает возможность сравнительного анализа образовательных учреждений по уровню опасности ими порождаемой для членов общества.

Вместе с тем, невозможно проанализировать весь спектр теоретически-возможных аварий в ОУ, невозможно проанализировать весь спектр мероприятий, направленных на снижение ущерба при авариях. На данном этапе значимо выделить тип аварий, вносящих определяющий вклад в оценки риска. Анализ статистической информации позволяет выделить определяющий аварийный сценарий – сценарий, связанный с возникновением пожара в отдельном помещении и распространением пожара по зданию. Среди множества мероприятий, направленных на снижение ущерба при пожаре можно выделить мероприятия, направленные на эвакуацию людей при возникновении ЧС.

Таким образом, паспорт безопасности образовательного учреждения должен, как минимум, отражать количественные последствия двух процессов: последствия пожара в здании и последствия эвакуации людей при пожаре в условиях изменения путей и возможности эвакуации. Последствия пожара в здании прогнозируются по результатам математического моделирования пожара на основе решения уравнений интегральной модели пожара в здании[1]. Целью моделирования является выявление помещений (зон), где количественные характеристики опасных факторов пожара (значение усредненной по объему температуры, содержание углекислого газа, содержание кислорода и т.д.) превышают критические значения для человека. Верхняя (наиболее неблагоприятная) оценка последствий пожара определяется имманентными свойствами образовательного учреждения и его окружения. Моделирование процесса эвакуации основано на агентно-потоковой модели. Верхняя оценка последствий эвакуации людей при пожаре определяется с учетом динамики распространения опасных факторов пожара в здании. При моделировании эвакуации людей прогнозируется динамика попадания людей в зоны с превышением критических значений опасных факторов пожара. Причем динамика пожара оказывает непосредственное влияние на моделируемый процесс эвакуации. То есть прогнозируется математическое ожидание количества жертв в пределах каждого помещения (или зоны в пределах помещения) здания ОУ.

В настоящее время расчет уровня опасности образовательного учреждения нормируется документом "Методика определения расчетных

величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной опасности"[2], в соответствии с которым, задача сводится к расчету, так называемого, индивидуального пожарного риска $Q_в$. Для каждого из зданий образовательного учреждения $Q_в$ рассчитывается по формуле [2] –

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

где $Q_п$ - частота возникновения пожара в здании в течение года; $R_{ап}$ - вероятность эффективного срабатывания установок автоматического пожаротушения $P_{пр}$ - вероятность присутствия людей в здании, $P_э$ - вероятность эвакуации людей; $P_{п.з}$ - вероятность эффективной работы системы противопожарной защиты.

Положения методики [2], используются в Сервисе – "Паспорт ОУ" наряду с другими моделями и методиками. Величина индивидуального пожарного риска $Q_в$, как нормативная величина, также рассчитывается в рамках проблемно-ориентированного Сервиса – "Паспорт ОУ".при этом частота $Q_п$ и вероятности, входящие в выражение (1), рассчитываются на основании [2]. Вместе с тем, при использовании возможностей Сервиса возможно уточнение оценок для величины индивидуального пожарного риска $Q_в$. Уточнения касаются двух величин, входящих в (1): $Q_п$ - частота возникновения пожара в здании в течение года; $P_э$ - вероятность эвакуации людей.

В частности, в рамках Сервиса "Паспорт ОУ" для $Q_п$ строится регрессионная модель, связывающая частоту возникновения пожара в здании с основными характеристиками здания и окружающей среды. Математическое ожидание частоты, отвечающее регрессионной модели, количественно совпадает со значением частоты возникновения пожара в здании в течение года в соответствии с [2]. Например, для корпуса университета математическое ожидание частоты возникновения пожара - $2.43 \cdot 10^{-5}$ в расчете на одного студента.

Для оценки вероятности эвакуации $P_э$ можно воспользоваться результатами математического моделирования эвакуации людей из здания -

$$P_э \approx N_э / N, \quad (2)$$

где $N_э$ и N – количество людей вышедших из здания при пожаре и общее количество людей в здании, соответственно.

Весь временной интервал горения здания при моделировании разбивается на элементарные интервалы τ. На каждом временном интервале моделируется процесс пожара в здании и процесс эвакуации людей из здания. При моделировании пожара используются интегральная и зонная модели. На каждом временном интервале в каждом помещении контролируются опасные факторы пожара. При моделировании эвакуации используется гибридная агенто-потоковая модель [3], упрощенный аналог которой в работе [2] называется моделью индивидуально-поточного движения людей из здания. На каждом временном интервале контролируются координаты агентов, находящихся в здании и контролируются возможные траектории перемещения агентов. Траектории перемещения агентов могут изменяться в условиях пожара. Вероятность прохождения агентом каждого помещения определяется уровнем отклонения опасных факторов пожара от своих критических значений. Вероятность эвакуации агента из здания P_a – произведение вероятностей прохождения агентом каждого из помещений. Если $P_a > P^*$ то агент покинул знание. В результате определяется общее количество людей, покинувших здание в условиях пожара, оценивается вероятности эвакуации Рэ и величина индивидуального пожарного риска $Q_в$.

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

Список литературы

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

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

3.Князев Г.П. Прогнозирование динамики эвакуации людей из здания при ЧС. Сборник статей «Безопасность в техносфере», Выпуск 5. Ижевск 2009, с. 26-30.

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ПАСПОРТОВ БЕЗОПАСНОСТИ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ

Д.В. Варламов, Д.Р. Гайфуллина,
М.И. Бабушкин

В современном мире нет такого места, где бы не ступала нога человека, как и нет такого водного объекта, где бы не было возведено гидротехническое сооружение, которое используется как для обеспечения населения водными ресурсами, так и для борьбы с вредным воздействием вод. Есть широко распространенные: дамбы рек, причалы, гидроэлектростанции, каналы, порты. Есть и специализированные: гидромелиоративные системы (применяются в сельском хозяйстве), судоходные сооружения (речное и морское пароходство), водоводы и отстойники. Одни строятся исходя из принципов развития той или иной отрасли хозяйства, другие - защищают людей от водной стихии.

В зависимости от местоположения, гидротехнические сооружения могут быть морскими, речными, озерными, прудовыми. Различают также наземные и подземные гидротехнические сооружения. В соответствии с обслуживаемыми отраслями водного хозяйства, гидротехнические сооружения бывают: водноэнергетические, мелиоративные, воднотранспортные, лесосплавные, рыбохозяйственные, для водоснабжения и канализации, для использования водных недр, для благоустройства городов, спортивных, эстетических целей.

Различают гидротехнические сооружения - общие, применяемые почти для всех видов использования вод, и - специальные, возводимые для какой-либо одной отрасли водного хозяйства.

К общим относятся:

-тип гидротехнического сооружения), перегораживающие речные русла, и речные долины, поднимающие уровень воды, накапливаемой в верхнем бьефе; дамбы (или валы), отгораживающие прибрежную территорию и предотвращающие её затопление при паводках и половодье на реках, при приливах и штормах на морях и озёрах; водоподпорные. Создают напор или разность уровней воды перед сооружением и за ним. Самые известные примеры: плотины (важнейший и наиболее распространённый тип гидротехнического сооружения), перегораживающие речные русла, и речные долины, поднимающие уровень воды, накапливаемой в верхнем бьефе; дамбы (или валы), отгораживающие прибрежную территорию и предотвращающие её затопление при паводках и половодье на реках, при приливах и штормах на морях и озёрах; -водопроводящие. Служат для переброски воды в заданные пункты: каналы, гидротехнические туннели, лотки, трубопроводы. Некоторые из них, например каналы, из-за природных условий их расположения, необходимости пересечения путей сообщения и обеспечения безопасности эксплуатации, требуют устройства других гидротехнических сооружений, объединяемых в особую группу сооружений на каналах (акведуки, дюкеры, мосты, паромные переправы, заградит, ворота, водосбросы, шугосбросы и др.);

- регуляционные. Предназначены для изменения и улучшения естественных условий протекания водотоков и защиты русел и берегов рек от размывов, отложения наносов, воздействия льда и др. При регулировании рек используют струенаправляющие устройства (полузапруды, щиты, дамбы и др.), берегоукрепительные сооружения, ледонаправляющие и ледозадерживающие сооружения;

-водозаборные (водоприёмные) сооружения. Их устраивают для забора воды из водоисточника и направления её в водовод. Кроме обеспечения бесперебойного снабжения потребителей водой в нужном количестве и в требуемое время, они защищают водопроводящие сооружения от попадания льда, шуги, наносов и др.;

-водосбросные. Служат для пропуска излишков воды из водохранилищ, каналов, напорных бассейнов. Они могут быть русловыми и береговыми, поверхностными и глубинными, позволяющими частично или полностью опорожнять водоёмы. Для регулирования количества выпускаемой (сбрасываемой) воды водосбросные сооружения снабжают гидротехническими затворами. При небольших сбросах воды применяют также водосбросы-автоматы, автоматически включающиеся при подъёме уровня верхнего бьефа выше заданного. К ним относятся открытые водосливы (без затворов), водосбросы с автоматическими затворами, сифонные водосбросы.

Специальные гидротехнические сооружения:

-сооружения для использования водной энергии здания гидроэлектрических станций, напорные бассейны;

-сооружения водного транспорта - судоходные шлюзы, судоподъёмники, маяки;

-сооружения по обстановке судового хода - плотоходы, бревноспуски;

-портовые сооружения - молы, волноломы, пирсы, причалы, доки, эллинги, слипы;

-мелиоративные - магистральные и распределительные каналы, шлюзы-регуляторы на оросительных и осушительных системах;

-рыбохозяйственные - рыбоходы, рыбоподъёмники, рыбоводные пруды и т.п.

В ряде случаев общие и специальные сооружения совмещают в одном комплексе, например водосброс и здание гидроэлектростанции (совмещенная ГЭС) или другие сооружения для выполнения нескольких функций одновременно. При осуществлении водохозяйственных действий, гидротехнические сооружения, объединённые общей целью и располагаемые в одном месте, составляют комплексы - узлы гидротехнических сооружений (гидроузлы). Несколько гидроузлов образуют водохозяйственные системы, например энергетические, транспортные, ирригационные и т.п.

Все это многообразие возводимых гидротехнических сооружений создает одну большую угрозу – возможность их разрушения и, как

следствие, катастрофического затопления огромных территорий, гибели людей. Только на территории России по данным Ростехнадзора находится около 10 тысяч гидротехнических сооружений и все они относятся к опасным объектам, требуют постоянного контроля за их техническим состоянием и индивидуального подхода к вопросам обеспечения безопасности каждого объекта.

Безопасность плотин представляет одну из наиболее важных проблем при проектировании, строительстве и эксплуатации гидротехнических сооружений. Этой теме в последнее время уделяется все более существенное значение. При аварии на плотине наиболее опасным последствием является прорыв напорного фронта, образование прорана и возникновение непредвиденного паводка в нижнем бьефе гидроузла. Это может привести к большим экономическим, экологическим и социальным последствиям и, главное, к человеческим жертвам.

Наиболее распространенным случаем прорыва напорного фронта является образование прорана в грунтовой плотине – до 80% произошедших аварий. Для грунтовых плотин характерными причинами разрушения являются: перелив через гребень, а также эрозия тела плотины и основания. При этом перелив является наиболее вероятной причиной.

В большинстве случаев при исследовании параметров волны прорыва используется модель мгновенного образования прорана конечных размеров без учета его эволюции. Но для грунтовых плотин такой подход является некорректным. Результаты анализа данных об авариях на грунтовых плотинах свидетельствуют о том, что время развития прорана измеряется часами.

Таким образом, для прогнозирования и оценки последствий аварий на грунтовых плотинах целесообразно использовать модель процесса формирования прорана и излива воды через него в зависимости от времени начала разрушительных процессов [1].

Согласно этой модели рассчитываются следующие параметры:

1. Ширина прорана в момент времени t

$$\frac{dB}{dt}=0.06\cdot\frac{q^{1/2}\cdot h_t^{5/2}}{w_{уд}}\cdot\left(\frac{h_t^2}{w_{уд}}\right)=0.06\cdot\frac{q^{1/2}\cdot h_t^{9/2}}{w_{уд}^2} \qquad (1)$$

где h_t – разность уровней воды в водохранилище и порога прорана;

$w_{уд}$ – объем тела плотины, приходящийся на единицу ее длины на уровне порога прорана (площадь поперечного сечения плотины между ее гребнем и порогом прорана).

2. Расход излива воды через проран в момент времени t

$$Q_{изл}=\frac{-dW_t}{dt}$$

где W_t – объем воды в водохранилище в момент времени t, может быть определен по зависимости для расхода воды через водослив.

$$Q_{изл}=\frac{-dW_t}{dt}=m\cdot\varepsilon\cdot\sigma_n\cdot B_t\cdot\sqrt{q\cdot h_t^{3/2}} \qquad (2)$$

где m – коэффициент расхода водослива (для второй стадии развития прорана -- истечения через трапецеидальное отверстие, коэффициент m=0,32-0,38, как для водослива с широким порогом);

ξ– коэффициент бокового сжатия; σп – коэффициент подтопления, отличающийся от единицы при $h_{н.б.} / h_t > 0,8$ ($h_{н.б.}$– глубина в нижнем бьефе над порогом прорана).

3. Объем воды в водохранилище в момент времени t

$$W_t=W_0-\int_0^t(Q_{изл}-Q_{пр t})\cdot dt \qquad (3)$$

где W_0– объем воды в водохранилище в начале излива;

Qпр t – расход приточности в водохранилище в момент времени t.

4. Зависимость объема воды в водохранилище от уровня верхнего бьефа

$$W_t = f(УВБ) \qquad (4)$$

Эта зависимость определяется топографическими изысканиями для данного объекта и может иметь различную форму. В расчетах она обычно аппроксимируется степенной связью

$$W_t=k\cdot h_t^m$$

где показатель степени m для разных объектов находится в пределах 1-4.

Значения коэффициента k при заданном значении m могут быть определены по начальным значениям W_0, h_0.

$$УВБ_t=\Delta_{осн}+h_t \qquad (5)$$

где $\Delta_{осн}$– уровень основания плотины.

При этом методика не учитывает размыв основания плотины и относится к случаям симметричного развития прорана.

Последствия прорыва плотины можно рассчитать согласно [2], произведя замену значений параметров, характеризующих жидкие промышленные отходы, на значения этих параметров для воды.

Исходными данными для расчета являются:

-максимальная разница между отметкой гребня ограждающей дамбы и отметкой, до которой жидкие отходы могут вытекать;

-зависимость площади и объема хранилища от отметки заполнения;

-ширина гребня дамбы;

-заложение внутреннего откоса дамбы;

-заложение внешнего откоса дамбы;

-плотность частиц грунта, плотность сухого грунта, плотность и вязкость вытекающих жидких отходов (плотность воды);

-средневзвешенный размер частиц грунта. Согласно методике рассчитываются:

1. параметры размыва прорана (глубина, ширина, длина);
2. глубина, расход, удельный расход, скорость потока в проране;
3. гидравлический радиус потока в сечении прорана;
4. время размыва элементарного объема прорана;
5. объем жидкости, вытекающей за время t и общий объем вытекшей воды.

А так же рассчитываются максимальные параметры потока по трассе растекания.

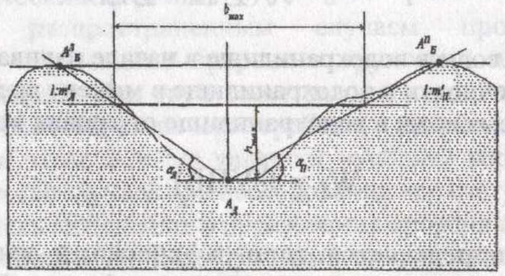


Рисунок 1. Поперечное сечение лога.

При расчете параметров потока вся трасса растекания делится на участки, представляющие собой треугольные пирамиды (рис. 1)

Такой подход исключает возможность растекания жидкости за пределы лога, т.е. выше точек $А^{л}_{б}$ и $А^{п}_{б}$, что снижает уровень

Рисунок 1. Поперечное сечение лога.

точности учета рельефа местности.

Методика, приведенная в [3], позволяет выполнить оценку параметров зоны наводнения (затопления) и волны прорыва при аварии или разрушении ГТС и ее воздействия на работу объекта экономики, его персонал и население

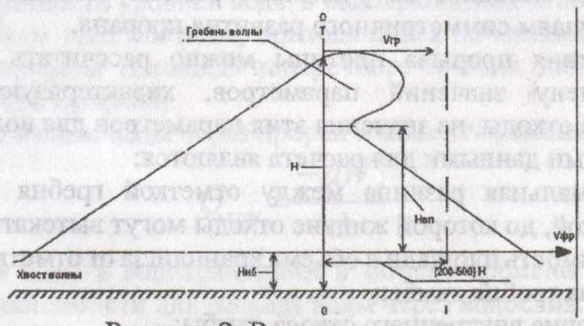


Рисунок 2. Волна прорыва.

Исходные данные для расчетов:

- объем водохранилища - W, $м^3$;
- глубина воды перед плотиной (глубина прорана) - H, м;
- ширина прорана или участка перелива воды через гребень плотины – $В_З$,м;
- средняя скорость движения волны прорыва (попуска) - V, м/с;
- расстояние от плотины (водоёма) до объекта, - R, км. При этом определяются параметры волны прорыва (попуска) на заданное расстояние R от плотины (рис. 2) при ее разрушении.

Последовательность расчетов:

1.Находится время подхода волны прорыва (попуска) на заданное расстояние R (до объекта);

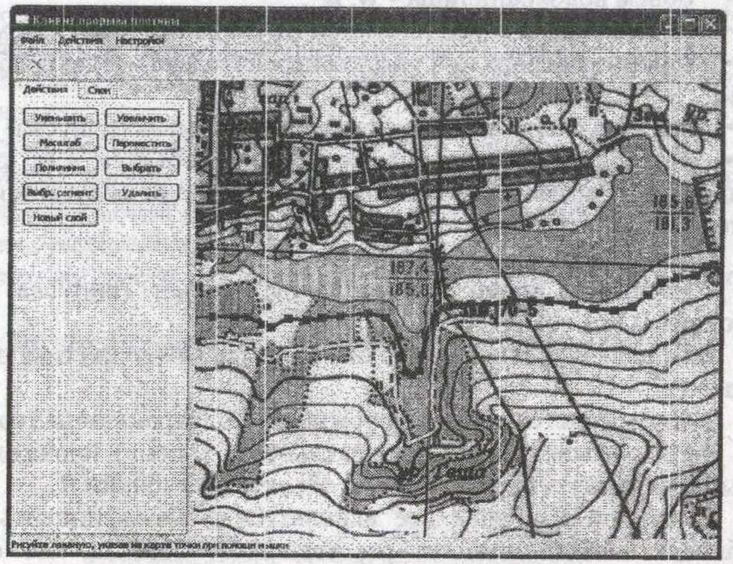
2.Определяется высота волны прорыва (попуска) h на расстоянии R до объекта;

3.Определяется время опорожнения водохранилища (водоема);

4.Рассчитывается продолжительность (время) прохождения волны прорыва (попуска) t на заданном до объекта расстоянии R.

В данной методике все используемые коэффициенты приведены в таблицах зависимостей от расстояния до объекта, что существенно ограничивает использование
данной методики в случаях, выходящих за рамки предусмотренных вариантов. Также некоторые параметры потока (например, расход воды) не рассчитываются, а принимаются в зависимости от исходных данных (в данном примере - глубина прорана), что снижает точность расчетов из-за приближенных значений и ограниченности табличных данных.
Несмотря на это, данная методика весьма удобна для проведения инженерных расчетов последствий аварий и программирования. Методика [3], реализованная в рамках Проблемно-ориентированного сервиса «Безопасность в техносфере» прогнозирования последствий аварий на ГТС, позволяет определить зону затопления при реализации аварийного случая.

Для расчета площади затопления при помощи ЭВМ, задачу целесообразно разбить на две части: вычислительное ядро, выполняется на сервере; модуль задания параметров для решения задачи, а также визуализация полученных результатов, выполняется на машине пользователя, назовем эту программу — программой клиентом. Для соединения клиента и сервера будет использоваться интернет-соединение. Клиент принимает данных пользователя, передает их серверу, сервер считает по этим данным и отсылает результат клиенту. Клиент отображает данные на мониторе пользователя.



При работе в программе пользователь создает проект путем загрузки растровой карты. Далее при помощи мыши, он может векторизировать ландшафт на карте. Это происходит при рисовании изолиний. Изолинии строятся при помощи ломаных линий. Программа позволяет редактировать изолинии, удалять узлы, целые изолинии, увеличивать/уменьшать масштаб отображения карты. Программа поддерживает слои, можно задавать ширину изолинии слоя, его цвет, цвет узла таким образом часть изолиний может рисоваться в отдельном слое. Можно полностью удалить целый слой со всеми изолиниями. Перемещение по карте, также происходит при помощи мыши. После того как задан ландшафт в настройках указываются параметры соединение для Интернет. Через несколько секунд, это зависит от загруженности сервера, отображается площадь затопления. В программе предусмотрено сохранение и загрузка уже существующего проекта.

Список литературы:

1. Прудовский А.М., Пономарчук К.Р. Методика расчета развития прорана в грунтовой плотине. /Сб. докладов Международного симпозиума «Гидравлические и гидрологические аспекты надежности и безопасности гидравлических сооружений. – СПб., 2002.

2. Методические рекомендации по расчету развития гидродинамических аварий на накопителях жидких промышленных отходов (РД 03-607-03).

3.Методикаоценкиинженернойобстановкипригидродинамической аварии. Шангареев С. Инженерная защита гидротехнических сооружений. Граж-данская защита , 2003, №5

ПРАКТИКА РАЗРАБОТКИ ПАСПОРТОВ БЕЗОПАСНОСТИ ОПАСНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОБЪЕКТОВ В СРЕДЕ СЕРВИСА

Варламов Д.В., Малых Д.М.

Формирование Паспорта безопасности опасного объекта – один из этапов на пути снижения ущербов. Однако сложность и трудоемкость решения задач прогнозирования препятствуют широкому использованию методов риск-анализа в практической работе. В Удмуртской Республике впервые в России при разработке Паспортов были использованы возможности Проблемно-ориентированного Сервиса "РИСК-АНАЛИТИК" (http://rintd.ru/). Сервис ориентирован на решение задач прогнозирования последствий аварий и представления результатов.

Содержательное наполнение Сервиса включает разделы:

- о Частотный анализ;
- о Прогнозирование последствий аварий:
  - Химические аварии;
  - Аварии взрыва;
  - Аварии пожара;
  - Аварии с нефтепродуктами;
  - Аварии на гидротехнических сооружениях;
- о Анализ результатов прогнозирования;
- о Представление результатов прогнозирования.

Частотный анализ предназначен для анализа возникновения инициирующих событий и промежуточных событий, определяющих реализацию конкретного сценария аварийной ситуации, определения частоты данного сценария. Раздел состоит из следующих модулей: • «Дерево событий». Модуль предназначен для построения дерева событий, отвечающего аварийному сценарию на опасном производственном объекте. Модуль поддержан графической базой данных, содержащей ранее построенные деревья событий, а также элементарные фрагменты деревьев событий. В модуле представлен инструментарий для построения и редактирования дерева событий. Результатом работы Пользователя являются построенные деревья событий, с рассчитанными частотами событий аварийных сценариев на опасном производственном объекте.

• «База данных». Модуль предназначен для сбора и хранения вероятностей, частот возникновения аварийных ситуаций, статистических данных о вероятностях возникновения аварий. Статистические данные отвечают литературным источникам, ГОСТам, справочникам.

Раздел **Прогнозирование последствий аварий** состоит из модулей, которые позволяют проводить:

- прогнозирование последствий аварий с выбросом аварийно химически опасных веществ – АХОВ;
- прогнозирование последствий взрывов;

- прогнозирование последствий пожаров с образованием блива – «огненного шара»;

- прогнозирование последствий пожаров пролива горючих жидкостей.

По каждому модулю выполняются следующие задачи:

- оценка количества и состояния участвующих в аварии опасных веществ;

- определение возможных зон действия поражающих факторов аварии;

- оценка возможных поражений персонала;

- оценка экономического ущерба в результате аварии.

Анализ результатов прогнозирования предназначен для проведения анализа полученных результатов, определения наиболее опасного и наиболее вероятного сценариев аварийных ситуаций на опасном объекте и отнесения их к той или иной категории чрезвычайных ситуаций, согласно Постановлению Правительства Российской Федерации № 304 от 21.05.2007 г. Полученные результаты формируются в следующем порядке:

- таблица «Частоты аварийных сценариев»;

- таблица «Общее число безвозвратных и санитарных потерь при возникновении аварийной ситуации»;

- таблица «Оценка экономического ущерба в результате аварии»;

- диаграммы социального риска (F/N – диаграмма);

- диаграммы экономического ущерба (F/G – диаграмма).

