003063886

□оэоезвае

МЧС России

Санкт-Петербургский университет Государственной противопожарной службы

На правах рукописи

Матвеев Александр Владимирович

СИСТЕМНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ УПРАВЛЕНИЯ РИСКОМ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

05.13.10 - управление в социальных а экономических системах

Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук

0 7 ИЮН 2007

Са нкт-П етербу рг-2 00 7

Работа выполнена на кафедре прикладной математики и информационных технологий Санкт-Петербургского университета Государственной противопожарной службы МЧС России

Научный руководитель:

кандидат технических наук, профессор, заслуженный работник высшей

школы Российской Федерации Антюхов Валерий Иванович

Официальные оппоненты:

доктор военных наук, профессор Волков Валерий Федорович

кандидат технических наук, доцент Иванов Анатолий Николаевич

Ведущая организация:

Федеральное государственное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций МЧС России» (ФГУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ)-

Защита состоится «3-і» J\*e.$- 2007г. в « » часов на заседании

диссертационного совета Д 205.003.02 по защите диссертаций на соискание ученой степени доктора наук при Санкт-Петербургском университете ТИС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский проспект, д. 149). С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России.

Автореферат разослан «J?3» л^/г./\* 2007 г.

Ученый секретарь

диссертационного совета Д 205.003.02 \_\_\_\_\_—-

доктор технических наук, профессор,—--^7Ж^/ И.Г. Малыгин

з ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность диссертационного исследования. В условиях сохранения угроз техногенного и природного характера одной из важнейших задач при обеспечении национальной безопасности Российской Федерации становится повышение безопасности населения и защищенности в социально-экономических образованиях различных уровней. Под социально-экономическим образованием (СЭО) понимается организованная совокупность людей, объединенных исторически обусловленными формами, видами и способами совместной жизни и деятельности.

С учетом уровня угроз для безопасного развития страны деятельность по предупреждению возникновения ЧС может быть обеспечена только в рамках единой системы Однако, в настоящее время сложилась такая ситуация, что она находится в стадии становления. Требуются разработки методического аппарата для проектирования единой системы, в которой базовыми компонентами являются различные информационные системы, в том числе центр управления в кризисных ситуациях (ІДУКС), системы оперативно-диспетчерского управления в чрезвычайных ситуациях (ОСОДУ), единые дежурно-диспетчерские службы (ЕДДС), системы мониторинга окружающей среды, прогнозирования и ликвидации чрезвычайных ситуаций на потенциально опасных промышленных объектах и др

Вместе с тем, на объектовом уровне Единой государственной системы предупреждения и ликвидации ЧС (РСЧС), сформированном на крупных промышленных предприятиях и в организациях, большинство систем оперативного управления позволяют обеспечить рациональный режим работы только отдельно взятых групп оборудования в стереотипных производственньк ситуациях и, как правило, не выдают рекомендаций оперативно-диспетчерскому персоналу при возникновении аварийных и нештатных ситуаций комплексного характера, затрагивающих весь производственный процесс в целом.

Из анализа сложившейся ситуации в Российской федерации в области снижения рисков и смягчения последствий чрезвычайных ситуаций можно выделить следующие противоречия

-в недостаточно полной мере используются системный и комплексный подходы при формировании комплекса мероприятий, направленных на снижение рисков чрезвычайных ситуаций и смягчение их социально-экономических последствий;

-не до конца проработаны эффективные механизмы координации всего комплекса мероприятий, обеспечивающих решение проблемы, и последовательности их реализации;

-недостаточно скоординирована деятельность основных элементов системы администрирования и управления ресурсами, выделенными для достижения этих целей

4

Необходимость разрешения отмеченных противоречий и определяет актуальность данного диссертационного исследования

Цель диссертации: обоснование путей обеспечения требуемых показателей эффективности управления риском возникновения чрезвычайных ситуаций в СЭО за счет применения в процессе выработки решений руководством РСЧС объектового и территориального уровней адекватных аналитических динамических моделей.

Для достижения цели работы поставлена научно-техническая задача

осуществить синтез адекватной модели системы управления риском возникновения чрезвычайных ситуаций, обеспечивающей требуемую эффективность деятельности системы РСЧС объектового и территориального уровней в условиях сложившейся обстановки

Решение этой научно-технической задачи предполагает выполнения следующих подзадач-

1 Формализация задачи управления риском возникновения чрезвычайных ситуаций в СЭО различных уровней иерархии

2 Разработка адекватной динамической модели управления риском в СЭО в зависимости от различной социально-экономической и организационно-технической обстановки

3. Разработка метода оценивания эффективности управления деятельностью РСЧС объектового и территориального уровней СЭО

4 Разработка методического обеспечения и предложений по управлению риском возникновения чрезвычайных ситуаций в СЭО различных уровней иерархии.

Объектом исследования являются СЭО, потенциально опасные объекты, компоненты РСЧС.