Раздел **Представление результатов прогнозирования** включает модуль «Ситуационные планы». Данный модуль позволяет отобразить на ситуационном плане зоны последствий от возможных чрезвычайных ситуаций на опасном объекте.

Разработка Паспорта безопасности опасного производственного объекта в среде Сервиса рассмотрена в примере 1.

Пример 1. Разработка паспорта безопасности опасного объекта. К опасному объекту относится газовая котельная.

Основным направлением в работе котельной является производство и реализация тепловой энергии. Площадь территории котельной составляет 4,791 га. Жилых домов вокруг периметра площадки котельной нет. Режим работы котельной ежесуточно. Опасное вещество: природный газ. Объем котельной – 3660 м3, площадь здания котельной – 479,1 м2, объем ГРП – 168 м3, износ производственных фондов: котельной – 58 %, ГРП – 100 %. Здание котельной: материал наружных стен: корпус котельной – железобетонные плиты толщиной 200 мм, корпуса АБК - красный кирпич, толщина стен 670 мм. Перегородки – красный кирпич, толщина стен 400 мм. Верхнее перекрытие облегченное, легко сбрасываемое. Двери деревянные, снаружи обиты листовым железом. В котельной размещаются 2 водогрейных котла «ТВГ – 8М», в нормальном режиме работающие за счет сжигания природного газа. Газоснабжение котельной осуществляется от подземного газопровода от АГРС диаметром 219 мм, давление 6 кгс/см2. К ГРП газ подводится по газопроводу диаметром 219 мм под землей. В ГРП давление газа понижается до 0,8 кгс/см2 (существует автоматический регулятор для поддержания заданного давления). От ГРП подземный газопровод заходит в котельную для водогрейных котлов диаметром 150 мм, давлением 0,8 кгс/см2 на коллектор газопровода. Котельная работает с обслуживающим персоналом.

Опасные производственные объекты, эксплуатируемые на котельной, зарегистрированы в государственном Реестре ОПО – система газопотребления предприятия и представлены в таблице 1.

Таблица 1

Наружный газопровод высокого давления от АГРС до ГРП	
- стальной подземный от ГРП до котельной - стальной надземный	Ду = 219 мм, L = 2987 м Ду = 219 мм, L = 47,4 м
Газораспределительный пункт	
- ГРП	1 шт.
Котельная	
-стальной внутренний газопровод	Ду = 15 мм, L= 2 м; Ду = 20мм, L = 10 м; ДУ = 25 мм, L = 3 м;
	ДУ = 32 мм, L = 45 м; ДУ = 50 мм, L = 10 м; ДУ = 159 мм, L = 22м; ДУ = 219 мм, L = 22 м.
- котлы	ТГВ – 8М 2 шт. Р газа = 6 кгс/см^2; Р вх. = 0,8 кгс/см^2; Р вых. = 0,8 кгс/см^2; Температура свыше 115 оС Объем емкости: ТВГ – 8М – 10^3 м^3. Коэффициент заполнения емкостей – 100 %. Количество – 0,103 т.

Общая численность персонала котельной составляет 12 человек. Численность персонала котельной определена трудоемкостью работы, режимом эксплуатации. Наибольшая рабочая смена в котельной 6 человек.

Ниже описаны разделы, которые входят в структуру расчетно-пояснительной записки паспорта безопасности опасного объекта и в формировании которых используются разделы проблемно-ориентированного сервиса «РИСК-АНАЛИТИК».

Определение типовых сценариев возможных аварий.

При анализе возможных причин возникновения аварий на газовой котельной выявлено, что основными источниками опасности являются котел, газопровод внутри котельной и газопровод вне помещения котельной. Остальных источников опасности нет. Используя модуль «Дерево событий», строится «дерево событий» возможных аварийных ситуаций на газовой котельной. На рисунках 3 – 5 представлены фрагменты деревьев событий аварийных ситуаций на основных источниках опасности в газовой котельной.

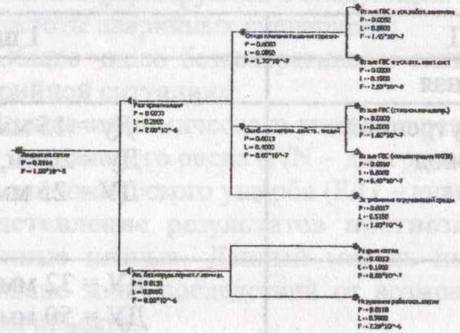


Рис. 3. Фрагмент дерева событий аварийных ситуаций на котле газовой котельной

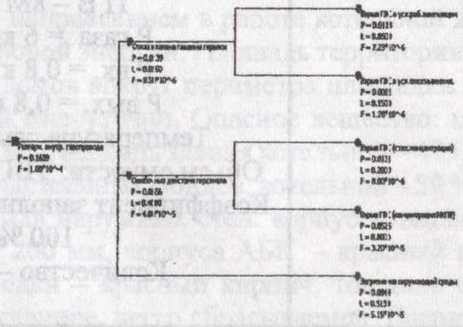


Рис. 4. Фрагмент дерева событий аварийных ситуаций на внутреннем газопроводе.

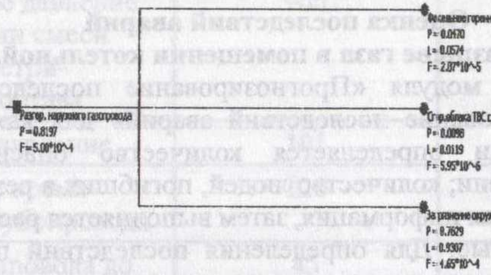


Рис.5. Фрагмент дерева событий аварийных ситуаций на наружном газопроводе.

Основываясь на анализе имеющейся статистической информации, а также использовании логических схем возникновения аварийных ситуаций (построение «дерева событий») составляется таблица с кодом сценариев и частотами возникновения сценариев аварийных ситуаций (таблица 2).

Таблица 23.2

Код сценария	Частота
1.1	$1{,}445*10^{-7}$
1.2	$2{,}55*10^{-8}$
1.3	$1{,}60*10^{-7}$
1.4	$6{,}40*10^{-7}$
1.5	$1{,}03*10^{-6}$
1.6	$8{,}00*10^{-7}$
1.7	$7{,}20*10^{-6}$
2.1	$7{,}23*10^{-6}$
2.2	$1{,}28*10^{-6}$
2.3	$8{,}00*10^{-6}$
2.4	$8{,}00*10^{-6}$
2.5	$5{,}15*10^{-5}$
3.1	$2{,}87*10^{-5}$
2.5	$5{,}15*10^{-5}$
3.1	$2{,}87*10^{-5}$
3.2	$5{,}95*10^{-6}$
3.3	$4{,}65*10^{-4}$

Оценка последствий аварий
при взрыве газа в помещении котельной.

С помощью модуля «Прогнозирование последствий взрывов» раздела «Прогнозирование последствий аварий» для каждого сценария аварийной ситуации определяется количество опасного вещества, участвующего в аварии; количество людей, погибших в результате аварии. Вводится необходимая информация, затем выполняется расчет и выводятся все расчетные данные. Для определения последствий по сценариям с кодами 1.1, 2.1 вводятся следующие данные:

Параметр	Значение	Единицы измерения
Помещение		
Длина	38	м
Ширина	12	м
Высота	7.6	м
Площадь объекта	47910	$м^2$
Максимальное количество людей на объекте	6	чел.
Коэффициент на свободный объем	0,8	
Скорость среды в помещении	0,1	м/с
Температура при аварии	61	^0C
Температура среды	10	^0C
Характеристика газового оборудования		
Диаметр трубопровода	150	мм
Характеристика газового оборудования		
Давление на входе в котел (в трубе)	79	кПа
Объем рабочего пространства котла	0,6	$м^3$
Расход газа	0,31	

Максимальное давление при сгорании смеси стехиометрического состава	900	$м^3/с$
Начальное давление	101	кПа
Расчетное время отключения трубопровода	120	с
Длина трубопровода до задвижки 1	45	м
Длина трубопровода да задвижки 2	0	м
Давление насыщенных паров жидкости при расчетной температуре	0	кПа
Коэффициент участия горючих газов	0	
Вещество		
Код вещества	СПГ (метан)	
Мольный объем	22,413	
Число атомов углерода (С)	1	$м^3$/Моль
Число атомов водорода (Н)	4	
Число атомов кислорода (О)	0	
Число атомов галогенов (Hal)	0	
Молярная масса	16	
Нижний концентрационный предел распространения пламени	5,28	%
Коэффициент негерметичности и неадиабатичности	3	

Результаты расчета:

Данные по расчету

Сценарий:	Объемный взрыв газа
Дата:	
Расчетная модель:	ГОСТ 12-3-047-98

Результаты расчетов

Оценка последствий возникновения избыточного давления в здании:		
Разрушения:	Полное разрушение при избыточном давлении. (Разрушение несущих кирпичных стен и стеновых панелей)	
Количество погибших:	6	(чел.)
Избыточное давление:	32.87	(кПА)
Масса газа:	22.42	(кг)
Дополнительные расчетные значения:		
Стехиометрическая концентрация:	10.04	(%)
Расстояние, отвечающее нижнему концент. пределу по X:	38	(м)
Расстояние, отвечающее нижнему концент. пределу по Y:	12	(м)
Расстояние, отвечающее нижнему концент. пределу по Z:	0.33	(м)
Допустимые отклонения концентраций:	1.37	
Расчетная плотность газа при температуре среды:	0.5	(кг/м^3)
Предэкспоненциальный множитель:	41.6	(%)
Свободный объем помещения:	2772.48	(м^3)

Аналогично проводятся расчеты по остальным сценариям аварийных ситуаций на газовой котельной.

Общее число (для каждого сценария) безвозвратных и санитарных потерь при возникновении аварийной ситуации, связанной с аварийным разливом природного газа с последующим взрывом и пожаром разлива формируется в таблицу 3.

Код сценария аварии	Поражающий фактор	Потери в зоне, чел.		
1.1	Ударная волна	6	6	0
1.2	Ударная волна	6	6	0
1.3	Ударная волна	6	6	0
1.4	Ударная волна	6	6	0
1.5	Загрязнение ОС	1	0	1
1.6	Термическое	3	2	1
1.7	Термическое	1	0	1
2.1	Ударная волна	6	6	0
2.2	Ударная волна	6	6	0
2.3	Ударная волна	6	6	0
2.4	Ударная волна	6	6	0
2.5	Загрязнение ОС	0	0	0
3.1	Термическое	2	1	1
3.2	Термическое	1	0	1
3.3	Загрязнение ОС	0	0	0

Размеры возможного ущерба от аварий на объекте

Таблица 4

Код сценария	Ущерб, руб.					
	Потеря сырья	Потери основных фондов	Затраты на локализацию (ликвидацию) и расследование аварий	Социально-экономические потери	Экологический	Суммарный
1.1	336.3	2329058.00	120000.00	27600000.00	0.00	30049394.3
1.2	336.3	2329058.00	120000.00	27600000.00	0.00	30049394.3
1.3	2435.55	2911323.00	120000.00	27600000.00	0.00	30633758.55
1.4	1280.85	2911323.00	120000.00	27600000.00	0.00	30632603.85
1.5	336.3	0.00	20000.00	50000.00	0.00	70336.3
1.6	336.3	60000.00	60000.00	9250000.00	0.00	9370336.3
1.7	336.3	45000.00	60000.00	50000.00	0.00	155336.3
2.1	336.3	1164529.00	120000.00	27600000.00	0.00	28884865.3
2.2	336.3	1164529.00	120000.00	27600000.00	0.00	28884865.3
2.3	2435.55	1746794.00	120000.00	27600000.00	0.00	29469229.55
2.4	1280.85	1746794.00	120000.00	27600000.00	0.00	29468074.85
2.5	336.3	0.00	20000.00	0.00	0.00	20336.3
3.1	353.4	30000.00	30000.00	4650000.00	0.00	4710353.4
3.2	353.4	10000.00	30000.00	50000.00 0.00	0.00	90353.4
3.3	353.4	0.00	20000.00	0.00	0.00	20353.4

Построение F-N, F-G диаграмм

F-N диаграмма строится по данным таблиц 2 и 3 и представлена на рисунке 6. F-G диаграмма построена по данным таблиц 2 и 4 и представлена на рисунке 7. Диаграммы построены с помощью модуля «F-N, F-G диаграммы» раздела «Прогнозирование последствий аварий».

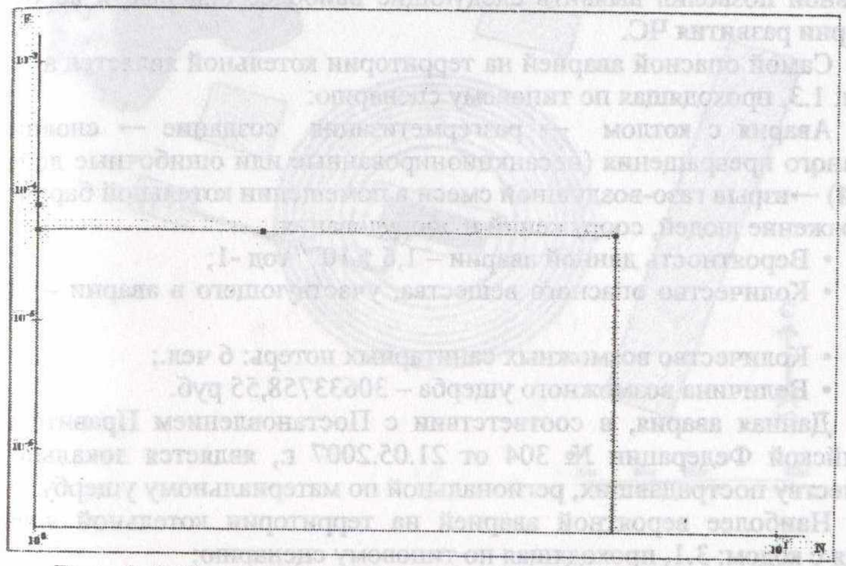


Рис. 6. F-N диаграмма последствий аварий в котельной.

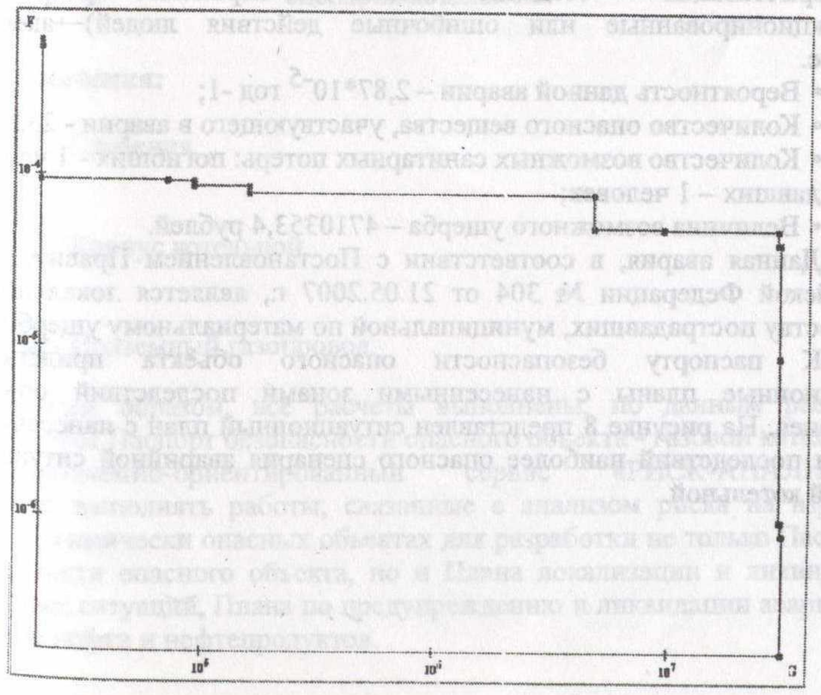


Рис. 7. F-G диаграмма последствий аварий в котельной.

После выполнения всех расчетов полученные результаты анализируются и определяется наиболее опасный и наиболее вероятный сценарии развития чрезвычайных ситуаций на опасном объекте.

Анализ результатов оценки риска.

Выполненный анализ опасностей и риска аварий на газовой котельной позволил выявить следующие наиболее опасные и вероятные сценарии развития ЧС.

Самой опасной аварией на территории котельной является авария с кодом: 1.3, проходящая по типовому сценарию:

Авария с котлом → разгерметизация создание → словий для взрывного превращения (несанкционированные или ошибочные действия людей) →взрыв газо-воздушной смеси в помещении котельной барическое →поражение людей, сооружений и оборудования.

- Вероятность данной аварии – 1,6 * 10^{-7} год -1;
- Количество опасного вещества, участвующего в аварии – 162,37 кг;
- Количество возможных санитарных потерь: 6 чел.;
- Величина возможного ущерба – 30633758,55 руб.

Данная авария, в соответствии с Постановлением Правительства Российской Федерации № 304 от 21.05.2007 г., является локальной по количеству пострадавших, региональной по материальному ущербу.

Наиболее вероятной аварией на территории котельной является авария с кодом: 3.1, проходящая по типовому сценарию:

Авария на газопроводе на территории объекта вне здания котельной →разгерметизация → создание условий для взрывного превращения (несанкционированные или ошибочные действия людей)→акельное горение.

- Вероятность данной аварии – 2,87*10^{-5} год -1;
- Количество опасного вещества, участвующего в аварии - 23,56 кг;
- Количество возможных санитарных потерь: погибших - 1 человек, пострадавших – 1 человек;
- Величина возможного ущерба – 4710353,4 рублей.

Данная авария, в соответствии с Постановлением Правительства Российской Федерации № 304 от 21.05.2007 г., является локальной по количеству пострадавших, муниципальной по материальному ущербу.

К паспорту безопасности опасного объекта прилагаются ситуационные планы с нанесенными зонами последствий опасных сценариев. На рисунке 8 представлен ситуационный план с нанесенными зонами последствий наиболее опасного сценария аварийной ситуаций в газовой котельной.

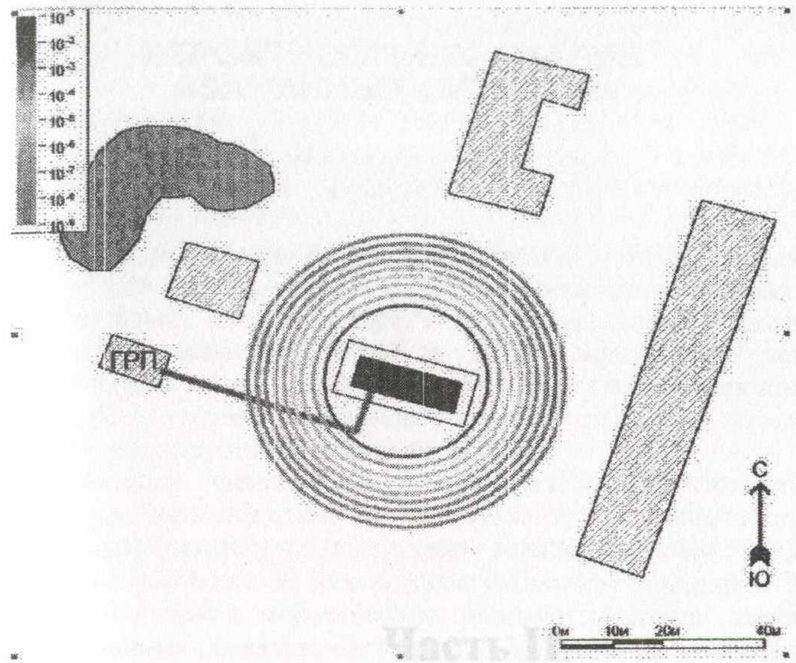


Рис8. Последствия (изолинии условного риска) наиболее опасного сценария котельной.

Обозначения:

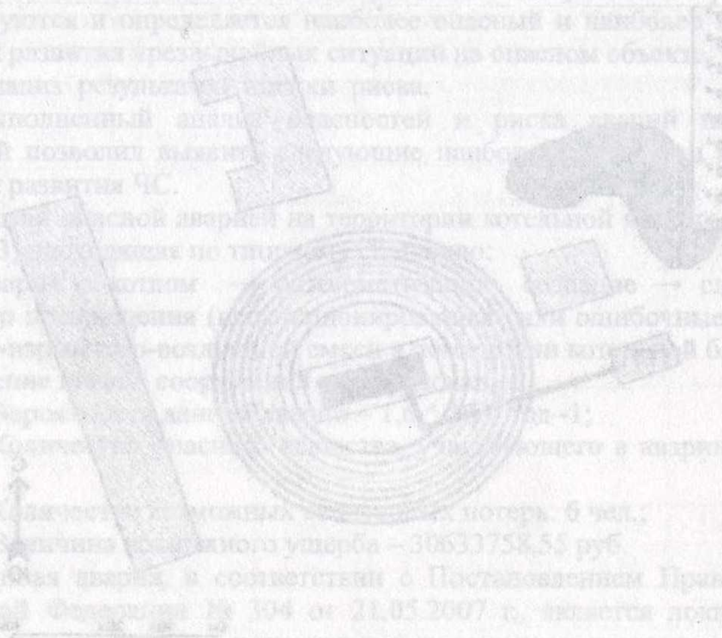
-Строения.

-Корпус котельной.

- Подземный газопровод.

Таким образом, все расчеты выполнены, по данным расчетам формируется Паспорт безопасности опасного объекта - газовой котельной.

Проблемно-ориентированный сервис «РИСК-АНАЛИТИК» позволяет выполнять работы, связанные с анализом риска на взрыво-, пожаро-, химически опасных объектах для разработки не только Паспорта безопасности опасного объекта, но и Плана локализации и ликвидации аварийных ситуаций, Плана по предупреждению и ликвидации аварийных разливов нефти и нефтепродуктов.



Часть II.

Вопросы математического моделирования аварий и эффективность защиты в условиях ЧС

ВЕРОЯТНОСТНЫЙ АНАЛИЗ АВАРИЙНЫХ СИТУАЦИЙ

Варламов Д.В.,
Малых Д.М.

Вероятностный анализ аварийных ситуаций – необходимый этап количественной оценке уровня аварийной опасности, порождаемой опасными объектами. Этап включает, в том числе, оценку вероятности возникновения аварийных ситуаций и оценку вероятности развития аварийного сценария по определенному сценарию. Оценки вероятностей частот), отражая текущее состояние объекта, входят в процедуры вероятностного анализа безопасности (ВАБ)[1].

Первоначально процедуры вероятностного анализа безопасности разрабатывались применительно к сложным техническим системам. Были разработаны процедуры построения логических схем - деревьев отказов, деревьев событий. В дальнейшем указанные процедуры нашли применение для оценки вероятностей (частот) развития аварийных сценариев на опасных объектах. Согласно [2, 3] анализ «дерева событий» (АДС) – алгоритм построения последовательности событий, исходящих из инициирующего события (аварийной ситуации). Процедура построения логического дерева событий позволяет проследить развитие возможных аварийных ситуаций и аварий, возникающих вследствие реализации событий, инициирующих аварийную ситуацию[4]. Для инициирующего аварию события указывается частота. Далее постадийно рассматривается развитие аварийной ситуации от начального до конечного события с учетом места возникновения аварии на объекте, уровня потенциальной опасности каждой стадии и возможности локализации и ликвидации аварии. Переход со стадии на стадию определяется возможностью либо локализации аварии на рассматриваемой стадии, либо развития аварии, связанной с вовлечением расположенных рядом технологического оборудования, помещений, сооружений и т.п. в результате влияния на них опасных факторов аварии, возникших на рассматриваемой стадии [4]. Вероятности переходов аварии со стадии на стадию определяются, исходя из величин зон поражения опасными факторами, конструктивных особенностей оборудования и особенностей размещения опасного объекта.

Оценка вероятности перехода аварии со стадии на стадию определяется через условную вероятность реализации различных ветвей дерева событий. Также учитываются вероятности срабатывания соответствующих средств предотвращения или локализации аварии. Оцениваются вероятности поражения, расположенного в зоне возникновения аварии, технологического оборудования и сооружений объекта. Частоты и условные вероятности возникновения аварийных ситуаций вводятся на основе статистических данных, паспортных данных на оборудование и других обобщенных данных по авариям.

Как одна из процедур ВАБ, процедура построения «дерева событий» реализована в ряде программных комплексов: "Continuous risk assessment" - РФЯЦ-ВНИИЭФ, г. Саров, Россия; "Risk Spectrum" - Relcon AB, Швеция; "РизЭкс – 2" – Украина; "АРБИТР" - ОАО «СПИК СЗМА», Россия. "Risk Spectrum" позволяет проводить логико-вероятностный анализ надежности и безопасности технических систем. Например, расчет надежности современных автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУТП), оптимизацию техногенного риска и определение оптимальных параметров системы технического обслуживания потенциально опасных объектов [5]. В основе моделирования и расчета показателей надежности и безопасности технической системы лежит логико-вероятностный метод, использующий в качестве средства построения графических моделей безопасности (надежности) деревья событий (ДС) и деревья отказов (ДО).

"РизЭкс" – исследовательский программный

[6]. Одним из модулей ПК является модуль «Дерево событий», который позволяет в автоматизированном режиме построить дерево событий, последовательно рассматривая возможные последствия при срабатывании и отказе систем защиты.

ПК "АРБИТР" предназначен для автоматизированного моделирования и расчета показателей надежности структурно-сложных систем, включая объекты использования атомной энергии (ОИАЭ) и другие опасные производственные объекты (ОПО); автоматизированного моделирования и расчета вероятностей возникновения (невозникновения) аварийных ситуаций и аварий опасных производственных объектов, включая ОИАЭ [7].

Вероятностный анализ аварийных ситуаций реализован в рамках проблемно-ориентированного сервиса "РИСК-АНАЛИТИК" и поддерживается специальной подсистемой, основное наполнение которой содержит:

- программный модуль по построению дерева событий, отвечающего аварийному сценарию;
- базу данных по частотам и (или) вероятностям возникновения аварийных ситуаций.

Программный модуль предназначен для построения дерева событий, отвечающего аварийному сценарию на опасном производственном объекте. Модуль поддержан графической базой данных, содержащей ранее построенные деревья событий, а также элементарные фрагменты деревьев событий. В модуле представлен инструментарий для построения и редактирования дерева событий. Пользователь имеет возможность строить деревья событий, а также вносить изменения в ранее созданные схемы развития аварийных ситуаций. При этом Пользователь имеет возможность использовать ранее сформированные деревья событий, использовать элементарные фрагменты событий, дополняя ими существующее дерево, или наоборот, удаляя ветви событий, которые, по его мнению, не нуждаются в рассмотрении. При описании сценариев Пользователь может обратиться к базе данных и воспользоваться уже описанными сценариями аварийных ситуаций и вероятностями возникновения аварий. Результатом работы Пользователя являются построенные деревья событий, с рассчитанными частотами событий аварийных сценариев на опасном производственном объекте.

На рисунке 1 представлено рабочее окно программного модуля по построению дерева событий сервиса "РИСК-АНАЛИТИК".

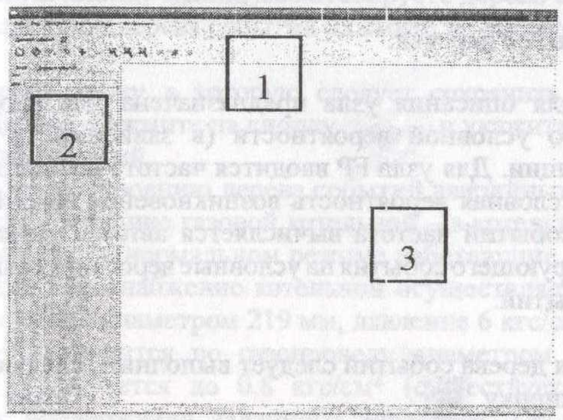


Рис.1. Рабочее окно модуля по построению дерева событий.

Окно состоит из следующих основных элементов:
1- панель инструментов;
2- панель для описания узлов;
3- рабочая область.
Панель инструментов состоит из:

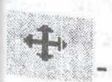

- создать узлы F, FP, P. С помощью узла F описывается авария на опасном объекте, с помощью узла FP - инициирующее событие, с помощью узла P - промежуточные и конечное события.


- соединить узлы;


- разъединить узлы;


- выстроить дерево;


выделить узел;


- переместить;


- масштабирование;

- сохранить дерево; - открыть дерево;

- удалить все деревья.

Панель для описания узла предназначена для ввода имени уз и частоты, либо условной вероятности (в зависимости от типа узл аварийной ситуации. Для узла FP вводится частота возникновения авари а для узла P - условная вероятность возникновения аварийной ситуаци Для конечных событий частота вычисляется автоматически умножение частоты инициирующего события на условные вероятности промежуточны и конечного событий.

Для создания дерева событий следует выполнить следующие действи
1)Нажмите на кнопку
затем нажмите на рабочую область, в окне появляется узел F, на панел описания узла введите название аварии.

2)Для описания инициирующего события на объекте следует нажать кнопку

- это узел FP, на панели описания узлов вводится описание и часто возникновения инициирующего события аварии.

3) Чтобы соединить узлы, нажмите на кнопку
и проведите соединительную линию от одного узла к другому.
4)В зависимости от сценариев развития аварийной ситуации следу вставить на рабочую область узлы P

и провести соединительные линии узлов FP с P, либо узлов P с P. В панели описания узлов введите описание аварийной ситуации и условну вероятность возникновения данного сценария.
5)Когда все узлы соединены, чтобы выстроить дерево, нажмите на кнопк

Чтобы удалить соединительную линию между узлами, нажмите на кнопк и укажите какие узлы следует разъединить. Чтобы удалить лишни узлы, надо выделить узел, щелкнуть на клавишу Delete (на клавиатуре), узел и все ветви, соединенные с узлом, удалятся. Если надо удалить только один узел, который находится внутри дерева, то сначала надо отсоединить его от других узлов, а потом удалить. Для удаления всего дерева надо щелкнуть по значку

Если надо переместить дерево, то нажимаете на кнопку щелкаете по дереву и перемещаете его, если надо уменьшить или увеличить дерево, то следует нажать на кнопку
, а затем на рабочей области, нажимая на левую кнопку мыши, масштабируете дерево событий.

Для сохранения дерева событий нажмите на кнопку
и выберите папку, в которую следует сохранить. Чтобы открыть построенное дерево, нажмите на кнопку и укажите папку, в которой хранится дерево событий.

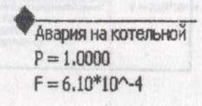
Пример по построению дерева событий аварийных ситуаций на газовой котельной. Описание газовой котельной – в котельной размещаются 2 водогрейных котла, в нормальном режиме работающие за счет сжигания природного газа. Газоснабжение котельной осуществляется от наземного газопровода от АГРС диаметром 219 мм, давление 6 кгс/см^2. К

ГРП газ подводится по газопроводу диаметром 219 мм. В ГРП давление газа понижается до 0,8 кгс/см^2 (существует автоматический регулятор для поддержания заданного давления). От ГРП газопровод заходит в котельную для водогрейных котлов диаметром 150 мм, давлением 0,8 кгс/см2 на коллектор газопровода. Жилых домов вокруг периметра площадки котельной нет.

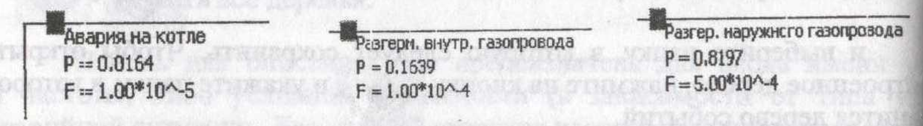
Построение дерева событий с помощью модуля: на данной котельной будут три инициирующих события, которые могут привести к аварийной ситуации:

1)авария с котлом, частота возникновения аварии на котле – 1,00* 10^{-5} год-1;
2)авария на газопроводе в помещении котельной (внутренний) – 1,00*10^{-4}год-1;
3)авария на газопроводе вне помещения котельной (наружный) – 5,00*10^{-4} год-1

Таким образом, с помощью узла F описывается авария на опасном объекте, т.е на газовой котельной:

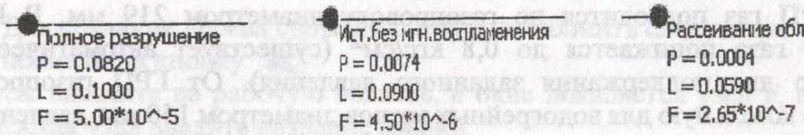


С помощью узла FP описывается инициирующее событие. На газовой котельной будет 3 инициирующих события:



1) 2) 3)

С помощью узла P описывается промежуточные и конечное события например:



На рисунках 2 - 4 представлены деревья событий аварийных ситуаци на котле, внутреннем газопроводе, наружном газопроводе, построенны с помощью модуля. На рисунке 5 представлено рабочее окно модул с общим деревом событий аварийных ситуаций на газовой котельно (масштабированный вариант).

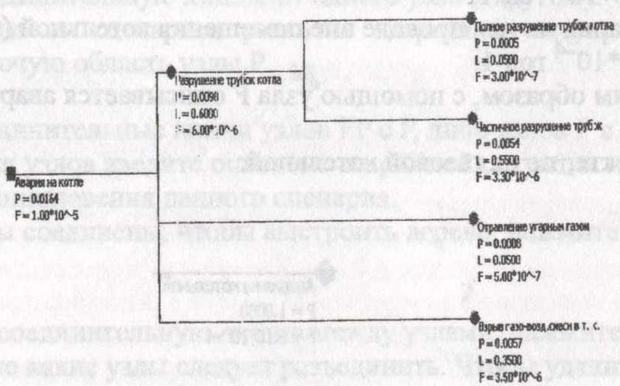


Рис2. Фрагмент дерева событий аварийных ситуаций на котле газовой котельной

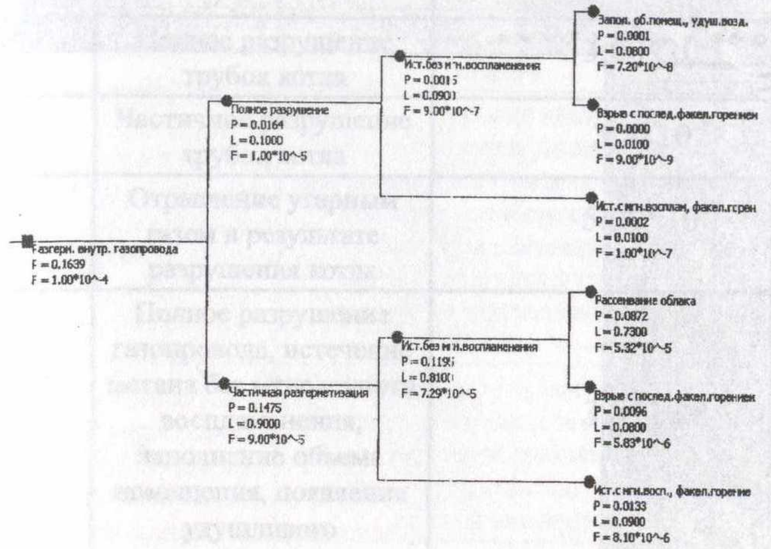


Рис3. Фрагмент дерева событий аварийных ситуаций на внутреннем газопроводе.

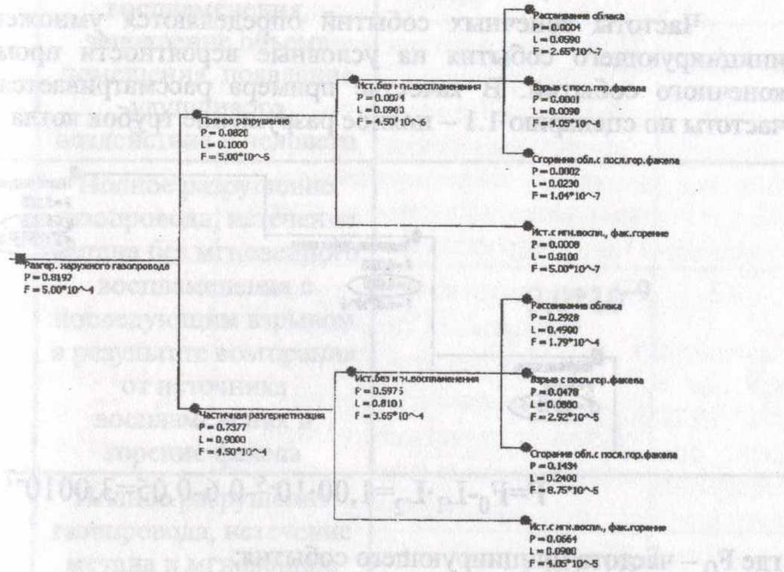


Рис 4. Фрагмент дерева событий аварийных ситуаций на наружном газопроводе.

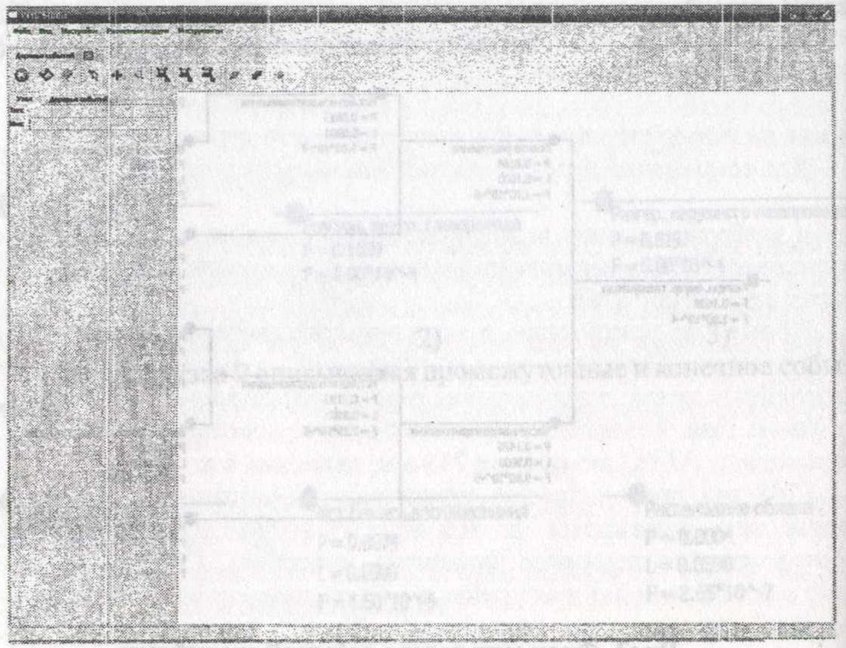
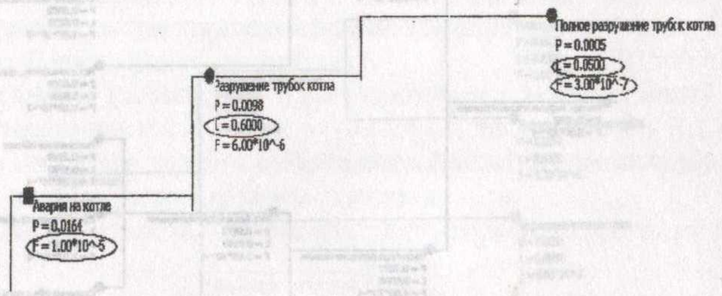


Рис.5. Дерево событий аварийных ситуаций на газовой котельной (масштабированный вариант).

Частоты конечных событий определяются умножением частот инициирующего события на условные вероятности промежуточных конечного событий. В качестве примера рассматривается определени частоты по сценарию 1.1 – полное разрушение трубок котла.



$$F=F_0 \cdot L_1 \cdot L_2 = 1{,}00 \cdot 10^{-5} \cdot 0.6 \cdot 0{,}05 = 3{,}0010^{-7}$$

где F_0 – частота инициирующего события;

F – частота сценария аварийной ситуации;

L_0, L_1 – условные вероятности аварийных ситуаций.

На основе построенного дерева событий составляется таблица с описание сценариев и частотами возникновения сценариев аварийных ситуаци (таблица 1).

Таблица1

Код сценария	Описание сценария	Частота
1.1	Полное разрушение трубок котла	$3{,}00*10^{-7}$
1.2	Частичное разрушение трубок котла	$3{,}3*10^{-6}$
1.3	Отравление угарным газом в результате разрушения котла	$5{,}00*10^{-7}$
1.4	Полное разрушение газопровода, истечение метана без мгновенного воспламенения, заполнение объема помещения, появление удушливого воздействия у человека	$3{,}5*10^{-6}$
2.1	Полное разрушение газопровода, истечение метана без мгновенного воспламенения, заполнение объема помещения, появление удушливого воздействия у человека	$7{,}2*10^{-8}$
2.2	Полное разрушение газопровода, истечение метана без мгновенного воспламенения с последующим взрывом в результате возгорания от источника воспламенения и горение факела	$9{,}0*10^{-9}$
2.3	Полное разрушение газопровода, истечение метана и мгновенное воспламенение от случайного источника, факельное горение	$1{,}00*10^{-7}$

2.4	Частичная разгерметизация газопровода, истечение метана без мгновенного воспламенения с последующим рассеиванием облака	$5{,}32*10^{-5}$
2.5	Частичная разгерметизация газопровода, истечение метана без мгновенного воспламенения с последующим взрывом в результате возгорания от случайного источника воспламенения и горение факела	$5{,}83*10^{-6}$
2.6	Частичная разгерметизация газопровода, истечение метана с мгновенным воспламенением от случайного источника и горение факела	$8{,}10*10^{-6}$
3.1	Полное разрушение наружного газопровода, истечение метана без мгновенного воспламенения с последующим рассеиванием облака	$2{,}65*10^{-7}$
3.2	Полное разрушение наружного газопровода, истечение метана без мгновенного воспламенения, взрыв от случайного источника воспламенения с последующим горением факела	$4{,}05*10^{-8}$
3.3	Полное разрушение наружного газопровода, истечение метана без мгновенного воспламенения, сгорание облака от случайного источника воспламенения и последующее горение факела	$1{,}04*10^{-7}$
3.4	Полное разрушение наружного газопровода, истечение метана, мгновенное воспламенение от случайного источника, факельное горение	$5{,}00*10^{-7}$
3.5	Частичная разгерметизация наружного газопровода, истечение метана без мгновенного воспламенения с последующим рассеиванием облака	$1{,}79*10^{-4}$
3.6	Частичная разгерметизация наружного газопровода, истечение метана без мгновенного воспламенения с последующим взрывом в результате возгорания от случайного источника воспламенения и горением факела	$2{,}92*10^{-5}$
3.7	Частичная разгерметизация наружного газопровода, истечение метана без мгновенного воспламенения, с последующим сгоранием облака от случайного источника воспламенения и последующим горением факела	$8{,}75*10^{-5}$
3.8	Частичная разгерметизация наружного газопровода, истечение метана с мгновенным воспламенением от случайного источника и факельным горением	$4{,}05*10^{-5}$

Таким образом, вероятностный анализ аварийных ситуаций позволяет проанализировать все возможные аварийные ситуации на опасном объекте, выявить последовательности развития аварийных ситуаций, оценить уровень опасности опасных объектов, выявить "слабые" места для последующего обоснования мер обеспечения безопасности.

Список литературы

1.Анализ безопасности установок и технологий: Методическое пособие по проблемам регулирования риска. Часть 3 / Под общ. ред. канд. техн. наук С.В. Петрина. – Саров: ФГУП РФЯЦ-ВНИИЭФ, 2006.

2.Методические указания по проведению анализа риска опасных производственных объектов РД 03-418-01 // Нормативные документы межотраслевого применения по вопросам промышленной безопасности и охраны недр. Серия 3. Выпуск 10. М.: Госгортехнадзор России, НТЦ "Промышленная безопасность", 2001, 60 с.

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

4.Руководство по оценке пожарного риска для промышленны предприятий. Согласовано Управлением государственного пожарно надзора (УГПН) МЧС России (письмо от 03.02.2006 г. № 19/2/318 Утверждено ФГУ ВНИИПО МЧС России 17 марта 2006 г.

5.Обзор программных комплексов по расчету надежности сложны технических систем // [Электронный ресурс] А. Строгонов, В. Жаднов, Полесский // Компоненты и технологии, № 5, 2007. Режим доступа: http www.kit-e.ru/articles/device/2007_5_183.php

6.Исследовательский программный комплекс моделирования авари и оценки риска РизЭкс-2 // [Электронный ресурс]. Режим доступа: http rizikon.ua/pages/?id=130

7.Программный комплекс автоматизированного структурно логического моделирования и расчета надежности и безопасности систе АРБИТР (ПК АСМ СЗМА), базовая версия 1.0 // [Электронный ресурс Режим доступа: http://www.szma.com/pkasm.shtml

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ ЭВАКУАЦИИ ЛЮДЕЙ ИЗ ЗДАНИЯ ПРИ ЧС

Князев Г.П.

Анализируя мировой опыт в построении моделей эвакуации людей, можно выделить два направления развития, обусловленных самим подходом к пониманию процесса движения. Первый подход – потоковое моделирование. Второй – агентное моделирование. Исторически сложилось так, что отечественные исследователи придерживаются потоковой доктрины в пику европейским и заокеанским ученым, поддерживающим агентный подход. Несмотря на успехи в обоих направлениях, выяснилось, что ни тот ни другой не претендует на полноценный инструмент анализа. Потоковые модели лучше всего подходят при моделировании движения большого количества людей, но плохо справляются при расчете движения малых групп или отдельных агентов. Агентные – плохо учитывают взаимодействие людей в группах. В настоящее время развиваются гибридные модели, объединяющие оба подхода. Но на этом пути еще немало трудностей.

В настоящее время большинство отечественных работ сосредоточено на исследовании эвакуационных процессов в зданиях, сюда относятся: высотные здания, крупные торговые комплексы (в том числе с разнотипной архитектурой), стадионы, аэропорты и другие здания с большой плотностью людей и/или сложным внутренним расположением помещений и переходов. Западные ученые сосредоточены на исследованиях поведения толпы, психологических аспектах, «городской географии» - исследовании движения людей и транспорта по улицам населенных пунктов, проблем эвакуации из высотных зданий. Судя по последним работам, основная часть исследований развивается «в ширину» - увеличение количества одновременно обрабатываемых агентов, усложнение и увеличение количества предметов антуража и характера взаимодействия с ними. В настоящее время в России при расчетах эвакуации людей из зданий наибольшую распространенность получили три основные модели:

- модель по ГОСТу;
- графоаналитический метод (Милинского);
- модель ADLPV (детерминированный вариант ADLP), Анализ Движения Людских Потоков, Вероятность.

Также большую распространенность получили различные экспресс методики, основным достоинством которых является возможность быстрой оценки на бумаге (без использования вычислительной техники) эвакуационных параметров для большинства типовых зданий. По функциональной составляющей они представляют из себя урезанные версии тяжелых расчетных моделей. При расчете с помощью таких методик можно получить обычно верхние пороговые оценки.

К сожалению, большинство моделей из данного списка предназначены для расчета процесса эвакуации в общем случае, без учета специфики здания, технологических и социальных процессов. Например,

расчет эвакуации из здания образовательного учреждения затруднен тем, что не будет учтено расписание занятий, т.е. циклическое расположение людей по помещениям относительно времени. Тем более, ни одна модель не позволяет соединить процесс эвакуации с развитием возможной ЧС, например пожара или обрушения здания в результате взрыва или землетрясения.

В рамках проведения работ по развитию проблемно-ориентированного сервиса «Безопасность в техносфере» (электронный ресурс – http://rintd.ru), а также работы по гранту АВЦП «Развитие научного потенциала высшей школы» «Паспорт безопасности образовательного учреждения, как основа управления рисками в образовательных учреждениях России», идет работа по созданию новых и доработке старых моделей и инструментария на их основе для расчета процесса эвакуации. Первоначальной задачей ставилось реализовать и оценить алгоритм, описанный в ГОСТе. Данный алгоритм предназначен для оценки времени эвакуации из здания и использует потоковую модель представления движения людей. Алгоритм прост, если требуется быстро провести расчет на бумаге, но предоставляемых им данных недостаточно для проведения полноценного прогнозирования эвакуации. Эвакуация, движение потоков осуществляется по предварительно заданным путям. Возможное изменение обстановки не учитывается.

После верификации, обкатки чистой ГОСТовской модели, было принято решение о ее гибридизации. Взяв за основу физические функции движения потока, в качестве движущего звена выступили агенты. В частности, это решило проблему определения точного количества и местонахождения каждого отдельного человека при эвакуации. Также была устранена проблема равномерной плотности потока до и после прохождения проема либо сужения. Решение данных проблем только в терминах потокового моделирования сводится к уменьшению шага «потоковой сетки», разбиению потоков на составные части по длине, что приводит к работе с малыми группами, влечет за собой увеличение требуемых расчетных мощностей и снижению точности расчета. Данная гибридная модель дискретизируется на любой временной шаг, значение шага ограничено вычислительными мощностями и накоплением ошибок при операциях с числами с плавающей точкой с одной стороны и точностью расчета, обусловленной необходимостью построения точных маршрутов движения агентов, а также частью модели, реализующей прохождение проемов, с другой.

Перед началом моделирования процесса эвакуации задается схема эвакуационных путей в здании. В качестве основы используется трехмерная модель здания, по которой строится путевой граф. Для новой модели был создан алгоритм на графе пути, который находит все возможные пути эвакуации для каждого отдельного помещения (либо для любой точечной координаты) и в процессе работы ранжирует их по приоритету наиболее близкого выхода. Данный алгоритм описывает всё возможное множество эвакуационных путей на статичном окружении. Это позволяет, при блокировании какого-либо помещения в процессе эвакуации, указать новый маршрут не пересчитывая путевой граф. Разрешено блокирование помещений, также считается, что новые проходы (например, в результате обрушения) не образуются. О блокировании помещения агент узнает, дойдя до любого прохода, ведущего в это помещение.

Созданный на данный момент инструментарий позволяет просмотреть в динамике весь процесс эвакуации, движение каждого агента, плотности потоков, определить место и время скопления, затора, время их существования, плотностную нагрузку на каждый отдельный проход. Возможно совмещение в динамике развития пожара и процесса эвакуации, как результат - нахождение количества пострадавших различной степени тяжести (по умолчанию, выжившие и погибшие) в результате того или иного развития событий. Можно также ввести заранее заданный план эвакуации для конкретного здания, и проверить его на оптимальность.

Очевидным шагом в дальнейшем развитии данного инструментария явится реализация модели учитывающей физику движения и взаимодействия агентов. Добавление модели поведения агента в потоке, учитывающей сетевое взаимодействие, психологическое взаимодействие. К слову, разработка модели индивидуального движения людей в потоке актуальна на ближайшую перспективу.

Отдельной задачей стоит проблема устойчивости динамических эвакуационных моделей. В данном случае можно рассматривать задачу нахождения устойчивости стохастической модели определенного класса. Здесь же появляются задачи нахождения оптимальных граничных условий.

1.Предтеченский В.М., Милинский А.И. Проектирование зданий с учетом организации движения людских потоков. - М., 1969.

2.Холщевников В.В. Моделирования людских потоков. Моделирование пожаров и взрывов. Под ред. Брушлинского Н. Н. Корольченко А. Я. Пожнаука, М.:-2000.

3.Samochine D.A. Toward an understanding of the concept of occupancy in relation to staff behaviour in fire emergency evacuation of retail stores. PhD thesis. University of Ulster, Belfast, UK, 2004.

ИНТЕГРАЛЬНАЯ МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ТЕПЛОМАССОПЕРЕНОСА ГПРИ ПОЖАРЕ

Бабушкин М.И.,
Сивков А.М.

Интегральная модель является первой в линейке математическ моделей различной размерности, описывающих перенос тепла и мас при пожаре в здании. Основное приближение этой модели сост в том, что температура и концентрация различных веществ во в объеме помещения считаются одинаковыми (но различными в смежн помещениях). Несмотря на простоту этого подхода, во многих случаях применение вполне оправдано. Одна из реализаций интегральной моде подготовленная в ИПТК УдГУ, рассчитана на ее использование в сост электронного ресурса «Безопасность в техносфере».

Реализация модели основана на методике [1] и включает в с уравнения движения газа, уравнения баланса массы и уравнения балан энергии для каждого помещения в здании, которое через те или иные прое связано с непосредственно горящими помещениями. Система уравнен интегрируется методом Рунге-Кутта. Для обеспечения устойчивости схе и достаточной точности вычислений выбрана величина шага по време порядка 10-4 секунды.

Согласно модели, вся выделяющаяся при горении тепло расходуется только на нагревание воздуха и продуктов горения. Э приводит к некоторому завышению рассчитанной температуры, поскольк в действительности часть теплоты сгорания расходуется также нагревание пола, потолка, стен и других предметов в помещении. Д оценки величины ошибки, связанной как основным приближением модел так и с отсутствием расхода теплоты на нагревание конструкций здани при проверке и настройке модели в качестве эталона использовалась моде следующего уровня в ряду моделей различной размерности: двухзонн модель CFAST.

На сегодняшний день CFAST является одной из лучших двухзонны моделей для расчета тепломассопереноса при пожаре. Модель предполага разделение каждого расчетного помещения на два контрольных объема верхний (дымовой) слой и нижний слой. Дополнительными контрольны объемами в помещении с источником пожара являются дымовая струя припотолочная струя. Многочисленные натурные пожарные испытан подтвердили, что двухзонные модели демонстрируют доволь достоверную картину пожара – горячие дымовые газы скапливаются п потолком, образуя дымовой слой, и параметры внутри слоя отличают незначительно по сравнению с различием параметров между верхними нижним слоями.

В основе математической модели CFAST лежит задача Коши д системы обыкновенных дифференциальных уравнений. В систему входя

равнения сохранения массы, энергии (первый закон термодинамики), равнение состояния идеального газа, отношения для плотности и для нутренней энергии [2]. Уравнения сформулированы относительно ледующих переменных: давление, объем дымового слоя, температура ерхнего и нижнего слоев. Помещения, для которых применима модель, олжны быть простой геометрической конфигурации. Размеры помещений олжны быть, как правило, соизмеримыми. В модели CFAST при длине омещения более 5 ширин используются экспериментальные зависимости аспространения дымового слоя по коридорам. При высоте помещения олее 6 размеров ширины, например для лестничных клеток и лифтов, спользуются экспериментальные зависимости для шахт.

Сравнивались результаты расчетов, выполненных с помощью двух азличных моделей для одинаковой геометрии помещений и величины роемов между ними. Расчеты производились с помощью программы FAST 6.0 и модуля Sm3, реализующего интегральную модель. Примеры езультатов расчетов приведены на рисунках.

Сравнение результатов расчетов показывает, что, несмотря на разные одходы, принятые в двух моделях, подбором коэффициента величины ожарной нагрузки можно добиться с определенной погрешностью ответствия рассчитанных температур. Однако, более естественным пособом сближения моделей представляется дополнение интегральной одели непосредственным учетом расхода тепла на нагревание конструкций дания.

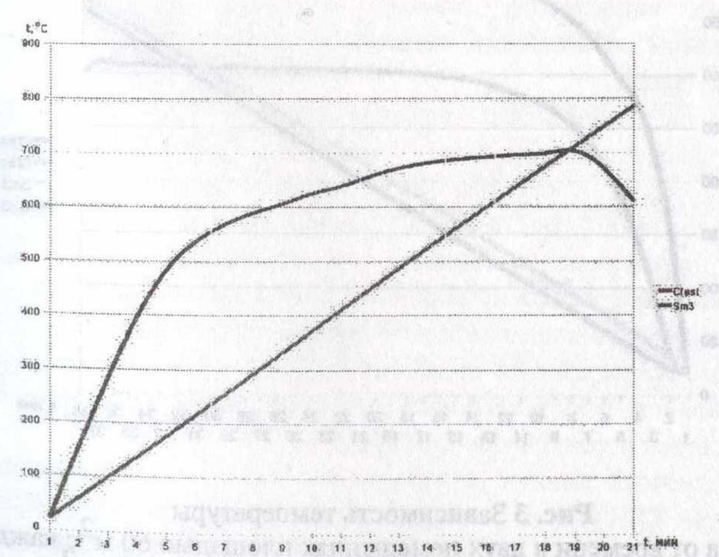


Рис. 1 Зависимость температуры воздуха от времени в замкнутом помещении площадью 60 м^2 с источником.

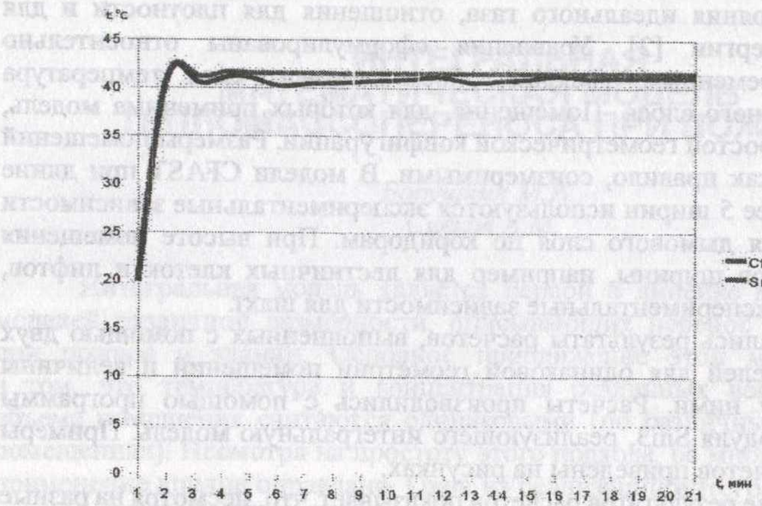


Рис. 2 Зависимость температуры воздуха от времени в помещении площадью 60м^2 с окном 5 м^2 и источником.

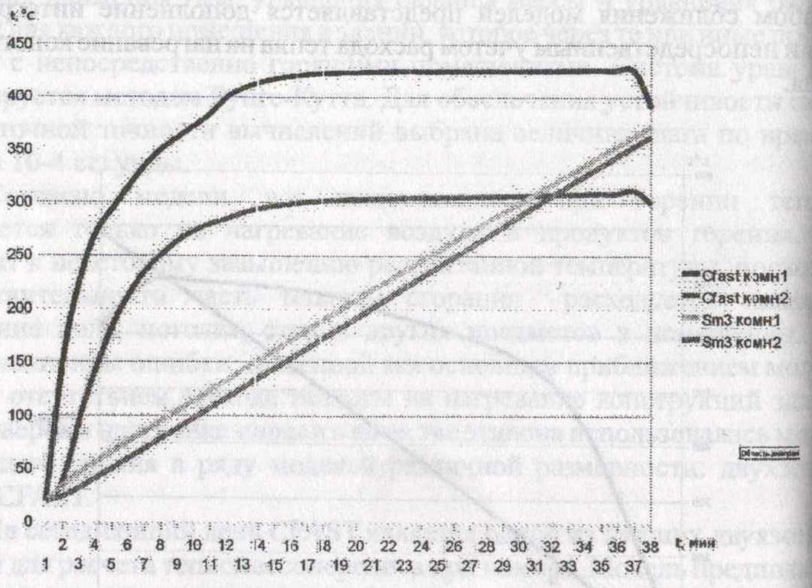


Рис. 3 Зависимость температуры воздуха от времени в двух помещениях площадью 60 м^2 с каждое, с дверным проемом между ними площадью 1,5 м^2.

Список литература

1.ГОСТ 12.1.004-91* ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования

2.NIST Special Publication 1026. CFAST – Consolidated Model of Fire Growth and Smoke Transport (Version 6). Technical Reference Guide. – NIST, 2005. / SFAST - Техническое руководство.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОСТУПЛЕНИЕ И РАССЕЯНИЕ ТАКСИЧНЫХ ХИМИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ(ТВХ) В АТМОСФЕРЕ

Батырев В.В.

В теории и практике техногенных аварий и катастроф существенная опасность современных промышленных и транспортных объектов обуславливается тем, что большинство их элементов насыщено химическими энергоносителями, токсичными химическими веществами и интенсивно эксплуатируются. К этим объектам необходимо добавить объекты по хранению и уничтожению химического оружия, являющиеся объектами повышенной опасности. Все эти объекты, несомненно, представляют определенный интерес международных террористических организаций, так как организация на них несанкционированных выбросов больших количеств токсичных химических веществ может привести не только к загрязнению окружающей среды, но и к поражению большого количества людей и нарушению жизнедеятельности населения на обширных территориях. Эти же объекты могут рассматриваться в качестве первоочередных целей поражения в случае возникновения региональных и локальных конфликтов, помимо непосредственного применения высокотоксичных химических веществ с использование современных средств их доставки.

В случае применения высокотоксичных химических веществ, аварийных несанкционированных выбросах на поверхность земли и атмосферу могут поступить от нескольких десятков килограмм до нескольких десятков тонн и более токсичных веществ, которые могут привести к заражению обширных территорий, поражению людей и значительным затратам при ликвидации возможных последствий.

При этом, в качестве основного поражающего фактора, как в мирное, так и военное время следует выделить ТХВ, переводимое в атмосферу в виде газа, пара и высокодисперсных аэрозолей, обеспечивающих массовое поражение людей через органы дыхания.

Проведенный анализ структуры предприятий производящих или потребляющих ТХВ показал, что в их технологических линиях обращается сравнительно небольшая часть веществ по сравнению с количеством одновременно хранимых и транспортируемых продуктов производства и сырья. Поэтому основное внимание было уделено описанию выбросов проливов в случае хранения и транспортировки ТХВ.

1. Высокотемпературные и низкотемпературные выбросы ТХВ

Высокотемпературные выбросы ТХВ происходят, как правило, при взрывах реакционной аппаратуры.

В случае высокотемпературных выбросов количество ТХВ, поступившее в атмосферу, определяется его наличием в реакционной и другой аппаратуре на конкретном этапе технологического цикла. Поскольку в данном случае практически все вещество переходит в паро-аэрозольное облако, для расчета количества вещества выброшенного в атмосферу используется соотношение:

$$Q=\rho \cdot V \cdot n \qquad (1.1)$$

где Q - количество выброшенного при аварии вещества, т;

ρ- плотность ТХВ, т/м^3;

V-объем реактора (реакционной аппаратуры, хранилища), м^3;

n-степень наполнения реактора (реакционной аппаратуры, хранилища).

В случае кратковременных либо продолжительных низкотемпературных выбросов из резервуаров (хранилищ) сжатых и сжиженных газов, а также легко испаряющихся жидких ТХВ поступление вещества условно делится на три периода - мгновенное (до 2 минут), нестационарное и стационарное испарение. Известно, что явление мгновенного испарения возникает тогда, когда в равновесной системе жидкость-пар понижается давление. Этот процесс можно считать адиабатическим. Тогда энтальпия единицы массы жидкости при начальных условиях равна сумме энтальпий части жидкости, которая осталась не испарившейся, и энтальпии единицы массы той части жидкости, которая испарилась:

$$i_{ж.н} = (1-Кб_1') \cdot i_{ж.к} + Кб_1' \cdot i_{п.к} \qquad (1.2)$$

где $i_{ж.н}$ - энтальпия жидкости в начальном состоянии (при температуре хранения);

$Кб_1'$ - доля вещества, переводимая в пар (аэрозоль) за счет разности упругости насыщенных паров ТХВ в емкости и парциального давления в воздухе;

$i_{ж.к}$ - энтальпия жидкости в конечном состоянии, т.е. при температуре кипения жидкости при атмосферном давлении;

$i_{п.к}$ - энтальпия насыщенного пара в конечном состоянии.

Исходя из соотношения (2.2) выражение для $Кб_1'$ имеет вид:

$$k\delta'_1 = \frac{i_{ж.н} + i_{ж.к}}{i_{п.к} - i_{ж.к}} \qquad (1.3)$$

В случае отсутствия информации для расчета по формуле (1.3), можно воспользоваться следующим соотношением, которое дает хорошую сходимость результатов расчета с имеющимися экспериментальными данными [1]:

$$k'б_1 = \frac{C_{рж} \cdot (T_н - T_к)}{r} \qquad (1.4)$$

где $C_{рж}$ - удельная теплоемкость жидкости при постоянном давлении, кДж/кг;

$T_н$ - температура хранения ТХВ, град;

$T_к$ - температура кипения ТХВ, град;

r - удельная теплота парообразования, кДж/кг·град.

Таким образом, количество вещества поступившего в результате мгновенного испарения определяется из соотношения:

$$Q_1 = Q \cdot k'_{\sigma 1} \qquad (1.5)$$

Минимальное время, необходимое для мгновенного испарения можно теоретически получить на основе предположения об образовании в конце процесса, не перемешанного с воздухом облака пара. За время мгновенного испарения принимается время достижения выброса пара, двигающегося со звуковой скоростью от поверхности мгновенно испаряющейся жидкости, края образовавшегося облака. Таким образом,

$$t_м = 0{,}78 \cdot \frac{\sqrt[3]{(V_v \cdot E_f \cdot k'_{\delta_1})} - V_v}{C_p} \qquad (1.6$$

где $t_м$ - время мгновенного испарения, с;

V_v - объем вещества, м^3;

E_f - отношение удельных объемов пара и жидкости при атмосферном давлении;

C_p - скорость звука в паре, м/с.

Хотя в изложенной выше модели предполагалось, что резервуар полностью занят жидкостью, на практике, если только резервуар не переполнен и не вышел из строя из-за гидравлического разрыва, в нем должна присутствовать паровая фаза, которая при разрыве будет расширяться. Поэтому размер парового облака будет зависеть и от степени заполнения сосуда жидкостью в момент разрыва. Так, в среднем уменьшение наполнения емкости на 10% приводит к уменьшению объема непосредственно выброшенного пара в 1,4-1,7 раза.

Второй период - нестационарное испарение осуществляется за счет тепла поддона (обваловки, поверхности земли), дальнейшего изменения теплосодержания жидкости и притока тепла от воздуха. Математическое моделирование динамики испарения сжиженных газов является достаточно сложной задачей, относящейся к нестационарным задачам теории тепло- и массообмена. Наиболее простое ее решение может быть получено эмпирическим путем. Так, например, обработка экспериментального материала по испарению аммиака показывает, что нестационарный период испарения аналитически можно описать экспонентой с нижними пределами, т.е. когда исходную модель изменения удельной скорости испарения жидкого вещества можно представить дифференциальным уравнением следующего вида:

$$-\frac{dE}{dt} = a \cdot (E - E_{cm}) \qquad (1.7)$$

где E - удельная скорость испарения (плотность потока испаряющейся жидкости);

$E_{ст}$ - удельная скорость стационарного испарения жидкости;

t - время;

α - эмпирический коэффициент, зависящий от особенностей испарения (может быть получен экспериментально).

Уравнение скорости процесса для рассматриваемой стадии испарения можно получить проинтегрировав (1.7), при условии, что постоянная интегрирования C для начальных условий процесса при t=0 будет равна:

$$C = \ln (E_0 - E_{ст}), \qquad (1.8)$$

здесь E_0 - скорость испарения, которая будет после завершения мгновенного испарения (можно считать равной скорости испарения при температуре кипения сжиженного газа).

Решив (1.7) относительно скорости нестационарного процесса получим уравнение:

$$E = E_{cm} + (E_0 - E_{cm}) \cdot \exp(-\alpha t) \qquad (1.9)$$

Для решения данного уравнения воспользуемся методом трех точек. Для этого запишем его в относительных единицах:

$$\frac{E}{E_0} - \frac{E_{CT}}{E_0} = \zeta = (1 - \frac{E_{CT}}{E_0}) \cdot exp(-\alpha \cdot \tau) \qquad (1.10)$$

При наличии экспериментальных данных об отношении $y = E/E_0$, полученных для трех значений τ с интервалом Δt, можно записать:

при τ=0, (начальный период нестационарного испарения), $y = y_0 = 1$;

при $\tau = \Delta t$ $y = y_1 = \frac{E_{CT}}{E_0} + (1 - \frac{E_{CT}}{E_0}) \cdot exp(-a \cdot \Delta t)$

при $\tau = 2\Delta t$; $y = \frac{E_{cm}}{E_0} + \left(1 - \frac{E_{CT}}{E_0}\right) \cdot exp(-\alpha \cdot 2\Delta t)$

Метод трех точек позволяет приближенно оценить коэффициент α и отношение $E_{ст}/E_0$ по следующим соотношениям:

$$a = \frac{1}{\Delta t} \cdot \ln (\frac{1 - y_1}{y_1 - y_2}) \qquad (1.11)$$

$$\frac{E_{cm}}{E_0}=1-\frac{1-y_1}{1-\frac{y_1-y_2}{1-y_1}}$$

Полагая, что стадия неустойчивого (нестационарного) испар завершится при условии, когда $\frac{E-E_{cr}}{E_0}=\zeta$,в котором ζ - достаточно м величина, тогда из уравнения (1.10) можно записать

$$\frac{E_{cm}}{E_0}-\frac{E_{CT}}{E_0}=\zeta=\left(1-\frac{E_{CT}}{E_0}\right)\cdot exp(-\alpha\cdot\tau)$$

Решая (1.13) относительно величины τ, получим уравн продолжительности протекания периода нестационарного испарения

$$\tau=-\frac{1}{\alpha}\cdot\ln\left[\frac{\zeta\cdot E_0}{(E_0-E_{CT})}\right]$$

Для определения массы жидкости, которая испарится с мом начала нестационарного процесса до заданного времени необход проинтегрировать следующее дифференциальное выражение

$$dQ = SEd\,\tau$$

$$Q_2=SE_{cm}\tau+\frac{S}{\alpha}(E_0-E_{cm})(1-e^{at})$$

где S – площадь бассейна, м^2;

Третий период – стационарное испарение за счет тепла окружающ воздуха. Анализ состояния теории испарения жидкостей, в том числ сжиженных газов при их аварийных проливах, свидетельствует о том, процесс испарения именно данной группы веществ изучен мало. Мо предположить, что причиной тому являются специфические особенно перехода сжиженных газов в газ в нормальных условиях, достато низкие температуры их кипения и большие по массе и площади прол этих веществ при авариях и разрушениях.

Анализ ряда уравнений, используемых в настоящее время расчета скорости стационарного испарения сжиженных газов со свобод поверхности пролитого вещества, позволил выделить уравне следующего вида [2, 3]: теоретическая формула Братсерта

$$E=0{,}041\,\frac{u_1 M_{ж}}{t_0 L_0^{-014}}\,expA$$

полуэмпирическая формула Братсерта

$$E=0{,}248\,M_{ж}\,u_1^{0,75}\,d_{пр}^{0,5}\,t_a^{0,75}\,exp(A+0{,}2-7{,}1\cdot 10_{t_a}^{-4})$$

кспериментальная формула Мацака

$$E=8.65\cdot 10^4(1.31+u1)\exp A \qquad (1.19)$$

$$где\ A=\frac{\lambda M_{ж}}{8{,}314}\left(\frac{1}{T_{кип}}-\frac{1}{t_0}\right) \qquad (1.20)$$

E – удельная скорость испарения, кг/м2с ;

u_1 – скорость воздушного потока над поверхностью испарения, м/с;

λ - скрытая теплота испарения, кДж/кг;

$d_{пр}$ – диаметр площади испаряющейся жидкости, м;

$M_ж$ – молекулярная масса жидкости, кг/кмоль;

$T_{кип}$, t_0 – соответственно, температура кипения и температура оверхности испарения пролитого сжиженного газа, К;

Для определения температуры испаряющейся жидкости в настоящее ремя используется целый ряд подходов, в частности, задача Сеттона. По налогии с задачей Сеттона была решена система дифференциальных равнений, характеризующих процессы тепло - и массообмена в редположении некоторой стационарности характеристик воздушного отока по температуре и влажности. В результате было получено отношение [4] для расчета разности температур между воздухом и оверхностью жидкости:

$$=\frac{B_{ж}\cdot exp(A_{ж}-\frac{B_{ж}}{T_0})+B_B[exp\frac{(A_B-B_B)}{T_0}-\varphi(\frac{T_0}{T_{ВОЗ}})\cdot(A_B-\frac{B_B}{T_0})]}{C_{ж}exp(A_{ж}-\frac{B_{ж}}{T_0})+C_B\cdot exp_l A_B-\frac{B_B}{T-0}+C_{ВОЗ}\cdot[\frac{B}{P_H}exp(A_{ж}-\frac{B_{ж}}{T_0})-exp(A_B-\frac{B_B}{T_{ВОЗ}})]} \qquad (1.20)$$

где $T_{ВОЗ}$ - температура набегающего воздуха, К;

T_0 - температура поверхности жидкости, К;

$C_{ж}$ - концентрация насыщенного пара жидкости при температуре 0, кг/м^2;

φ - относительная влажность воздуха, доли ед.;

P_H - атмосферное давление, равное $1.013\cdot 10^5$ Н/м^2;

B - атмосферное давление, Н/м^2;

A B C - параметры.

Рассмотрим параметры, входящие в соотношение, подробнее.

$A_{ж}=\frac{r_{ж}\cdot M_{ж}}{R\cdot T_{кж}}$ - безразмерный параметр для пролитого вещества.

$T_{кж}$ - температура кипения пролитой жидкости, К;

$M_ж$ - молекулярная масса жидкости, кг/кмоль.

$A_B = \frac{r_B \cdot M_B}{R \cdot T_{KB}}$ - безразмерный параметр для паров воды.

$B_ж$=L/R, где L=r·M - мольная теплота испарения жидкости, а
r - удельная теплота испарения, Дж/кг
Для воды Вв=5315.52 ^oK.
C - удельная теплоемкость веществ, Дж/кг·К.

Удельная теплоемкость веществ при постоянном давлении зави
от температуры:

$$Cp = A + B \cdot T^2 + C \cdot T^2 + D \cdot T^3$$

где C_p - идеально-газовая теплоемкость; (1.
A, B, C и D - константы, которые приводятся в справочной литерату

Полученное соотношение учитывает значительно большее количес
влияющих величин по сравнению с используемыми ранее (напри
уравнение Мацака). Проверка по имеющимся экспериментальным дан
показала хорошую сходимость, так температура слоя испарения в слу
сжиженных газов определяется с точностью до нескольких градусов.

При сравнении рассчитанных по данным формулам значе
удельной скорости испарения с опытными данными наиболее близ
результаты получены при расчете скорости испарения по теоретичес
формуле Братсерта, которую можно использовать при расчете поступле
ТХВ в атмосферу.

В конечном виде количество вещества, поступающего за тре
период можно рассчитать по формуле:

$$Q_3 = 116 \frac{u_1 M_{ж}}{t_0} d^{1,86} \tau \exp A \quad (1$$

Продолжительность испарения токсичных веществ, при
допущение, что все количество вещества улетучивается в атмосфе
зеркала пролива, получим, разрешив соотношение (1.22) относительно
приняв, что $Q_3 = Q-(Q_1+Q_2)$:

$$\tau = 8.62 \cdot 10^{-3} \frac{(Q-(Q_1+Q_2)) \cdot t_0}{u_1 M_{ж} d^{1.86} \exp A} \quad (1$$

При выливе больших количеств жидких слабо летучих ТХВ
поверхность земли в последующем происходит их медленное испаре
Наиболее адекватно данный процесс описывается в квазистационар
приближении. Испарение жидкости с больших поверхностей до конца
не изучено, а расчетно-теоретическое определение скорости испаре
веществ в атмосферу при их разливе представляет собой достат
сложную задачу. В принципе она может быть решена в резуль
совместного применения уравнения тепло - и массообмена. Однако это
путь сложен и вряд ли оправдан, так как на испарение влияют не только случайные, но и неопределенные факторы, учесть которые достаточно сложно.

Анализ основных соотношений показал, что ни один из рассмотренных подходов не позволяет полностью воспроизвести экспериментальные исследования, в то же время для практических расчетов скорости испарения жидкостей, пролитых на различной поверхности, не обладающих мгновенной способностью впитывания, приемлемым является метод широко используемый в научной литературе, в том числе и прикладного характера, в США [5]. Метод основан на предположении о том, что для относительно трудно летучих жидкостей, при незначительных концентрациях их паров над поверхностью испарения движущая сила процесса аппроксимируется отношением давления насыщенных паров испаряющейся жидкости Рт при заданной температуре к одной атмосфере эквивалентной размерности. Для площади поверхности испарения в виде круга или близкой к ней, уравнение имеет вид:

$$E = 0.353 \rho_e \frac{M_{ж}}{M_e} u_1 d_{пр}^2 \left(\frac{\rho_m}{760}\right) \left(\frac{V_в}{D_n}\right)^{-\frac{2}{3}} J_m \quad (1.24)$$

где J_m – динамический фактор переноса, определяемый по критерию Рейнольдса;

$\nu_в$ – кинематический коэффициент вязкости воздуха при данной температуре;

D_n – коэффициент молекулярной диффузии паров вещества в воздух.

Тогда количество вещества поступившего в атмосферу за период времени τ определим из соотношения

$$Q = 0.277 \tau \rho_в \frac{M_{ж}}{M_в} u - 1 d_{пр}^4 \left(\frac{\rho_m}{760}\right) \left(\frac{V_в}{D_n}\right)^{-\frac{2}{3}} J_m \quad (1.25)$$

Полученные соотношения описывают процесс испарения жидких ТХВ со свободной поверхности пролива в потоке воздуха и позволяют с остаточной точностью рассчитать количество вещества, поступающее в атмосферу при аварийном разливе ТХВ в окружающую среду.

2. Моделирование распространения невесомой (неоседающей) примеси в атмосфере

При моделировании рассеяния невесомой примеси за основу принята модель распространения облака невесомой примеси из объемного источника ограниченного времени действия. Схема источника представлена на рисунке 2.1. Ось x ориентирована по направлению среднего ветра, начало координат на наветренной плоскости объемного источника в середине его фронта. Протяженность источника по фронту равна $2y_0$. Протяженность источника в направлении среднего ветра равна $2x_0$, а по высоте $2R_0$. Таким образом, объемный источник представляет собой в общем случае параллелепипед с нормальным либо равномерным распределением ОВ

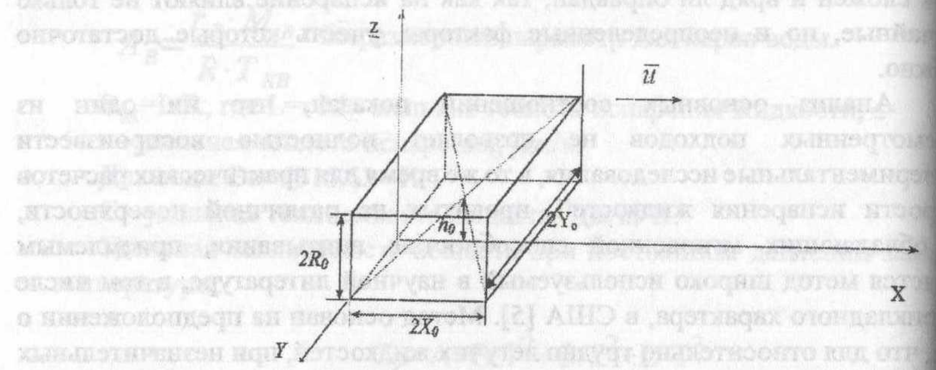


Рис2.1. Объемный источник и его размеры

В качестве базового теоретического подхода к описанию рассеян примеси используем теорию турбулентной диффузии, а базовой модел статистическую модель диффузии в переменных Лагранжа [6 - 9].

Соотношение для концентрации от объемного источни расположенного на поверхности земли определяется выражением:

$$C_0(x,y,z,t;h_0)=\int_0^{2R_0}(x,y,z-\zeta,t;h_0)\,d\zeta$$

если источник, находится на высоте h_0, выражение примет вид:

$$C_0(x,y,z,t;h_0)=\int_{h_0-R_0}^{h_0+R_0}C_n(x,y,z-\zeta,t;h_0)\,d\zeta \quad (2.$$

где h_0 - высота расположения центра объемного источника.

Выполнение интегрирования с применением соответствующ подстановок приводит к решению следующего вида для невесомо примеси:

$$C_0(x,y,z,t;h_0)=\frac{Q}{t_p\cdot 8\cdot x_0\cdot y_0\cdot R_0}\cdot f_n(x)\cdot f'_л(y)\cdot\varphi_0(z) \quad (2.3$$

где x_0, y_0, R_0, - половинные размеры источника по осям x, y, и z соответственно; ,

$f_n(x)$ $f'_л(y)$ и $\varphi_0(z)$ - функции, характеризующие распределени примеси по осям x, y, z - соответственно;

Функция $f_n(x)$имеет вид:

$$f_n(x)=\frac{x-\bar{u}\cdot(t-t_p)}{\sqrt{2\cdot\sigma_x}}erf\left[\frac{x-\bar{u}\cdot(t-t_p)}{\sqrt{2\cdot\sigma_x}}\right]-\frac{x-2x_0-\bar{u}\cdot(t-t_p)}{2\bar{u}}\times$$
$$\times erf\left[\frac{x-2x_0-\bar{u}\cdot(t-t_p)}{\sqrt{2\sigma_x}}\right]+\frac{x-\bar{u}t}{2\bar{u}}\cdot erf\left[\frac{x-\bar{u}\cdot t}{\sqrt{2\cdot\sigma_x}}\right]-\frac{x-2x_0-\bar{u}\cdot t}{2\bar{u}}\times$$
$$\times erf\left[\frac{x-2x_0-\bar{u}\cdot t}{\sqrt{2\sigma_x}}\right]+\frac{\sqrt{2\sigma_x}}{\sqrt{\pi}\cdot 2\bar{u}}\cdot\left\{exp\left\{-\frac{[x-\bar{u}\cdot(t-t_p)]^2}{2\sigma_x^2}\right\}\right. \quad (2.4)$$
$$\left.-\exp\left\{-\frac{[x-2x_0\bar{u}\cdot(t-t_p)]^2}{2\sigma_x}\right\}+\exp\left[-\frac{(x-\bar{u}t)^2}{2\sigma_x^2}\right]-\exp\left[-\frac{(x-2x_0-\bar{u}t)^2}{2\sigma_x^2}\right]\right\}$$

Функция $f'_л(y)$ определяется выражением:

$$f'_л(y)=\frac{1}{2}\left\{erf\left[\frac{y+y_0}{\sqrt{2\sigma_y}}\right]-erf\left[\frac{y-y_0}{\sqrt{2\sigma_y}}\right]\right\} \quad (2.5)$$

Исходя из того, что, источник размещен на высоте R_0, нижняя граница источника ограниченна поверхностью земли, а верхняя находится на высоте 2 R_0, функция распределения примеси по оси Z определяется соотношением:

$$\varphi_0=\frac{1}{2}\left\{erf\left[\frac{z+R_0}{\sqrt{2\sigma_z}}\right]-erf\left[\frac{z-3R_0}{\sqrt{2\sigma_z}}\right]+erf\left[\frac{z+R_0-2H}{\sqrt{2\sigma_z}}\right]-erf\left[\frac{z+3R_0-2H}{\sqrt{2\sigma_z}}\right]\right.$$
$$\left.+erf\left[\frac{z+R_0-2H}{\sqrt{2\sigma_z}}\right]-erf\left[\frac{z-3R_0+2H}{\sqrt{2\sigma_z}}\right]\right. \quad (2.6)$$

Выражение для расчета экспозиционной дозы имеет вид:

$$D_0(x,y,z;h_0)=Q\cdot\alpha(x,\tau,t_p)\cdot f(y)\cdot\varphi(z)\cdot z(x,\beta), \quad (2.7)$$

где $z(x,\beta)$ - градиент обеднения облака за счет захвата примеси подстилающей поверхностью.

Рассмотрим вид основных функций, входящих в соотношение (2.7) и граничных условия их применения.

Функция $\alpha(x,\tau,t_p)$ определяется комплексом соотношений, представленных в таблице 2.1.

Функция f(y) определяется комплексом соотношений, представленных в таблице 2.2.

Функция $\varphi(z)$ определяется комплексом соотношений, представленных в таблице 2.3.

Для описания процесса движения облака с отрицательной плавучестью в различных температурных условиях предложена методика описания движения облака тяжелых газов от момента его возникновения до момента перехода от гравитационного растекания к турбулентному рассеянию и формирования объемного источника невесомой примеси. Осуществлен учет влияния метеорологических и топографических условий на рассеяние примеси в приземном слое атмосферы.
Предложенные методики позволяют учесть влияние метеорологических и топографических условий в реальном диапазоне их изменения.

Список литературы

1.Борзова Л.П., Чекалова О.В., Рогова Т.Н. Пособие по расчету заражения приземного слоя воздуха при проливах жидкого аммиака (для предприятий азотной промышленности). – М.: ГИАП, 1983. – 24 с.

2. БратсергУ.Х. Испарение в атмосферу. Теория, история, приложения /Пер. с англ. Под ред. А.С. Дубова. – Л.: ГИМИЗ, 1985. – 350 с.

3.Мацак В.Г., Хоцянов Л.К. Гигиеническое значение скорости испарения и давления пара токсичных веществ, применяемых в производстве. – М.: Медгиз, 1959. – 230 с.

4. Батырев В.В., Комаров А.В. Разработка методики оценки последствий аварий на объектах по хранению и уничтожению химического оружия. НТО по НИР «Вагонетка – МОП». Этап 1. – Новогорск, АГЗ, 2001. – 171 с.

5. Таблицы для определения опасной зоны при случайном разливе (аварии) отравляющего вещества или вредного вещества, используемого в качестве химического агента /пер.с англ.- Центр технического применения ВВС США,1977-29С.

6. Бызова Н.Л. Рассеяние примеси в пограничном слое атмосферы. – М.: ГИМИЗ, 1974. 187 с.

7. Гаргер Е.К. Модель дымовой струи Гиффорда с использованием гипотезы подобия лагранжевой турбулентности в приземном слое атмосферы: Сб. научн. Тр. /ИЭМ, ВЫП. 21 (80). - М.: ГИМИЗ, 1978, С. 3-15.

8. Гаргер Е.К. Расчет диффузионных характеристик поля концентрации невесомой примеси в приземном слое атмосферы: Сб. научн. тр./ ИЭМ, ВЫП. 29 (103) - М.: ГИМИЗ, 1984, С. 54-69.

9. Бызова Н.Л.. Иванов В.Н., Гаргер Е.К. Турбулентность в пограничном слое атмосферы. - Л.: ГИМИЗ, 1989. - 263 с.

10. Батырев В.В., Минько А.А., Абрамов Ю.А. и др. Анализ существующей методологии проведения натурных испытаний и формирование перечня экспериментально оцениваемых параметров. НТО (промежуточный) по НИР "Разработка и проведение крупномасштабного эксперимента по верификации методики распространения СДЯВ". - М.: ВНИИ ГОЧС, 1995. - 122 с.

11.Доброчев О.В. Рассеяние тяжелых газов в атмосфере. Физический механизм. Математические модели. – М.: РНЦ «Курчатовский институт», 1993. – 112 с.

12.Доброчеев О.В., Тарнижевский М.Б., Черноплеков А.Н. Усовершенствованная модель Гаусса для рассеяния тяжелых газов. Препринт ИАЭ – 6428/3. – М.: ИАЭ, 1991. – 17 с.

13. Маршал В. Основные опасности химических производств/Пер. с англ. – М.: Мир, 1989. – 671 с.

14.Матвеев Л.П. Курс общей метеорологии. Физика атмосферы. – Л.: ГИМИЗ, 1984. – 751 с.

15. Берлянд М.Е. Современные проблемы атмосферной диффузии и загрязнения атмосферы. -Л.: ГИМИЗ, 1975. -488 с.

16.Берлянд М.Е. Прогноз и регулирование загрязнения атмосферы. -Л.: ГИМИЗ, 1985.-22 с.

17.Жуков Г.П. Интенсивность флуктуаций концентрации в струе примеси от локального стационарного источника в приземном слое атмосферы: Сб. научн. тр. /ИЭМ, вып. 46 (136). – М.: ГИМИЗ, 1988, с. 87 -96.

18.Учет дисперсионных параметров при выборе площадок для атомных электростанций. Руководство по безопасности. - Вена: МАГАТЭ, 1982.-91 с.

19. Дэвис У., Метц Д. Новый метод оценки параметров приземного слоя при определении дисперсии облака частиц / Davis W., Metz D.A. new technique for treatment of surface boundary conditions arising from particulate plume dispersion -J.Appl.Meteorol., 1978, v.l7, p. 1610-1618.

20. Chamberlain A.C. Transport of particles to Surfaces. – Proc. Roy. Soc/ Ser. A., v. 296, N 1444. – 1967, p. 45 – 70.

21. Батырев В.В., Баринов А.В. и др. Обоснование размеров зоны защитных мероприятий вокруг объектов по хранению и уничтожению химического оружия. НТО по НИР «Вагонетка О». Этап – 2. - : Новогорск, АГ31998. – 184 с.

22. Сэттон О.Г. Микрометеорология. Исследование физических процессов в нижних слоях атмосферы / Пер. с англ. под ред. Д.Л. Лайхтмана. - Л.: ГИМИЗ, 1958.-355 с.

23. Петрова Г.М., Мирошкина А. Н. Закономерности рассеяния аэрозольных частиц в свободной атмосфере: Сб. науч. тр. /ИПГ, вып.4. -Л.: ГИМИЗ, 1967, с. 5-40.

24. Петрова Г.М., Берлянд О.С. Оценка вертикального коэффициента рассеяния оседающей примеси в атмосфере по ее распределению на поверхности земли. Докл. АН СССР, 1962, т. 146, Т 6, с. 86 88.

25. Белов А. П. Распространение облака полидисперсного радиоактивного аэрозоля. -В сб.: Физические аспекты загрязнения атмосферы, Вильнюс, 1976.

26. Уорк К., Уорнер С. Загрязнение воздуха. Источники и контроль/ Пер. с англ. Под ред. Е.Н. Теверовского. - М.: Мир, 1980. – 539 с.

27. Гаргер Е.К. Расчет диффузионных параметров в слое перемешивания. Обнинск: ИЭМ, 1986. – 20 с.

28. Лайтхман Д.Л., Чудновский А.Ф. Физика приземного слоя атмосферы. – Л.: ГИТТЛ, 1949. – 254 с.

29. Бодров В.И., Перов В.Л., Попов В.С. Основные направления в моделировании загрязнения воздушного бассейна за рубежом: Журнал «Химическая промышленность за рубежом». № 6. – М.: Химия, 1980, с. 10 – 34.

30. Давид Х., Слейтон У. Метеорология и атомная энергия/ Пер. с англ. Н.Л. Бызовой и К.П. Махонько. – Л.: ГИМИЗ, 1971. – 648 с.

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ЛЮДЕЙ ПРИ ЭВАКУАЦИИ

Карманчиков А.И.

Прогнозирование или оценка вероятности обеспечения безопасности людей при эвакуации с учетом психологических особенностей личности является важным элементом в общей системе безопасности. Чтобы спасти каждого, необходимо знать каждого, знать в чем, в какой форме необходима помощь, в какой момент. Приоритет безопасности каждого человека это государственная задача.

В данной статье рассматриваются вопросы связанные с эвакуацией и, в частности, начало эвакуации. Именно «при эвакуации», а не безопасности людей при пожаре вообще, поскольку часть людей, по зарубежным данным до 30%, отказывается от эвакуации. Этот факт нельзя игнорировать, а существующие нормативные акты, инструкции его не учитывают. [1]

Результаты исследований описанных Д.А.Самошиным [2] показывают, что, получив сигнал о пожаре, большая часть персонала (представители определяющей группы людей в здании торгового центра) будет исследовать ситуацию, собирая дополнительную информацию о пожаре. Причем, при обнаружении горения или дыма поведение служащих еще более усложняется и не становится более адекватным. В общем, только 37 % служащих выполнили типовую инструкцию о действиях при пожаре. Следовательно, нельзя ожидать, что в таких зданиях эвакуация будет организована в сжатые сроки при существующих проблемах подготовки персонала, при отсутствии понимания психологии поведения конкретного человека в стрессовой ситуации.

Социально-психологическая реакция человека на опасность не зависит от значений опасных факторов пожара (ОФП), влияющих на гибель людей при пожаре. Обычно это рассматривается, как своеобразный, объективно существующий естественный "пожарный фон".

Имеющиеся данные, например [3], показывают, что именно инициирование своевременной эвакуации в зданиях с массовым пребыванием людей вызывает значительные трудности. Было установлено, что в таких зданиях поведение персонала оказывает решающую роль при эвакуации. Например, анализ 5 эвакуаций торговых комплексов показал, что около 80 % служащих оказали непосредственное позитивное влияние на эвакуацию покупателей (почти во всех случаях покупатели не двигались к выходам, пока не получили указания от персонала). От поведения персонала во многом зависит время начала движения к выходам, выбора маршрута эвакуации и эмоциональное состояние эвакуируемых и, как следствие, скорость движения и т.п. В свете вышеизложенного очевидно, что несомненный научный и практический интерес представляет также и моделирование начальной стадии эвакуации.

Сокращение времени эвакуации существенно зависит от поведения

определяющей группы людей (руководителя, персонала торгового зала, тренера, учителя) при различных сценариях пожара в различных зонах здания и факторов, влияющих на их поведение. Отсутствие понимания психологической составляющей личности, на которую возлагается ответственность за своевременные действия в чрезвычайной ситуации, может привести к срыву проведения необходимых мероприятий.

Методы инициирования своевременной эвакуации в данной статье не рассматриваются, однако необходимо отметить, что эффективность этих методов так же зависит от индивидуальной характеристики и того, кто воздействует, и того, на кого воздействие это направлено.

Стереотипность мышления очень многих из нас заключается в том, что мы вначале думаем, а потом действуем. Однако, так происходит далеко не всегда и не со всеми. От индивидуальной структуры мышления зависит и способ реагирования, действия в чрезвычайных ситуациях. Невозможно говорить о более высокой эффективности определенной структуры мышления без учета конкретных обстоятельств, однако, возможно выработать определенную структуру действий с учетом индивидуального стиля мышления в сложившихся обстоятельствах. Можно утверждать, что в различных условиях более востребованными оказываются не одни и те же качества нашего мышления. Особенно актуальными эти вопросы являются на этапе прогнозирования действий руководителя подразделения в чрезвычайных ситуациях. Формирование необходимых качеств будет эффективным в том случае, когда учитывается индивидуальный стиль мышления.

В одном психологическом эксперименте испытуемым предложили в течении получаса носить рекламный значок. Как и ожидалось, некоторые испытуемые согласились с этим предложением, другие отказались. На вопрос экспериментатора, который был задан впоследствии, как много других людей согласятся с его просьбой или откажутся от нее, испытуемые ответили следующим образом: согласившиеся испытуемые сказали, что 62% согласятся, а 38% откажутся носить значок; не согласившиеся ответили, что 33% согласятся, а 67% откажутся выполнить просьбу экспериментатора. Несмотря на столь разительные отличия в оценках, каждый конкретный участник опыта полагал, что он-то знает других людей и может предсказать их поведение. В действительности же, конечно, не было никакого настоящего познания личности другого, но состоялось приписывание большинству других людей определенной стратегии поведения, которая испытуемому субъективно казалась типичной и была связана с особенностями его собственного поведения. [4]

выработать определенную структуру действий с учетом индивидуального стиля мышления в сложившихся обстоятельствах. Можно утверждать, что в различных условиях более востребованными оказываются не одни и те же качества нашего мышления. Особенно актуальными эти вопросы являются на этапе прогнозирования действий руководителя подразделения в чрезвычайных ситуациях. Формирование необходимых качеств будет эффективным в том случае, когда учитывается индивидуальный стиль мышления.

В одном психологическом эксперименте испытуемым предложили в течении получаса носить рекламный значок. Как и ожидалось, некоторые испытуемые согласились с этим предложением, другие отказались. На вопрос экспериментатора, который был задан впоследствии, как много других людей согласятся с его просьбой или откажутся от нее, испытуемые ответили следующим образом: согласившиеся испытуемые сказали, что 62% согласятся, а 38% откажутся носить значок; не согласившиеся ответили, что 33% согласятся, а 67% откажутся выполнить просьбу экспериментатора. Несмотря на столь разительные отличия в оценках, каждый конкретный участник опыта полагал, что он-то знает других людей и может предсказать их поведение. В действительности же, конечно, не было никакого настоящего познания личности другого, но состоялось приписывание большинству других людей определенной стратегии поведения, которая испытуемому субъективно казалась типичной и была связана с особенностями его собственного поведения. [4]

В обычной жизни мы очень часто подгоняем человека под созданный нами однажды его эскиз. Когда речь идет о том, что неадекватное восприятие личности другого может привести к различного рода конфликтам, тогда этим во многих случаях можно принебречь. Однако, если аналогичная ситуация может привести к гибели человека, то этот психологический аспект конкретной личности становится наиболее важным фактором выживания в сложных обстоятельствах.

Мы столкнулись с тем, что скорость реагирования конкретной личности на определенную информацию, быстрота действий в сложной ситуации у людей с различной психологической характеристикой будет существенно отличаться. Например, флегматичный человек всегда нам кажется заторможенным, а про другого человека так и хочется сказать, что он «без тормозов».

Как влияют психологические особенности личности на скорость реагирования в определенных обстоятельствах? Происходит ли взаимное влияние нескольких личностей с разными психологическими характеристиками? Можно ли определить эффективность этого взаимодействия? Как учитывать психологическую характеристику личности и всего коллектива при формировании паспорта безопасности определенного объекта?

«Взрослые очень любят цифры, - заметил в «Маленьком принце» Антуан де Сент-Экзюпери. – Когда рассказываешь им, что у тебя появился новый друг, они никогда не спросят о самом главном. Никогда они не скажут: «А какой у него голос? В какие игры он любит играть? Ловит ли он бабочек?» Они спрашивают: «Сколько ему лет? Сколько у него братьев?

Сколько он весит? Сколько зарабатывает его отец?» И после этого они утверждают, что узнали человека»

Скорость покидания горящего здания – это фактор существенно влияющий на выживание людей находившихся в этом здании. Один эмоционально, панически реагирует на сообщение: «Пожар!», другие в этих обстоятельствах сохраняют хладнокровие и стремятся выполнить все по инструкции, по заранее отработанному сценарию, или мгновенно находят оригинальное решение проблемы спасения. Каким будет общее время покидания горящего здания, автомобиля, поезда или иного сооружения?

Позиции руководителей решающих подобные вопросы, конечно, будут зависеть от психологической характеристики руководителя.

С определенной группой необходимо проводить больше тренировок, довести действия подчиненных «до автоматизма», для другой группы людей тренировкидовести действия подчиненных «до автоматизма», для другой группы людей тренировки могут оказаться бесполезными.

На основе типологии личности, предложенной швейцарским психологом К.Г.Юнгом, можно выделить четыре стиля управления. Индивидуальные психологические предпочтения каждого руководителя определяют и его преобладающий стиль управления. Наиболее оптимальным образом к управленческой деятельности подходят психологические типы, у которых преобладает «сенсорика» (около 60% населения в России, в США – 80%, т.е. адекватное восприятие действительности, осознанное восприятие основных, существенных факторов влияющих на происходящие в данный момент процессы, и «логика» (около 29% населения в России, в США – 57%) - объективное восприятие ситуации, явлений, структуры происходящих процессов, их классификация, способы взаимодействия. Количественная оценка людей, обладающих первой и второй характеристикой, составляет: в России - 24%, в США - 53%. [5 -11]

Это те качества, которые позволяют эффективно управлять чем-либо или кем-либо. Это группа людей, которых можно выделить, как ведущие, таких в общей массе около 50%. Если у конкретного человека преобладают другие качества, они, как правило, снижают качество управленческой деятельности (это группа – ведомые). Однако в определенной ситуации или в конкретном коллективе «не эффективные в управлении» качества личности могут давать и определенные преимущества. Например, в педагогическом коллективе, где преобладает эмоциональный стиль мышления, эмоциональное выражение руководителем благодарности конкретному человеку за хорошо выполненную работу может стать дополнительным стимулом для еще более эффективной деятельности этого сотрудника. «Логико-сенсорный» руководитель редко использует эту возможность, потому что его позиция - за хорошо выполненную работу каждый получает заработную плату, он выполнил то, что и должен был сделать.

Гуленко В.В. выделяет четыре стиля управления: сенсорно-рациональный (40% населения США, РФ), сенсорно-иррациональный (40% - США, 20% - РФ), интуитивно-этический (10% - США, 30% - РФ) и интуитивно-логический(10% - США, 10% - РФ). Зная управленческий стиль конкретного руководителя (человека из определяющей группы людей, временно выполняющих управленческие действия) можно прогнозировать эффективность его управленческих действий. Это потенциальные возможности личности или своеобразный индивидуальный естественный фон, который в определенных ситуациях может существенно усиливаться или снижаться.

Наши исследования, опирающиеся на работы К.Г.Юнга, позволяют выделить четыре стиля мышления: интуитивный (от 25% до 40%), логический (18-29%), стратегический (20-60%) и эмоциальный (37-71%). Процентные соотношения могут существенно отличаться от обозначенных средних пределов в ту или иную сторону, если рассматривается определенная профессиональная группа (инженеры, медики, педагоги, ученые) или страна в целом. Первая цифра процентов говорит о преобладающем стиле мышления, а вторая цифра – говорит о наличии достаточно сильной такой функции мышления, однако преобладающим, более сильным будет другой стиль мышления.

Преобладающий стиль мышления руководителя определяет и его управленческий стиль: 1) интуитивный – увлечь; 2) логический – убедить; 3) стратегический – подчинить; 4) эмоциальный – воодушевить.

Индивидуальный стиль мышления формируется на основании этих четырех составляющих, однако, один из стилей мышления остается, ведущим, преобладающим. Такая структура мышления не зависит от пола или национальности и остается стабильной на протяжении всей жизни. Знание индивидуальных психологических особенностей личности, позволяет повысить эффективность процесса обучения, за счет выработки индивидуальной программы освоения учебного материала, за счет повышения эффективности выбора претендентов для определенного вида деятельности в процессе конкурсного отбора. При обучении персонала действиям в случаях эвакуации, например, при пожаре от этого зависит скорость и адекватность реагирования на сигналы оповещения, на организацию начального этапа эвакуации.

С учетом стиля мышления можно рассматривать несколько моделей поведения, реагирования в чрезвычайных ситуациях. Первый вариант, когда преобладающим является интуитивный стиль мышления – ситуация воспринимается в целом и предлагается несколько вариантов действий, без глубокого анализа, аргументированного обоснования, с возможными тактическими ошибками, однако с определенными стратегическими преимуществами. Выбирается правильное направление быстро, без весомой аргументации и обоснования, однако, сложности будут в процессе определения конкретного пути. Вариантов решения проблемы может быть много, трудно выбрать наиболее эффективный, вернее, – аргументировано обосновать найденное решение. Восприятие ситуации происходит в определении возможностей, представлении позитивного развития события.

Одной из важнейших и постоянно решаемых руководителем задач управленческой деятельности выступают задачи предвидения. Важной особенностью планов и решений, разрабатываемых руководителем, является то, что они почти всегда подлежат реализации через определенный интервал времени. За это время происходят события, которые могут повлиять и на сами решения, и на способы их исполнения. Поэтому они

должны быть учтены, а значит, спрогнозированы уже в ходе создания планов, в ходе выработки решений. Данная особенность обусловливает еще одно специфическое качество мышления руководителя с преобладающим интуитивным стилем мышления, – свойство прогностичности мышления: умение учитывать не только актуальную информацию, но и «информацию предвидения». Она является продуктом опережающего отражения будущего состояния управляемой системы. претендентов для определенного вида деятельности в процессе конкурсного отбора. При обучении персонала действиям в случаях эвакуации, например, при пожаре от этого зависит скорость и адекватность реагирования на сигналы оповещения, на организацию начального этапа эвакуации.

С учетом стиля мышления можно рассматривать несколько моделей поведения, реагирования в чрезвычайных ситуациях. Первый вариант, когда преобладающим является интуитивный стиль мышления – ситуация воспринимается в целом и предлагается несколько вариантов действий, без глубокого анализа, аргументированного обоснования, с возможными тактическими ошибками, однако с определенными стратегическими преимуществами. Выбирается правильное направление быстро, без весомой аргументации и обоснования, однако, сложности будут в процессе определения конкретного пути. Вариантов решения проблемы может быть много, трудно выбрать наиболее эффективный, вернее, – аргументировано обосновать найденное решение. Восприятие ситуации происходит в определении возможностей, представлении позитивного развития события.

Одной из важнейших и постоянно решаемых руководителем задач управленческой деятельности выступают задачи предвидения. Важной особенностью планов и решений, разрабатываемых руководителем, является то, что они почти всегда подлежат реализации через определенный интервал времени. За это время происходят события, которые могут повлиять и на сами решения, и на способы их исполнения. Поэтому они должны быть учтены, а значит, спрогнозированы уже в ходе создания планов, в ходе выработки решений. Данная особенность обусловливает еще одно специфическое качество мышления руководителя с преобладающим интуитивным стилем мышления, – свойство прогностичности мышления: умение учитывать не только актуальную информацию, но и «информацию предвидения». Она является продуктом опережающего отражения будущего состояния управляемой системы. яркое, иногда близкое к реальному, правдоподобное обоснование. Свои убеждения такие люди отстаивают с яркостью. Если интеллект такого руководителя не на высоте, он может сильно навредить окружающим. Чувства других людей, эмоциональная сфера, системавзаимоотношений между людьми воспринимается таким руководителем слабо, это не его стихия. Лозунг такого руководителя: «Ты мне друг, но истина дороже». Истина, суть явления, процесса – будут приоритетными в деятельности руководителя с интуитивным стилем мышления. Все, что ускоряет и изменяет жизнь, приветствуется и принимается ими легко. Все, что замедляет, – безжалостно отвергается.

Для исполнителя с интуитивным стилем мышления очень важным является понимание конечного результата, расстановка приоритетности решаемых задач. Например, в чрезвычайной ситуации – пожар в здании больницы, для сотрудника больницы могут быть такие приоритеты решаемых задач или последовательность решения проблем:

- локализация очага пожара,
- ликвидвция очага пожара,
- эвакуация пациентов и персонала больницы,
- сохранность имущества и документации,
- личная безопасность.

Расстановка приоритетов определяет и сценарии или программу поведения человека с интуитивным стилем мышления.

Второй вариант – преобладающий логический стиль мышления. Руководитель с преобладающим логическим стилем мышления будет воспринимать логику и структуру событий, соизмерять со стоящей перед ним целью, аргументировано и обоснованно выдвигать оптимальные варианты реагирования. Очевидно, что будет длительный этап анализа ситуации, логического обоснования выбора варианта решения проблемы и затем продуманные действия, соизмеряемые с тактикой и стратегией поставленных целей.

Логический (теоретический) ум ищет в проблеме ее истинное – единственное решение, а человек, решающий ее, уже изначально имеет установку на то, что это решение должно быть именно единственным (т.е. правильным).В реальных условиях дело обстоит иначе, в отличие от теоретического мышления, задачи, решаемые им, как правило, не имеют «единственно правильного» решения, «правильного ответа». Любая управленческая ситуация имеет множество способов разрешения – в чем-то более, а в чем-то менее удачных. Для этих способов, как правило, оценочные критерии либо отсутствуют, либо они неопределенны. Более того, часто их формулирует сам решающий проблему человек. На практике это ведет к тому, что решение управленческих задач оценивается не параметром «правильно – неправильно», а параметром «более – менее приемлемо». Руководитель часто стремится не к максимально эффективному решению, а к решению приемлемому в конкретных условиях.

Наряду с этим руководитель выступает и в очень специфической по отношению к подчиненным роли «оценщика» правильности их решений. Для этого он должен иметь уже готовые критерии оценки решения проблем, подлежащих оценке. Для практического мышления руководителя специфична и форма ответственности за решение задач и проблем. Если, например, ученый-теоретик несет ответственность лишь за конечный результат решения и на пути этого решения обладает неограниченной свободой выбора и формулировки гипотез, способов и путей решения, то у практика все обстоит иначе. Его «гипотезы» проверяются самой практикой – деятельностью подчиненных, в силу чего их ложность сразу и непосредственно проявляется в ошибочных, иногда необратимых практических последствиях.

Ответственность руководителя – это ответственность не только за результат, но и за сам процесс решения проблем. Иной, по сравнению с теоретической, является и общая направленность мыслительного процесса

при решении практических задач. Это – не «движение от частного к общему, от конкретного к абстрактному», а наоборот – от общего к частному. Для конкретной ситуации требуется «верное попадание» теоретических знаний в практическую проблему. Логичность, аргументированность, обоснованность, конкретность мышления руководителя, следовательно, является еще
одной обязательной и сильной стороной его психологической характеристики. Особое внимание при подготовке руководителя к действиям в чрезвычайных ситуациях необходимо обратить на системность и логическую последовательность тактических и стратегических действий при достижении конкретной цели, при этом его необходимо, прежде всего, убедить, при помощи конкретных обоснованных аргументов и фактов. Отработка действий в определенных ситуациях позволит существенно сократить время реагирования в конкретных условиях, довести действия до автоматизма.

Системность мышления – еще одна важная составляющая логического мышления. Особенности информационной основы деятельности руководителя предъявляют особо жесткие требования к процессу мышления. Оно должно позволять «охватить» всю комплексность и противоречивость информации в целом. Руководитель должен постоянно вносить «порядок в хаос», превращать «неорганизованную сложность» в организованную. Лишь системное – упорядоченное и структурированное видение организации может достойно и действенно противостоять противоречивости и труднообозримости поступающей информации. Это же свойство лежит и в основе учета того, какие эффекты управления возникнут при осуществлении воздействия на какой-либо локальный параметр или участок функционирования организации. Сочетание высокого уровня системного мышления с достаточным развитием его аналитических сторон – одно из важнейших профессиональных требований к руководителю.

Логический стиль управления – это часто только видимость отстраненности, безразличия к происходящему. Руководитель с таким стилем управления, обладатель логического стиля мышления приверженец системности, логичности, последовательности, обоснованности. События интересуют таких людей как строго логический процесс, структурированность событий. Быстрота действия им не свойственна, потому что необходимо время для продумывания, обоснования своих действий. Создается видимость их отстраненности, бездействия в кризисных ситуациях. Однако, когда кризис углубляется, способность такого руководителя справляться с этим явлением возрастает.

Окружающие нередко характеризуют людей с таким стилем мышления и управления как педантичных, догматичных, придирчивых, безэмоциональных (живущих умом, а не сердцем), самоуверенных, создающих впечатление, что перед вами человек с заложенной в него компьютерной программой, где нет места страстям, каждый шаг должен вести к поставленной цели самым оптимальным образом.

Руководитель с логическим стилем управления наиболее эффективно, обоснованно может планировать предстоящую деятельность. Учитывает максимально возможное количество факторов, влияющих на предстоящие события или процесс. Такие люди жестко придерживаются составленного ими плана и отстаивают его возможными способами, обосновывая и аргументируя свою позицию. Их речь лишена эмоциональной окраски, насыщена понятиями и соответствующей их сфере деятельности терминологии. Анализ речи, используемых слов, может использоваться как разновидность или как дополнение к существующим способам диагностики стиля мышления и управления.

Скорость реагирования в чрезвычайной ситуации будет зависеть от четкости поставленных задач, от системности и степени отработанности действий всех участников событий.

Третий вариант – преобладающий стратегический стиль мышления. Как правило, «естественный отбор» лидеров отдает предпочтение руководителю с преобладающим стратегическим стилеммышления. Человек с таким стилем мышления потенциально готов к выполнению предполагаемых (требующихся) функций руководителя, для него является естественным брать на себя ответственность за принятое решение, проявлять требуемые волевые качества, действовать быстро и решительно.

Динамичность – вариативность ситуаций накладывает существенные ограничения на возможности репродуктивного управления; требует постоянной и активной продуктивной мыслительной работы. Кроме того, высокая динамичность, скорость изменения ситуаций придает управленческой деятельности и другую специфическую особенность – режим «хронического» дефицита времени («цейтнота»). Он обусловливает новые требования к стилю мышления руководителя.

Общеизвестно, что волевые качества – это непременный и важнейший атрибут личности руководителя. Само понятие «хороший руководитель» ассоциируется не только с понятием «умный руководитель», но даже чаще с понятием «волевой руководитель». Сочетание именно этих двух качеств (воли и ума) является важнейшим условием эффективности руководства, лежит в основе таких профессионально-важных свойств руководителя, как сила характера, решительность, мужество, упорство, энергичность и т.п. Доказано, что оптимальным вариантом такого сочетания является соразмерность мыслительных и волевых качеств личности. Это отражено в знаменитой «формуле квадрата». Его основанием является воля, высотой ум, а успех деятельности зависит от его площади. Квадрат будет именно квадратом, а его площадь (успешность деятельности) максимальной в том случае, если стороны равны. Если же баланс нарушается и стороны неравны, то квадрат превращается в прямоугольник, площадь которого при заданном периметре всегда будет меньше, чем площадь квадрата при том же периметре. Полное равенство встречается очень редко. В связи с этим возникает традиционный для психологии управления вопрос: что лучше для руководителя хорошее мышление или сильная воля? Как пишет в этой связи Б.М. Теплов, «мне не приходилось встречать случаев, когда этот вопрос решался в пользу ума». Под понятием «ум» подразумевается, прежде всего, логическая составляющая, однако, есть в мышлении волевая, иррациональная составляющая.

Высокая скорость мышления; оперативность «включения» в ситуацию; необходимость нахождения решения в строго отведенных

временных границах; быстрая переключаемость от действий к осмыслению и наоборот. Общим требованием мышления руководителя становится необходимость нахождения решения «здесь и сейчас». Правильное само по себе решение может быть ошибочным в случае его несвоевременности, когда ситуация уже изменилась. Считается поэтому, что у управленческого решения существует не один, а, по крайней мере, два главных критерия его оценки: адекватность (качество) и своевременность. Скоростные качества мышления (его динамичность, оперативность, подвижность, лабильность) зависят от особенностей организации памяти и профессионального опыта. Они тем выше, чем выше мобилизационная готовность оперативной памяти и чем выше структуризация прошлого опыта. Динамичность мышления зависит и от двух дополнительных качеств. Они обозначаются понятиями скорости актуализации информации из памяти (опыта) и готовности системы знаний к использованию.

Решения руководителя должны быть конкретными. В результате логического мышления не только могут, но и должны быть получены общие, принципиальные решения проблем; чем более они носят общий характер, тем они ценнее. Но для стратегического мышления решение – не самоцель, а средство для организации на их основе исполнения. Это средство может быть эффективным лишь в случае его предельной определенности, конкретности, простоты. Дело еще и в том, что чем более конкретным является решение, тем более оно понятно другим. Это очень важно для решений именно руководителя, так как их исполняют обычно другие подчиненные. Чем конкретнее решение, тем меньше возможностей для его искажений, тем больше возможности для четкого контроля за ходом его выполнения. Существует стойкое заблуждение, что отыскание конкретных решений – это более простое, чем поиск решений общих. По нашему мнению, все обстоит наоборот, поскольку именно конкретное решение должно учитывать больше информации, «согласовывать» больше противоречивых факторов. Очень часто не «изощренность» и «блеск» решения руководителя, а его конкретность является залогом успеха. Создавать «простые планы», ведущие, однако, к победе, несравненно труднее, чем придумывать планы хитроумные. Усложнять – просто: упрощать – сложно. Умение составлять простые планы – это следствие не интеллектуальной слабости, а напротив интеллектуальной мощи.

Стратегический стиль мышления и управления – это, прежде всего действие, а не теоретические рассуждения или логико-структурные обоснования. Руководитель такого типа воспринимает настоящее во всей его полноте и не примешивает к нему свой прошлый опыт или проблемы будущих периодов. Для таких людей конкретность предмета самое важное, они не вникают в то, как событие возникло, важно, что оно существует в данный момент, возникшая проблема требует быстрого решения.

Стратегический стиль управления позволяет хорошо справляться с неожиданностями, кризисными ситуациями. Главный их принцип – действие, наиболее эффективное в сложившихся обстоятельствах, с учетом конкретной ситуации. Они не боятся брать ответственность на себя, проявляют лидерские черты, часто берут командование на себя. Это тот человек, который должен быть назначен ответственным (в каждой отдельной аудитории, комнате, в каждой самостоятельной группе сотрудников) за эвакуацию при пожаре. Подчинить, заставить подчиненных или окружающих выполнять необходимые действия, а не рассуждать, когда нужно действовать.

Анализировать и осмысливать ситуацию можно будет после выхода из чрезвычайной, кризисной ситуации и лучше, если этим будет заниматься кто-то другой. Вся их активность направлена, как правило, на решение актуальных общезначимых проблем, достижение общественных целей настоящего времени или ближайшего будущего. Объективность, обоснованность, эмоциональный напор, убежденность, целеустремленность позволяют им выходить из сложных ситуаций часто без потерь. Недостаточная продуманность, суетливость, логическая необоснованность действий являются иногда причинами создания неурядиц и проблем по их вине. Однако, многократная тренировка действий в чрезвычайной ситуации с отработкой всех вариантов развития событий – это путь сокращения времени действия в чрезвычайных ситуациях для человека с преобладающим стратегическим стилем мышления.

Четвертый вариант – преобладающий эмоциональный стиль мышления, это следующая категория специфических особенностей оптимального мышления руководителя определяется своеобразием содержания и условий управленческой деятельности. По содержанию управление требует мысленного оперирования не только с информацией о производственно-технологических процессах, но и с информацией о людях – о «социальных объектах». «Человеческий фактор» - это понятие все чаще выступает одним из элементов взаимодействия «технические системы – человек». «Социальные объекты» более сложны, противоречивы, непредсказуемы и многомерны. Сложность восприятия другого человека, понимания мотивов его поведения в различных ситуациях, заключается в том, что реальность существенно отличается от имеющихся в каждом из нас стереотипов. «Все люди разные» - трудно найти человека не согласного с этим утверждением, однако, поведение других людей мы стремимся соизмерять, прежде всего, со своим личным поведением.

Руководитель должен принимать в расчет «чисто человеческие» свойства членов его команды: наличие у них собственного мнения; их неполную подчиняемость; наличие у них рефлексии и следовательно, их возможность «играть по определенным правилам»; предвидеть действия руководителя и заблаговременно влиять на его поведение; наличие у них «личностных барьеров»: существования тенденции сопротивляться манипулированию со стороны руководителя и многое другое. Часто поэтому руководитель, особенно демократического и попустительского стиля, выбирает не то решение, которое ему подсказывает личное мнение, а то, которое встретит меньшее противодействие в группе, будет ею легче «принято».

Эмоциональный стиль мышления и управления – это система взаимоотношений между людьми, чувства, эмоции, интриги. По данным О.Крегера среди руководителей высшего звена всего 5% руководителей с преобладающим эмоциональным стилем мышления. Вероятно, это не крайние проявления эмоциональности. Это люди в меньшей степени

ведущие, больше ведомые другими значимыми людьми, обстоятельствами, своими чувствами. Ориентируются прежде всего на прошлое и в новой обстановке чувствуют себя не совсем уверенно. Стараются избежать действий и решений, которые могут порвать связь с прошлым. Им характерна шаблонность, стереотипность, консервативность мышления и действия, приверженность традициям и устоям.

Они оценивают события главным образом по результатам – для них только те события значимы, которые оставляют яркий след в памяти. Руководитель с эмоциональным стилем мышления с трудом меняет свое мнение о человеке. Для них первостепенное значение имеет психологический климат в коллективе, система взаимоотношений между людьми, а не логическое обоснование эффективной деятельности в будущем. Перспективное планирование это не их конек. Чувства, эмоции, слухи, страсти, интриги – это их стихия. Интриги – создают и разрушают империи, это мощное оружие в их руках. Умение понять другого человека, позволяет им использовать, манипулировать, настраивать каждого сотрудника на эффективную деятельность в благоприятной психологической атмосфере.

Наиболее подвержены влиянию психологического климата в команде, паническим настроениям в случае непредсказуемого развития событий. Руководитель спреобладающим эмоциональным стилем мышления требует максимального внимания к себе в процессе подготовки его к действиям в чрезвычайных ситуациях. Им свойственно самопожертвование. Их реакция, их поведение в чрезвычайной ситуации требует особого внимания, психологических тонкостей во взаимодействиях с другими. Они могут быть причиной задержки начала эвакуации, и в процессе самой эвакуации. Хорошо работает целостное восприятие обстановки, однако упускаются детали.

Эффективные действия людей с преобладающим эмоциональным стилем мышления возможны, если инициатива в руках человека вызывающего доверие, прежде всего, сильного, уверенного, знающего, смело берущего ответственность на себя, который может повести за собой. Такая сильная личность может оградить от панических настроений. Хороший ведущий и отработка всех вариантов событий в чрезвычайной ситуации позволяют сократить время эвакуации.

Психологическое тестирование, проводимое многими исследователями, показывает существенную зависимость между индивидуальной психологической характеристикой и требованиями определенного вида деятельности. При оптимальном соответствии наблюдается и эффективная, результативная деятельность. Выполняемые функции даются легко, без потери трудоспособности, т.е. при высоких показателях в работе человек доволен своей работой и готов к «дальнейшей плодотворной деятельности». Например, среди учителей, по результатам наших исследований, преобладает эмоциональный стиль мышления – около 80%, и требования профессии соответствуют этому. Поэтому при подготовке учителя к действиям в чрезвычайных ситуациях необходимо учитывать эмоциональную составляющую его мышления.

Существенно отличается психологическая характеристика студента технического вуза и, например, медицинского или педагогического.

В техническом вузе наблюдается явное преобладание интуитивно-логического мышления, а в медицинском и педагогическом вузах преобладает эмоциональноый стиль мышления. Поэтому необходимо это учитывать в процессе организации обучения для повышения эффективности восприятия учебного материала, и, конечно, в случаях чрезвычайных ситуаций.

Необходимое, востребованное практическое мышление характеризуется совершенно иной позицией отношения человека к возникающим проблемам. Для теоретического (интуитивного, логического) мышления позиция субъекта является познавательной, направленной только на поиск и нахождение ответа. Для практического (стратегического и эмоционального, они наиболее соответствуют нашему представлению о практическом мышлении) мышления эта позиция является исходно преобразующей, действенной. Она требует реализации полученного решения как средства организации действий по изменению ситуации. Поэтому мышление направлено не на «безупречно правильное» решение, а на решение, реально способное изменить ситуацию в нужном направлении. Отличен от теоретического и сам характер работы практического мышления с информацией о проблеме. В первом случае мыслительный процесс концентрируется вокруг наиболее общих, главных, существенных ее черт. Во втором случае сами различия между «существенным» и «несущественным» во многом утрачивают смысл. В практике управления хорошо известна та огромная важность, которую имеют именно детали, частности. Они нередко подсказывают путь решения всей проблемы. И наоборот, упущение какой-либо «детали» на практике может иметь серьезные или даже необратимые последствия. Руководителю необходимо специфическое сочетание способности видеть и оценивать ситуацию и в целом, и во всех ее деталях. Все это должно учитываться при подготовке к реагированию в сложных жизненных ситуациях.

Когда для решения какой-либо задачи человек обращается к мышлению, то обычно это происходит таким образом: субъект до завершения мыслительного процесса находится в бездействии, поскольку еще не знает, как ему предпочтительнее действовать. Он приступает к действию только после завершения мыслительного процесса. Действие представляет собой проявление результата завершенного мышления, а не сам процесс мышления. Мышление руководителя – это, прежде всего, практическое мышление. В этом проявляется общая закономерность психологии управленческой деятельности. Задачи для практического мышления ставит не теория, не существующие в ней известные, но нерешенные проблемы (как для теоретического мышления), а сама практическая деятельность. Отсюда следует одна из наиболее своеобразных особенностей практического мышления. Прежде чем решать задачу, руководитель должен вначале ее сам сформулировать «увидеть», а затем вычленить как проблему из деятельности. Следовательно, особенностью практического мышления является необходимость решения не только «уже готовых» сформулированных задач и проблем, но и умение их вычленять, правильно ставить, формулировать. Это требует важного мыслительного качества умения видеть проблему: различать в череде дел и «текучке»

задачи, требующие разрешения. Для руководителя эта черта практического мышления важна еще и потому, что одной из главных его обязанностей является постановка задач для подчиненных. Как правило, чтобы решить какую-либо задачу, такой руководитель должен начать действовать. Это примерно также, как и в случае: «чтобы начать думать, необходимо начать говорить».

Таким образом, учитывая особенности стиля мышления руководителя можно утверждать, что в чрезвычайной ситуации наиболее оптимальные решения будет принимать руководитель с преобладающим стратегическим стилем мышления, на этапе подготовки к чрезвычайным ситуациям будут полезны руководители с интуитивным и логическим стилем мышления, а на этапе ликвидации последствий чрезвычайной ситуации – с эмоциональным стилем мышления.

В процессе обучения ориентация идет на виртуально существующего среднего учащегося, индивидуальные траектории обучения пока лишь декларируются, реализация их в практическом обучении пока лишь намечается. Структура базовых образовательных стандартов не предусматривает формирование навыков выявления проблем, проблемных ситуаций, противоречий. Основные задачи обучения: формирование умения решать практические задачи, уже выявленные проблемы, с помощью разработанных ранее алгоритмов. «Учиться на прошлом опыте». В реальной ситуации приходится самостоятельно выявлять проблемы и находить пути их решения. В этом скрыт существенный недостаток действующей системы обучения – обучение решению ранее стоявших задач известными приемами. В реальности редко бывают чрезвычайные ситуации абсолютно идентичные тем, что происходили ранее. Обязательно есть какие-то отличия, требующие определенной коррекции в принятии оптимального решения возникающих проблем. Стереотипность реагирования часто бывает причиной принятия неэффективных решений во многих сложных ситуациях.

Для обеспечения безопасности в чрезвычайных ситуациях, для своевременной эвакуации мало одного лишь понимания различий между людьми в их восприятии информации и скорости реагирования на неё, нужны конкретные цифры, которые можно учитывать в предварительных расчетах.

Таблица 1

Зависимость времени начала эвакуации от стиля мышления

№ п/п	Преобладающий стиль мышления	Время реагирования в стрессовой ситуации	Время реагирования в отработанной, знакомой ситуации	Факторы способствующие сокращению времени начала эвакуации	Движущий мотив
1.	Интуитивный	1,5	1,5	Понимание возможностей спасения	Надежда,
2.	Логический	2	1	Понимание путей спасения	расчет
3.	Стратегический	1,5	1	Уверенность в возможностях и путях спасения	уверенность, ведущий
4.	Эмоциональный	2	1	Понимание необходимости спасения (себя и других)	внутреннее желание, ведомый

Учесть желание спастись, конечно, сложно, трудно выразить чувства цифрами. Однако, моделирование эксперимента, наблюдение и опрос могут дать определенный статистический материал, позволяющий ввести поправочные коэффициенты. Если тестирование не проводилось, то необходимо брать максимальное значение коэффициента.

Для определения стиля мышления персонала, работающего в конкретном здании, потребуется целый штат психологов или специальная программа. Это в современных условиях сложно реализовать. Поэтому возможен вариант определения стиля мышления в зависимости от характера деятельности. Как правило, человек выбирает тот вид деятельности, к которому он «внутренне готов», т.е. наблюдается соответствие между стилем мышления и видом деятельности. Например, социальные

работники – преобладающий стиль мышления, востребованный в этом виде деятельности, - эмоциональный, и результаты тестирования показывают соответствие стиля мышления сотрудников у 80% опрошенных (1286 прошли индивидуальное тестирование).

На различных этапах решения проблем безопасности необходимо использовать сильные стороны преобладающего стиля мышления. Один человек с определенным стилем мышления не может решить всех проблем. На исследовательском этапе будут эффективно выявлять проблемы, искать направления их решения специалисты с преобладающим интуитивным (интуитивно-эмоциональным, интуитивно-логическим) стилем мышления. На этапе системного понимания, логического обоснования, структурного решения проблем – логический (интуитивно-логический, логико-стратегический) стиль мышления специалистов. На этапе организации самого процесса реализации решений, определении оптимальных управленческих решений – стратегический стиль мышления. На этапе понимания мотивов поведения конкретного человека в той или иной ситуации – нужны специалисты с преобладающим эмоциональным стилем мышления.

Стереотипное общественное мнение вполне справедливо соотносит здравомыслие с логическим мышлением. Однако, оказывается, что в определенных ситуациях, при решении некоторого класса задач наше незыблемое, монументальное логическое мышление дает сбой (неразрешимая задача про двух связанных осликов тянущихся к сену в разных направлениях). Это происходит вероятно потому, что есть еще здравомыслие интуитивное, дающее нам массу догадок, научных гипотез, часто опережающих время.

Есть здравомыслие стратегическое, позволяющее с учетом всех сложившихся обстоятельств, отбросить лишние сомнения и принять определенное решение и действовать, когда нужно оперативно выходить из сложной ситуации, а не мечтать и логически обосновывать самый оптимальный вариант, тем более, если существует
несколько равнозначных. Здравомыслие эмоциональное позволяет нам не просто существовать, а чувствовать и понимать чувства других людей.

Если мы будем оценивать время эвакуации из здания сотрудников учреждения в случае ЧС, то необходимо учесть многие существенные факторы, влияющие на этот показатель. Одним из таких факторов является человеческий фактор, индивидуальные психологические особенности личности, т.е степень адекватности восприятия информации, принятие обоснованных решений и совершение оптимальных действий. Можно оценить степень здравомыслия и адекватности реагирования коэффициентом адекватности – α. Он оказывается выше, если информация воспринимается с искажениями и реагирование является не оптимальным.

Так, например, группа солдат, курсантов, у которых часто проходят учения по аварийному покиданию здания в случае военной тревоги (аналог ЧС), α можно принять равным 1, группа психически больных, которые плохо воспринимают информацию и неадекватно реагируют, α можно принять равным 10. Мы предлагаем выбрать этот коэффициент по таблице 2.

Таблица 2

Значение коэффициента влияния на время эвакуации от состава группы

№ п\п	Характеристика группы	Значение коэф. α
1.	военнослужащие на боевом дежурстве	1
2.	военнослужащие на занятиях, работники предприятий с опасными условиями труда	2
3.	военнослужащие на отдыхе	3
4	работники крупных и средних предприятий	4
5	работники мелких и частных предприятий, студенты и преподаватели образовательных учреждений	5
6	персонал и проживающие в гостиницах, учащиеся старших классов	6
7	учащиеся 5-8 классов	7
8	персонал и пациенты больниц, учащиеся начальной школы	8
9	престарелые и малоподвижные больные, средние и старшие группы детских садов	9
10	больные не способные передвигаться самостоятельно, младшие группы детских садов	10

Характеристика группы должна быть расширена и включать все категории населения, необходимо учитывать и специфику отдельной группы. Выбор коэффициента должен быть обоснован. Например, коэффициент курсантов кадетской школы может быть меньше чем у учащихся 5-8 классов, хотя возраст детей один, однако, в первом случае более высокая дисциплина и тренированность.

Список литературы:

1.Холщевников В.В. Проблема беспрепятственной эвакуации людей из зданий, пути ее решения и оценки. Ж. «Алгоритм безопасности» № 4 2006

2.Samochine D.A. Toward an understanding of the concept of occupancy in relation to staff behaviour in fire emergency evacuation of retail stores. PhD

3.Shields T.J. (Ed) Proceedings of the Third International Symposium on Human Behaviour in Fire. Belfast, UK, 2004.

4.Реан А.А. Психология и психодиагностика личности. Теория, методы исследования, практикум / Артур Реан. – СПб.: Прайм-ЕВРОЗНАК, 2006. – 255 с.

5.Гершунский Б.С. Образовательно-педагогическая прогностика. Теория, методо-логия, практика: Учебное пособие / Б.С. Гершунский — М.: Флинта: Наука, 2003. — 768 с.

6.Гуленко В.В. Менеджмент слаженной команды. Новосибирск: РИПЕЛ, 1995. – 192 с.

7.Карманчиков А.И. Педагогическое прогнозирование творческой активности личности. Ижевск. – Изд. ИПК и ПРО УР, 2005. - 56 с.

8.Крегер О., Тьюсон Дж.М. Типы людей и бизнес: Как 16 типов личности определяют ваши успехи на работе: Пер. с англ. – М.: Персей, Вече, АСТ, 1995. – 560 с.

9.Карпов А.В., «Основные свойства практического мышления в деятельности руководителя»

10.Собчик Л.Н. Диагностика индивидуально-типологических свойств и межличностных отношений. Практическое руководство. - СПб: изд. «Речь», 2002. – 96 с.11.сайт http://www.elitarium.ru/

Часть III.

Мониторинг и технические системы обеспечения безопасности

РУЧНЫЕ ПНЕВМАТИЧЕСКИЕ МАШИНЫ УДАРНОГО ДЕЙСТВИЯ.ПРОБЛЕМЫ, СВЯЗАННЫЕ С ЕГО ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ И НОВЫЕ РАЗРАБОТКИ

Севастьянов Б.В,
Дресвянский Е.Л, Трефилов Д.А

Аннотация

Работа по данной теме вызвана необходимостью применения виброзащищенного инструмента типа трамбовок для уплотнения формовочных смесей. В настоящее время, при уплотнении применяются: трамбующие машины и различное виброуплотняющие оборудование, но при малых объемах работ, в труднодоступных, местах имеется необходимость применения ручного пневматического инструмента ударного типа.

Разработанный фирмой "Конт-Пневмо", ударный виброзащищенный пневматический инструмент ТК (трамбовка Касаткина) имеет уровень шума и локальной вибрации на пределе допустимого, согласно СанПиН 2.2.2.540-96.

В ходе экспериментальных работ, дополнительно предложены технические решения для снижения уровней вибраций и шума, а также улучшения, расширения эксплуатационных характеристик «пневмоинструмента».

Техническое обоснование внедрения в литейное производство пневмовиброзащищенного инструментатипатрамбовок

Актуальность

В последнее время происходит активизация рынка ручных машин. Это заставляет обратить серьезное внимание на вопросы безопасности жизнедеятельности при их эксплуатации. В качестве понятия ручной машины возьмем за основу определение термина, установленного ГОСТ 16436-70 «Машины ручные пневматические и частично воспринимается руками оператора в процессе работы. Так сегодня ни одно крупное машиностроительное предприятие не обходится без литейного производства. Важным звеном технологической цепи является подготовка материалов для изготовления литейной формы. При этом применяются ручные пневматические машины ударного действия – «трамбовки». Применение пневматических трамбовок при уплотнении формовочной смеси значительно облегчает труд формовщика и увеличивает производительность труда, в среднем, в шесть раз по сравнению с формовкой вручную. Однако, их применение сопровождается рядом вредных и опасных производственных факторов, одним из которых является локальная вибрация. Длительное систематическое воздействие высоких уровней вибрации приводит к развитию «вибрационной

болезни», которая включена в список профессиональных заболеваний. Вибрационная патология стоит на втором месте после пылевых. Для заболевания характерны боли в руках, головные боли, нарушение сна, недомогания, повышенная раздражительность, а также нарушаются вибрационная, болевая, температурная и тактильная виды чувствительности. В результате обследования металлургических и литейных производств города Ижевска было выявлено, что на предприятиях сегодня используются трамбовки, характеризующиеся малым сроком работы без технического обслуживания и ремонта, сложностью изготовления, большим количеством деталей и большой массой, а также имеют ограничения по внутрисменному использованию ручных машин в связи с повышенным уровнем воздействия вибрации на организм рабочего.

Решение проблемы

Руководством фирмы ООО «Конт-Пневмо» для устранения выше перечисленных проблем был проведен патентный поиск с целью выявления технических решений, позволяющих снизить уровень действия вибрации на рабочего, расширить технологические возможности трамбовки. В ходе поиска были рассмотрены патенты №2002603 «Пневматическая машина Касаткина ударного действия» (А. В. Касаткин), №2009874 «Пневматическая машина ударного действия» (А. В. и В. А. Касаткины), №2009875 «Пневматическая машина ударного действия» (А. В. Касаткин), авторское свидетельство № 1260185 «Пневматическая машина ударного действия» (А. В. Касаткин) и свидетельство на полезную модель № 21164 «Пневматическая машина ударного действия» (Е. Л. Дресвянский). Анализируя различные конструктивные схемы пневматических машин, особое внимание было уделено наиболее перспективной конструкции трамбовки, защищенной свидетельством на полезную модель № 21164. На основе данного патента ООО «Конт-Пневмо» была разработана конструкция трамбовки с уровнем вибрации, отвечающим требованиям СанПиН 2.2.2.540-96 «Гигиенические требования к ручному инструменту и организации работ» [2]. Новая трамбовка удовлетворяет следующим основным требованиям, которые предъявляются ко всем ручным машинам и имеет ряд преимуществ по сравнению с другими машинами, а именно:

1)имеет меньший вес, по сравнению с аналогами;

2)удобна в эксплуатации, компактна и имеет простую конструкцию;

3)отсутствуют сальниковые устройства;

4) возможна регулировка по эргономическим параметрам длины в зависимости от технологии и физических данных оператора за счет подбора длины рукоятки;

5) обеспечивает безопасность работы.

Отличительными особенностями конструкции является:

- эффективная система виброизоляции, состоящая из пружины и резинового кольца, установленная в рукоятке трамбовки;
- система противовеса на шток-муфте.

Это позволяет эффективно гасить вибрацию, как низких, так и высоких частот, и снизить уровни вибрации до допустимых.

Таблица № 1.

Техническая характеристика трамбовки

Энергия удара, Дж	24-30
Полная масса, кг	9.5
Полная длина без рабочего наконечника, мм	900-1800
Давление воздуха, МПа	5-6
Расход воздуха, м3/мин	1.0-1.2
Диаметр ударника, мм	70
Число ударов в минуту	650-700
Уровень вибрации, дБ	Не болеее 112

Конструкторское решение

Принципиальная схема пневматической трамбовки ударного действия показана на рис. 1.

В качестве рабочего тела в них используется сжатый воздух, подаваемый из сети 5. Рабочим элементом пневматической трамбовки, осуществляющим процесс трамбования, является массивный ударник 1, приводимый в движение сжатым воздухом. Обязательным элементом трамбовки является воздухораспределительное устройство, осуществляющее рабочий и холостой ход ударника. На схеме оно включает шток 2, поршень 3, кольцевой зазор между поршнем и штоком, каналы в штоке, сбросовые отверстия 4. Переключение ходов ударника осуществляется при примыкании поршня к поверхности А или Б штока вследствие изменения давления в полостях I и II ударника.

Необходимость оперативного создания трамбовочного инструмента для формования смеси в опоках различных длин и объемов определяет необходимость разработки и использования математической модели работы пневматической трамбовки. Такая модель была разработана в термодинамической постановке с учетом специфики функционирования инструмента. Она позволяет выявлять характер изменения давления в рабочих полостях трамбовки, закономерности изменения скорости и перемещения рабочих элементов в функции времени, а конечном счете выходные
трамбовки в зависимости от ее конструктивных элементов еще на стадии проектирования.

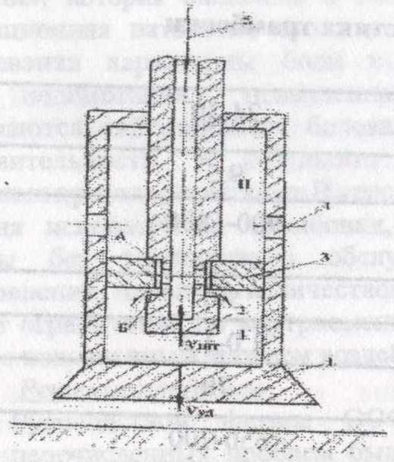


Рис. 1 Принципиальная схема пневматической трамбовки:
1 -ударник;
2- шток;
3- поршень;
4- сбросовые отверстия;
5 - сеть

Результаты испытаний

В лаборатории кафедры «БЖД» были проведены испытания новой трамбовки на соответствие уровня вибрации требованиям СанПиН 2.2.2.540-96 [2]. Результаты испытаний представлены в таблице № 2.

Таблица №2.

Результаты замеров вибрационных параметров

Среднегеометрические частоты октавных полос, Гц	Логарифмические уровни виброскорости, дБ				
	1	2	3	4	5
8	98	104	102	103	102
16	100	108	104	110	104
31,5	99	103	98	98	100
63	96	97	100	97	90
125	88	92	94	94	90
250	90	91	94	88	88
500	88	84	86	84	88
1000	70	70	74	72	72

Далее был произведен расчет корректированных значений, представленных в таблице №3.

Таблица №3

№ опыта	1	2	3	4	5
Корректированное значение, дБ	104	110	107	111	106

По результатам испытаний видно, что логарифмические уровни виброскорости лежат в диапазоне 104 – 111 дБ, не превышающем установленных предельно допустимых уровней.

Использование патентоспособного конструкторского решения при создании трамбовки позволяет эффективно гасить вибрацию как низких, так и высоких частот, и снизить уровень ее действия на рабочего до допустимых уровней.

В ходе эксперимента работ, дополнительно предложены технические решения для снижения уровней вибраций и шума, а также улучшения, расширения эксплуатационных характеристик «пневмоинструмента». Это такие элементы как:

- изоляция рукоятки виброгасящими материалами;
- сверление дополнительных отверстий на кожухе ударника для снижения шума;
-самоочищающаяся гайка цилиндра, позволяющая производить чистку

цилиндра муфты от песчаной смеси в процессе работы;

- кожух, (отбойник) воздуха при сбрашивания его в процессе работы от тела оператора (ТКНр);
- разработчики конструкций уплотнителя строительно-дорожного инструмента при производстве строительно-дорожных работ (уплотнения щебеночной, асфальтовой, грунтовой смеси).

Дополнительно, разработанное решение позволяет расширить технологические возможности пневматических машин ударного действия.

Кафедрой «Безопасность жизнедеятельности» налажено мелкосерийное производство пневмоинструмента ударного действия.

Список литературы

1.ГОСТ 16436-70 Машины ручные пневматические и электрические. Термины и определения.

2.СанПиН 2.2.2.540-96 Гигиенические требования к ручному инструменту и организации работ.

3.СН 2.2.4/2.1.8.566-96 Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий.

4.ГОСТ 16519-78 Машины ручные. Методы измерения вибрационных параметров.

5.Ивович В.А., Онищенко В.Я. Защита от вибрации в машиностроении. – М.: Машиностроение. 1990. – 271с.

6.Гуляев Б.Б. Формовочные процессы. – Л.: Машиностроение, 1987. – 240с.

7.Суворов Г.А., Бутковская З.М., Хунданов Л.Л. Производственная вибрация (гигиенические аспекты). – М., 1996. – 72с.

8.Безопасность жизнедеятельности: Учебник для вузов/ С.В. Белов, А.В. Ильницкая, А.Ф. Козьяков и др.; Под общ. ред. С.В. Белова. 4-е изд., испр. и доп. – М.: Высш. шк., 2004. – 606 с.: ил.

9.Ожогин А.П. Безопасность труда. Курс лекций. ч.I. Иркутск: 2000. - 179с

МЕТОДЫ И СРЕДСТВА УЛУЧШЕНИЯ ВИБРОАКУСТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ МАШИН И АГРЕГАТОВ

Ю.В. Иванов

Кузнечно-штамповочное производство традиционно считается травмоопасным. Многочисленный парк существующих кузнечно-прессовых машин является источником генерации ряда неблагоприятных факторов в кузнечных цехах, среди которых наиболее актуальны шум и вибрация, особенно негативно влияющие на персонал. Уровень вышеуказанных факторов значительно превышает установленные санитарные нормы.

Проведенные исследования показали, что наибольшие вибрации создаются штамповочными и ковочными молотами, представляя собой неустановившиеся импульсные процессы с максимальными значениями виброперемещений фундамента, достигающих 1,5мм, а виброскорости 100 мм/с. Уровень вибраций по виброперемещениям превышает нормируемые значения на рабочем месте кузнеца в 5-15 раз и более. Спектральные составляющие возбуждаемых вибраций размещены в интервале частот 8-50Гц.

Исследованием шумовых режимов в помещениях цехов установлено, что источники шума весьма разнообразны и величина уровня звукового давления генерируемых шумов на 30-40 дБ превышает санитарные нормы. Среди механических шумов наиболее актуален шум, создаваемый при завершающих ударах молотов, достигающий значений 125-130 дБА. В составе источников аэродинамического шума наиболее выделяется шум при выпуске сжатого воздуха из пневмораспределителя системы управления прессами. Штатные глушители аэродинамического шума, представляющие собой металлокерамические, пористые элементы, используемые в пневмомеханизмах, эффективно работают несколько месяцев. Далее поры акустических элементов закупориваются маслом сжатого воздуха, пылью, окалиной и, при возникающем, повышенном противодавлении, разрушаются, генерируя импульсный шум с уровнем звука 120-126 дБА. Проблема прочности акустического элемента осложняется необходимостью иметь минимальное гидравлическое сопротивление тракта глушителя, т.к. при увеличении последнего возникает аварийный режим работы кузнечно-прессовой машины, а именно сдваивание ходов, что вызывает травмирование обслуживающего персонала. Кроме того, шумовую картину дополняют источники шума от сдувки окалины и смазки штампов, генерируя акустическое воздействие с уровнем звука 96-108 дБА.

Комбинированное действие вышеуказанных, неблагоприятных факторов в сочетании с существующими условиями производственного микроклимата приводят к снижению работоспособности, повышению вероятности возникновения травмоопасных ситуаций и, как следствие, развитию профзаболеваний персонала.

Защиту персонала кузнечных цехов от указанных неблагоприятных факторов следует осуществлять комплексно с учетом организационно-технических, производственно-технологических и медицинских мероприятий. В настоящее время, для снижения вибраций ковочных и штамповочных молотов используются методы активной виброизоляции, при которых ослабление вибраций осуществляется снижением уровня колебаний источника возмущения при установке фундамента молота (инерционный блок) на упругое основание (1). Однако эти установки дорогостоящие по исполнению и затруднительные по эксплуатации. Наиболее перспективны методы активной виброизоляции молотов, в которых ослабление вибраций осуществляется при установке молота на упругое основание (2). Для этого используются различные амортизаторы: винтовые и гофрированные пружины, резиновые элементы различной формы и рессоры, а также специализированные пружинно-гидравлические амортизаторы.

Наиболее распространены устройства виброизоляции молотов с использованием рессор. Существующие конструкции имеют недостаточный ресурс долговечности амортизаторов из-за их перегрузки, вследствие ограниченных технических возможностей по размещению необходимого количества упругих элементов под шаботами, особенно в случае тяжелых штамповочных молотов. Кроме того, для ковочных молотов, вследствие технической разобщенности шабота молота отдельно от станины существуют определенные трудности в обеспечении необходимой величины виброизоляции шабота без уменьшения КПД удара молота и возможности выполнения требуемых технологических операций.

Для нормализации параметров существующих технологических вибраций, необходимо выбрать такую величину жесткости амортизаторов, которая позволит учитывать резервы и возможности человеческого организма, его адаптацию к определенному уровню негативного влияния производственной среды, а также возможности основного технологического оборудования по необходимой частотной настройке для обеспечения безопасных условий труда. Стремление обеспечить вибрационную обстановку вокруг молота в интервале неощутимых вибраций для персонала приводит к использованию парциальных частот виброизолирующей установки кузнечного молота менее 3 Гц и недостаточного количества рессор, что вызывает их перегрузку и преждевременное разрушение. Малый ресурс функционирования перегруженных рессор в сочетании с их высокой стоимостью вызывают справедливые нарекания производственников.

Для эффективной эксплуатации виброизолирующей установки, необходимо обеспечить приемлемый уровень вибраций, безопасный для человека и обеспечивающий нагрузки для амортизаторов в пределах допускаемых, что значительно увеличивает их ресурс, которые возможны в интервале частотной настройки системы 3-5 Гц. Указанные параметры успешно реализованы в конструкциях виброизолирующих установок кузнечных молотов с массой падающих частей до 5 т. В более крупных кузнечных молотах, указанные параметры возможно получить при использовании комбинированных, рессорно-пневматических амортизаторов.

Разработаны и прошли апробацию в течение длительного срока эксплуатации, составляющего более 15 лет, конструкции виброизолирующих установок всей гаммы ковочных и штамповочных молотов (рис.1). В конструкциях виброизолирующих установок, в качестве амортизаторов, используются железнодорожные, многолистовые рессоры различных модификаций, которые в случае отсутствия перегрузки, зарекомендовали себя с наилучшей стороны по простоте и надежности.

Для тяжелых штамповочных молотов, имеющих составные шаботы большой грузоподъемности, используются комбинированные рессорно-пневматические амортизаторы, что обеспечивает регулировку парциальных частот, разгрузку рессор и эффективную и длительную их эксплуатацию. Ковочные молоты имеют разомкнутую станину, в которой шабот молота не связан со стойками станины. При виброизоляции отдельно шабота с низкой частотой, при нанесении технологических ударов, происходит снижение КПД удара и сброс поковки со штампа из-за раскачки. Для устранения данных негативных явлений, в конструкциях виброизолирующих установок ковочных молотов используется опорная сварная рама, которая опирается на амортизаторы и создает жесткую связь между шаботом и стойками станины, как в случае штамповочных молотов. Виброизолирующие установки пневматических, ковочных молотов также используют опорную сварную раму. Дополнительная установка груза – уравновешивателя, с учетом С-образной станины молота, смещает центр масс к оси приложения нагрузки виброизолирующей установки, что устраняет раскачку раскачку конструкции.

Конструктивные параметры виброизолирующих установок следующие: статическая осадка молота до 40 мм; динамическое смещение машины после удара 10-15 мм; время до затухания колебаний 0,3 с; парциальная частота колебаний конструкции 3-4 Гц; виброперемещение фундамента 0,15 мм; виброскорость фундамента 5 мм/с. Замеры уровня действующих вибраций подтверждают эффективность виброизоляции молотов: парциальная частота колебаний виброизолирующей установки снижается в 4-7 раз, амплитуда колебаний фундамента молота – до 10 раз, виброскорость – до 20 раз.

Исследования в области снижения шума в кузнечных цехах (3) нашли свое отражение в разработке гаммы конструкций глушителей аэродинамического шума (рис.2). Сочетание акустического и газодинамического расчета, при использовании теории газовых струй, позволило создать конструкцию реактивного глушителя, обладающего повышенной долговечностью и существенным снижением шума, что наиболее удачно отвечает требованиям современных условий эксплуатации кузнечно-прессовых цехов. Характер работы данных глушителей связан с трансформацией газового потока, изменением параметров турбулентной струи, уменьшением скорости истечения энергоносителя и аэродинамического шума. При этом, турбулентная струя источника шума, в камерах глушителя, обеспечивает создание встречных потоков, рассеивается на мелкие струйки, скорость истечения которых на выходе существенно уменьшается. Указанные мероприятия позволяют уменьшить шум на 20-25 дБ. По сравнению со штатными глушителями отечественного и зарубежного производства, разработанные глушители обладают повышенной долговечностью и улучшают акустическую обстановку вокруг пресса, особенно в наиболее актуальном для человека диапазоне частот. Опыт эксплуатации показывает, что данные конструкции глушителей шума, охватывающие всю гамму конструкций пневмораспределителей, работают без обслуживания более 10 лет с первоначальной эффективностью, изготавливаются серийно и рекомендуются к внедрению в кузнечных цехах.

Следуя технологической необходимости использования пневмомеханизмов в импульсных системах сдувки деталей, окалины и смазки штампов в кузнечных цехах, указанное реализуется применением различных пневматических сопел, через которые происходит истечение газовых струй сжатого воздуха в атмосферу, генерируя шум повышенного уровня. При анализе источников аэродинамического шума кузнечно-прессовых машин, следует использовать кроме технической акустики, теорию газовой динамики, которая позволяет более точно определить структуру и поведение струи газа в акустическом тракте глушителя.

Указанный подход реализован при разработке гаммы пневматических сопел для пневмомеханизмов кузнечно-прессовых машин. Разработана гамма конструкций пневматических сопел с условным проходом от 8 до 16 мм, в которых учитываются основные положения теории газовых струй. Общая схема устройства представляется в следующем виде (рис.3). Пневматическое сопло выполнено в виде небольшой камеры расширения с соотношением диаметров равное 2. Выходное сопло выполняется много струйным, содержит 16 отверстий, размещенных концетрично на диаметре равном 1,5 от диаметра входа и не взаимодействующими друг с другом. Протяженность выпускных каналов составляет не менее 5 калибров выпускных струек. Использование многоструйного пневматического сопла позволяет трансформировать газовую струю, разделить ее на составляющие и при этом уменьшить турбулентность при истечении и, соответственно, шум. Уровень звука указанных конструкций при рабочем давлении 0,2 МПа составляет 75 дБА, а при давлении 0,5 МПа – 82 дБА. Разработанные конструкции рекомендуется использовать в кузнечно-прессовых цехах для различных пневмомеханизмов, обеспечивая улучшение условий труда на рабочих местах.

Таким образом, разработанные мероприятия по снижению шумов и вибраций в кузнечных цехах позволяют улучшить виброакустические параметры металлургических машин и агрегатов, повысить безопасность труда в кузнечном производстве, комфортабельность рабочих мест и создать серьезные предпосылки для оздоровления условий труда по виброакустическим параметрам.

Список литературы

1.Проектирование, строительство и эксплуатация виброизолированных фундаментов для штамповочных и ковочных молотов с весом падающих частей до 16т. (Руководящий материал). – Воронеж: ЭНИКМАШ, 1967. – 83с.

2.Климов И.В., Кошелев В.П., Носов В.С. Виброизоляция штамповочных молотов. – М.: Машиностроение, 1979. – 136с.

3.Иванов Ю.В., Коган М.С. Анализ шумообразования при работе механических прессов и опыт снижения акустической активности пневмомеханизма системы управления // Вестник ИжГТУ. – 2006. - №2. – С.49-52.

ВАКУУМИРОВАННЫЕ СОТОВЫЕ ЗВУКОПОГЛОЩАЮЩИЕ КОНСТРУКЦИИ КАК СРЕДСТВО КОЛЛЕКТИВНОЙ ЗАЩИТЫ РАБОТНИКОВ

Тюрин А.П, Парахин,
Д.В,Севастьянов Б.В

Резонансные поглотители занимают достойное место среди шумопоглощающих материалов. Перфорированные конструкции встречаются на производственных участках, они являются частью глушителей вентиляционных систем и автомобильных глушителей, используются в качестве шумопоглощающего материала и в конференц-залах. Идеи и концепции резонансного поглощения известны в течение многих десятилетий. Резонаторы применялись Гельмгольцем для усиления звука, так как на резонансной частоте в полости резонатора амплитуда колебаний давления достигает максимального значения. Но в рассматриваемом случае более существенным является то, что при резонансной частоте имеет место максимум поглощения звуковой энергии. Благодаря использованию резонанса можно достигать поглощения шума на низких и средних частотах. Это трудно получить с помощью пористых поглотителей, в случае применения которых требуется значительная толщина материала.

Одной из основных характеристик резонансных поглотителей является коэффициент поглощения α, определяемый как отношение энергии поглощения к
энергии падающей волны. Значение α зависит от частоты колебаний, и эта зависимость имеет резонансный характер. Принято выбирать параметры поглотителей, так чтобы коэффициент поглощения был близок к единице, а полоса эффективного поглощения была бы возможно шире. Характеристика поглощения этих резонансных устройств представляет пиковое поглощение, и широкая полоса поглощения труднодостижима в одной конструкции. Это отличает их от пористых материалов, характеристика поглощения которых охватывает, как правило, более широкую полосу частот. Поэтому одной из частых задач в проектировании резонансных структур является задача расширения ширины полосы поглощения. Одним из способов ее решения заключается в обеспечении разрежения воздуха в объеме поглотителя [1].

Авторами установлено, что звукопоглощающие свойства вакуумированных сотовых конструкций с разрежением внутри до минус 20–30 кПа обладают двух- трехкратным превышением по сравнению со свойствами обычных прототипов. Создана технологиях изготовления из картона плотностью 170 г/м^2 с высокой прочностью на сдвиг. Толщина экспериментальных образцов – 25–40 мм. Оберточным материалом служит 150-мкм полиэтиленовая пленка.

Теоретически обычно рассматривают случай так называемого нормального к поверхности распространения волн. Это значит, что направление вектора изменения скорости на достаточном расстоянии

от поверхности поглотителя перпендикулярно этой поверхности. По соображениям симметрии можно разделить всю полость поглотителя на ряд объектов, число которых равно числу отверстий. Каждый такой объем и отверстие образуют резонатор Гельмгольца. Взаимодействие между объемами, приходящимися на одно отверстие, при нормальном к поверхности распространения волн несущественно.

В классическом случае полость единичного резонатора, имеющего объем V = SL, соединяется со средой, в которой происходят колебания, трубкой, имеющей длину t и площадь поперечного сечения S_0.

Резонансная частота резонатора (обозначения на рис. 1) определяется выражением:

$$f = \frac{c}{2\pi}\sqrt{\frac{S_0}{l_{эф}V}} \qquad (1)$$

где c – скорость звука; lef = t + 2δ – эффективная длина трубки с учетом поправки δ на наличие присоединенной массы; S0 = πa2, где a – радиус перфорированного отверстия.

Значение поглощенной энергии можно вычислить, если известен безразмерный акустический импеданс поглощающей поверхности, с помощью которого можно полностью охарактеризовать акустическое поведение среды. В данной работе значение коэффициента поглощения находилось экспериментально в комплексной измерительной системе на базе малой реверберационной методом плывущего синуса (sine sweep method). И такой подход не случаен.

Расчетная математическая модель исследуемой конструкции, построенная на основе конечно-элементного или конечно-разностного методов, широко используемых в акустике, должна включать и характеристики плотного картона, используемого при изготовлении панели. Обычно существующие модели предполагают, что сам по себе материал конструкций Гельмгольца является твердым, не упругим. Исследования проводились на сотовых конструкциях, изготовленных из плотного картона плотностью 170 г/м, характеристики которых приведены в таблице. Схема сотовой конструкции и общий вид вакуумированного резонансного поглотителя изображены на рис. 1, 2

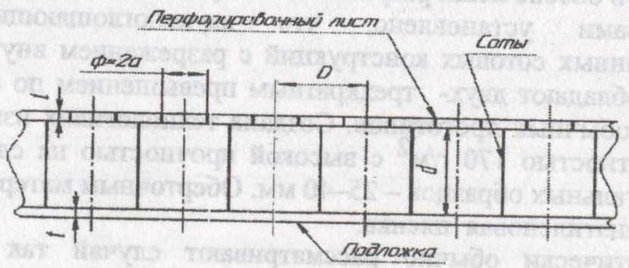


Рис. 1. Схема сотовой конструкции

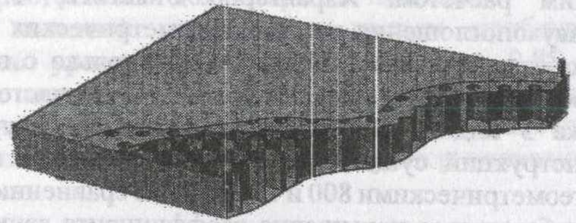


Рис. 2. Общий вид вакуумированных конструкций

Метод обработки позволяет сравнить эффективность звукопоглощения исследованных резонансных поглотителей с другими, невакуумированными конструкциями (рис. 3).

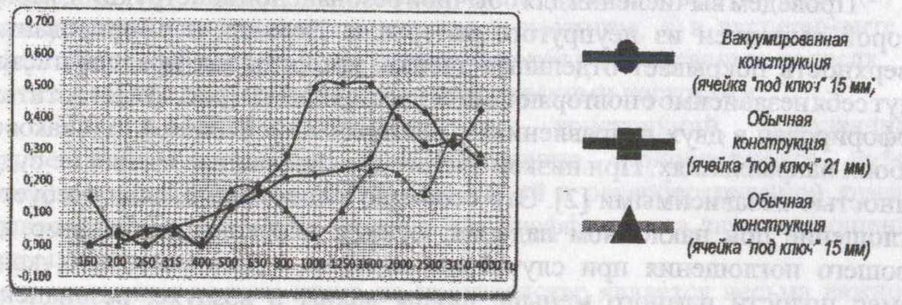


Рис. 3. Коэффициенты звукопоглощения резонансных конструкций

Таблица

Исследованные типы резонансных конструкций

Номер конструкции	Размер ячейки («под ключ»), мм	Диаметр перфорации, мм	Диаметр перфорации, мм	Разрежение, кПа
№1	21	12,1	33,5	23
№2	21	12,1	25,7	20
№3	15	8,6	30	30

Из рисунка 3 видно, что для исследованных вакуумированных резонансных конструкций существуют пики поглощения в диапазонах частот со среднегеометрическими 800 и 1600 Гц. По сравнению с обычными конструкциями наблюдается повышение коэффициента звукопоглощения в этом частотном диапазоне и расширение последнего. Подтверждение

планируется провести как межлабораторными испытаниями так и математическим расчетом. Характерно отметить, что колебание коэффициентов звукопоглощения на среднегеометрических частотах 250 и 315 Гц всех конструкций может быть связано только с особенностью работы в целом всей измерительной системы на низких частотах.

Из рисунка 3 видно, что для исследованных вакуумированных резонансных конструкций существуют пики поглощения в диапазонах частот со среднегеометрическими 800 и 1600 Гц. По сравнению с обычными конструкциями наблюдается повышение коэффициента звукопоглощения в этом частотном диапазоне и расширение последнего. Подтверждение планируется провести как межлабораторными испытаниями так и математическим расчетом. Характерно отметить, что колебание коэффициентов звукопоглощения на среднегеометрических частотах 250 и 315 Гц всех конструкций может быть связано только с особенностью работы в целом всей измерительной системы на низких частотах

Проведем вычисления для обычной резонансной конструкции, каркас которой выполнен из неупругого материала. Верхняя перфорированная поверхность покрывает отдельные ячейки, которые, как предполагается, ведут себя независимо с повторяющимся расстоянием D (рис. 1). Поглотитель перфорирован в двух направлениях с повторяющейся длиной, одинаковой в обоих направлениях. При низкой частоте изолированные ячейки не будут полностью независимыми [2]. Это особенно существенно, если требуется поглощение при наклонном падении звука, и особенно необходимо для хорошего поглощения при случайном падении. Дополнительно, когда размер полости намного меньше длины волны в воздухе, резонансная частота конструкции определяется как:

$$f = \frac{c}{2\pi}\sqrt{\frac{\rho}{md}} \qquad (2)$$

где m – акустическая масса, воздуха, вибрирующего в полости единичного резонатора; ρ – плотность воздуха при соответствующей температуре.

Проводилось много исследований, в основном зарубежными исследователями, такими как Ingard, Cremer, Muller и др. по определению концевой поправки δ, которая возникает вследствие краевых эффектов резонатора. То есть вибрирующий столб воздуха в полости резонатора имеет длину, определяемую толщиной панели, плюс концевые поправки, учитывающих излучательный импеданс канала. Полное выражение для массы m по

$$m = \frac{\rho}{\varepsilon}\left[t + 2\delta a + \sqrt{\frac{8\nu}{\omega}}\left(1 + \frac{t}{2a}\right)\right] \qquad (3)$$

где b - это фактор концевой поправки;
$\varepsilon = \pi a^2/D^2$ – пористость или доля открытой площади.

Фактор концевой поправки в первом приближении обычно принимается на уровне 0,85. Однако значение 0,85 не учитывает взаимодействие между соседними каналами, потому что оно определено на исследования взаимодействия со звуком одной полости. Существуют другие более точные формулировки. Так, фактор поправки по [4] можно определить:

$$\delta = 0{,}8\left(1 - 1{,}47^{1/2}\varepsilon + 0{,}47\varepsilon^{3/2}\right) \qquad (4)$$

Совместное решение уравнений (2) и (3) дает, что резонансная частота невакуумированных конструкций находится на уровне 2606 Гц для крупноячеистой панели № 1 и 3178 Гц для панели № 3. В сравнении с результатами рис. 3 можно увидеть удовлетворительное сходство результатов, но следует учитывать, что с применением формул (2) и (3) результаты получаются по «чистым» частотам, а в эксперименте – коэффициенты звукопоглощения определяются в 1/3 октавных полосах полосах с определенными среднегеометрическими частотами.

Характеристики вакуумированных конструкций, обладающих повышенными свойствами звукопоглощения, приобретаются путем проведения большого количества измерений в реверберационной камере и выведения эмпирических формул для коэффициента звукопоглощения таких материалов.

Задача снижения уровня шума на производстве является весьма важной, поскольку высокие уровни шума недопустимы санитарно-гигиеническими требованиями. Известно несколько методов по регулированию шумового загрязнения. Самый эффективный – уменьшение шума в источнике, что не всегда возможно. Другой подход заключается в оптимизации параметров реверберационного поля в пределах рабочей зоны. Но это также может быть не всегда эффективно, например, если рабочий находится очень близко к производственному оборудованию.

В достаточной степени параметры реверберационного поля можно изменить использованием поглощающих материалов, и тем самым снизить экспозицию шума на рабочего. Это можно достичь обработкой материалами уже известными или вновь создаваемыми на основе известных принципов, у которых коэффициенты звукопоглощения рассеяния или диффузии будут оптимальными для конкретной шумовой обстановки. Сотовые конструкции могут использоваться в качестве средствколлективной защиты работников от воздействия на них производственных шумов высокой интенсивности, акустических экранов, перегородок, настенных поглотителей в офисных и общественных помещениях. Дополнительно, акустические экраны легки, прочны, легко подвергаются чистке и мойке. Реализация технологии изготовления из ПЭТФ материала дополнительно повышают прочностные и звукопоглощающие свойства изделий.

Выполненное исследование позволяет:

1. Экспериментально определить коэффициенты звукопоглощения сотовых бумажных конструкций. Для исследованных вакуумированных образцов существует повышенное звукопоглощение в диапазоне частот со среднегеометрическими 800-1600 Гц.

2. Выполненные аналитические расчеты по известным моделям позволяют считать получившиеся результаты удовлетворительными для обычных невакуумированных конструкций.

3. Для проверки правильности измерения и возможности дальнейшего проектирования подобных систем необходимо создание математических численных моделей, либо проведение измерений на большем количестве материалов с разными характеристиками с последующей формулировкой эмпирических зависимостей.

1. Патент на полезную модель № 80895 «Шумопоглощающая панель» / Севастьянов Б.В., Парахин Д.В., Пигалев С.А. Заявл. 13.09.2008. – № 2008140458/22(052352) (Россия).

2. Randall F. Barron Industrial Noise Control and Acoustics: Louisiana Tech University Ruston, Louisiana, U.S.A.: 2003 – 534 p.

3. A.W.Guess, «Result of impedance tube measurement on the acoustic resistance and reactance», J. Sound Vib., 40, 119-137 (1975).

4. L. Cremer and H.A. Muller, Principles and Applications of Room Acoustics, Applied, Science Publishers (translated by T.J. Schultz) (1978), p.187.

РАДИОМОНИТОРИНГ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Мухин К.В

Рассмотрено явление промышленного шпионажа, понятие и роль радиомониторинга при проведении мероприятий направленных на защиту информации на промышленных предприятиях, приведен пример построения карт загрузки радиодиапазона, рассмотрены средства проведения радиомониторинга на промышленных предприятиях.

Любое современное предприятие при рыночной экономике вынужденно работать в условиях конкуренции. При этом, возможна недобросовестная конкуренция, состоящая в нарушении очевидных прав владельца на промышленную или интеллектуальную собственность и проявляющаяся в несанкционированном овладении секретами воспроизводства чужой продукции, торгово-финансовыми секретами, вмешательствами в деловую деятельность организации или личную жизнь ее сотрудников.

С возрождением рынка и появлением конкуренции в России появилось и такое явление, как промышленный шпионаж, который, прежде всего, представляет собой несанкционированный доступ к коммерчески важной информации с помощью разведывательных технических систем негласного съема информации, скрытно установленных в помещениях интересующих коммерческих объектов, где циркулирует конфиденциальная информация. Ассортимент этих средств на сегодняшний день достаточно обширен и включает в себя различные радиомикрофоны (радиозакладки), телефонные радиоретрансляторы, радиостетоскопы и другую спецтехнику, чаще всего передающую перехваченную информацию по эфиру и сочетающую высокие технические параметры с хорошим качеством камуфлирования и простотой установки на объекте. С их помощью возможна передача информации на расстояние до нескольких сотен метров, а длительность работы составляет от нескольких часов до года и более. Отдельные типы подслушивающих устройств вообще не нуждаются в специальной установке и могут быть просто подброшены в интересующее помещение на короткий период в любое удобное время.

В этих условиях обычно практикуемые периодические проверки служебных помещений, автомобилей и жилых квартир на наличие радиозакладок становятся все менее эффективными, поскольку угроза подброса таких устройств практически постоянна. Серьезными проблемами являются также организация контроля за лояльностью сотрудников, ведущих переговоры с использованием сотовых радиотелефонов или радиостанций, а также выявление побочных излучений технических средств обработки, хранения и передачи информации, эксплуатирующихся на объекте.

Учитывая вышеизложенное, современная концепция защиты конфиденциальной информации, циркулирующей в помещениях или технических системах коммерческого объекта, требует не периодического, а практически постоянного контроля всех радиоизлучений в зоне расположения объекта.

Для этого проводят Радиомониторинг, который подразумевает деятельность по изучению и контролю радиобстановки в районе расположения контролируемой зоны (КЗ), поиску и обнаружению легальных (зарегистрированных) и нелегальных (незарегистрированных) радиопередатчиков и источников других радиоизлучений.

Основные задачи радиомониторинга

- выявление излучений радиосредств НСИ, внедренных в КЗ, и их локализация;
- контроль соблюдения дисциплины связи при использовании сотрудниками открытых каналов радиосвязи;
- выявление информативных побочных излучений, возникающих при работе средств оргтехники, компьютеров и т.п.;
- оценка эффективности используемых на объекте технических средств защиты информации;
- контроль за местонахождением и состоянием транспортных средств (если они представляют КЗ) фирмы в реальном масштабе времени с использованием спутниковых навигационных систем;
- накопление данных по радиоэлектронной обстановке в КЗ и обнаружение новых или неизвестных сигналов.

Одним из эффективных средств радиомониторинга является скоростной поисковый приемник радиосигналов «СКОРПИОН», он позволяет:

- производить изучение радиоэлектронной обстановки в конкретном месте его эксплуатации с запоминанием частот сигналов;
- обнаруживать и определять местоположение нелегально существующего передатчика с использованием разнесенного приема на 2 антенны и контроля уровня гармоник;
- подавлять канал приема сигнала обнаруженного нелегального передатчика путем постановки на его частоте прицельной помехи;
- обнаруживать работающие телефоны сотовой связи стандарта GSM с индикацией частоты и возможностью автоматической блокировки;
- обнаруживать радиотелефоны стандарта DECT;
- осуществлять поиск в одном из 2-х программируемых участках диапазона частот;
- просматривать и редактировать 3 буфера памяти обнаруженных сигналов и исключенных каналов приема;
- проверять работоспособность приемников, индикаторов поля, частотомеров и других технических средств при помощи встроенного тестового генератора.

Принцип измерения «Скорпионом»:

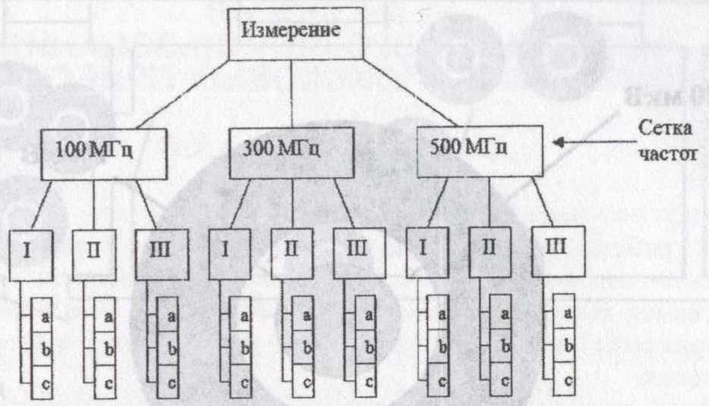


Рис 1. Принцип измерения скоростным поисковым приемнием радиосигналов «СКОРПИОН»

(I)– высокий уровень излучения (низкая чувствительность 40мкВ),
(II) – средний уровень излучения (средняя чувствительность 20мкВ),
(III) – низкий уровень излучения (высокая чувствительность 10мкВ), a – база данных стандартных излучений (пример: радио- и теле- сигналы), b – база данных идентифицируемых излучений (пример: сотовая связь),
c – базаданных неидентифицированных радиоизлучений, которые с большой долей вероятности могут быть радиозакладками)
c – неидентифицированные радиоизлучения, которые с большой долей вероятности могут быть радиозакладками

Используя «Скорпион» можно построить карты загрузки радиодиапазона, которые наглядно отображают интенсивность излучения побочных электромагнитных излучений. На примере кафедры «СТИБ», ИжГТУ построим карты загрузки радиодиапазона.

План помещения кафедры «СТИБ»:

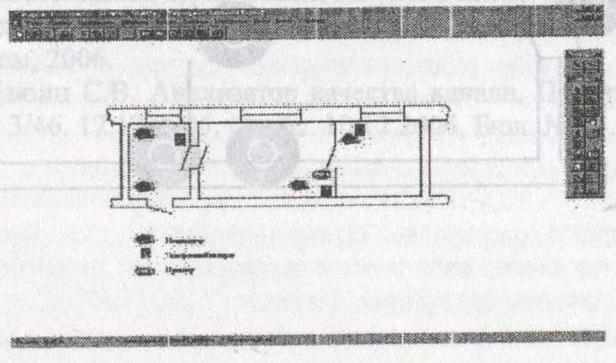


Рис2. План помещения кафедры «СТИБ», ИжГТУ.