Предметом исследования являются закономерности управления рисками возникновения чрезвычайных ситуаций в СЭО

Методологические и теоретические основы Научные работы по моделированию систем, методы декомпозиции и агрегирования, теория систем и системный анализ, функциональный анализ, теория эффективности, теория интегральных уравнений, теория дифференциальных игр, теория марковских процессов, теория вероятностей

Научная новизна заключается в развитии методов и совершенствовании моделей теории управления риском возникновения чрезвычайных ситуаций и проявляется в работе

-в развитии научно-методических основ и механизмов координации управления в сфере снижения рисков чрезвычайных и кризисных ситуаций на основе концептуальных математических основ одновременного синтеза модели и способов функционирования системы,

-в сбалансированном учете в модели разнородных компонентов органов и деятельности РСЧС,

5

-в прогнозировании риска возникновения чрезвычайных ситуаций на основе анализа пространственно-временных состояний,

-в процессе обоснования возможностей администрации СЭО, структуры и деятельности РСЧС, взаимодействия и управления.

Научная новизна подтверждается:

-использованием достижений фундаментальных наук, строгими математическими доказательствами полученных результатов,

- новыми оригинальными аналитическими методами исследования.

Научная новизна обоснована решением научно-технической задачи, позволившей обосновать по-новому подход к управлению риском возникновения чрезвычайных ситуаций в СЭО.

Научно-практическая ценность определяется возможностями применения методического аппарата, разработанного в диссертации для

-разработки предложений по снижению рисков и смягчению последствий чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера;

-обоснования возможностей РСЧС по управлению риском возникновения чрезвычайных ситуаций,

-разработки исходных данных при выработке решений руководящим составом РСЧС в ходе управления риском возникновения чрезвычайных ситуаций,

-разработки системы поддержки принятия решения при управлении риском возникновения чрезвычайных ситуаций;

-организации взаимодействия подразделений РСЧС и потенциально опасных объектов в СЭО,

-организации учебного процесса при подготовке специалистов по специальностям «Государственное и муниципальное управление», «Безопасность и защита в ЧС» и переподготовке руководящего состава РСЧС объектового и территориального уровней

Реализация. Основные результаты диссертационной работы внедрены в Северо-Западном региональном центре МЧС России, в ГУ МЧС России по Санкт-Петербургу, в ГУ МЧС России по Мурманской области, Санкт-Петербургском Государственном Политехническом Университете Внедрение результатов диссертационных исследований подтверждается актами о реализации

Апробация работы. Основные результаты, полученные в процессе проведенных исследований обсуждались и получили одобрение научной общественности на

-Научно-методическом семинаре «Проблемы риска в техногенной и социальной сферах», г Санкт-Петербург, май 2004г ,

-Межвузовской научной конференции «ХХХШ неделя науки СПбГПУ», г Санкт-Петербург, 29 ноября - 4 декабря 2004 г,

6

-XIII Международной научно-методической конференции «Высокие интеллектуальные технологии и инновации в образовательно-научной деятельности», г Санкт-Петербург, 16-17 февраля 2006 г;

-9-й Всероссийской научно-практической конференции «Актуальные проблемы защиты и безопасности», г Санкт-Петербург, 3-6 апреля 2006 г

Публикации. По теме диссертации опубликовано 11 работ, из них 2 в источниках, рекомендованных ВАК, 2 монографии

Структура и объем диссертации. Диссертация содержит введение, четыре раздела с выводами по каждому, заключение, приложение, и список литературы из 105 наименований, изложена на 150 страницах, включает 34 рисунка, 10 таблиц

В результате проделанной работы на защиту выносятся следующие научные результаты:

1. Постановка и формализация задачи управления риском возникновения чрезвычайных ситуаций в СЭО различных уровней иерархии на основе использования адекватных динамических моделей

2 Динамическая модель описания управления риском в СЭО в различных условиях обстановки

3 Метод оценивания эффективности управления деятельностью подсистем РСЧС различных уровней СЭО

4 Разработка методического обеспечения процесса выработки решений по управлению рисками возникновения ЧС в СЭО различных уровней иерархии

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении рассмотрены основные тенденции социально-экономической обстановки, определены актуальность настоящих исследований и цель Сформулирована комплексная проблема Определен объект и предмет исследования Проведен анализ состояния вопроса по избранному направлению исследования. Сформулированы основные положения, выносимые на защиту Описана структура работы.

Первый раздел - «Научно-технические аспекты управления риском возникновения ЧС». В разделе проведен анализ существующих концепций и методов анализа риска Сформированы основные требования к построению системы управления риском возникновения ЧС

Проблема возникновения ЧС появляется в результате взаимодействия сторон социально-экономического образования и внешней среды Необходимо иметь инструмент, учитывающий взаимодействие этих сторон при решении проблемы управления риском возникновения чрезвычайных ситуаций

Существует два основных подхода к проектированию системы - на основе анализа и на основе синтеза

Что касается известных результатов в области синтеза системы, то рассматривается решение трех классов задач

7 1. Синтез структуры при заданных функциях и алгоритмах функционирования системы

2 Синтез функций, алгоритмов функционирования и правил поведения элементов заданной иерархической системы.

3 Синтез структуры сложных систем, включающий как оптимизацию процесса функционирования системы, так и распределение функций по узлам системы и выбор их состава

Наибольшую проработку получило второе и первое направления, где получены важные общенаучные результаты Моисеевым Н Н., Черноусько Ф.Л., Энеевом Т М., Калининым В Н , Цвиркуном А Д. и др

В настоящей работе рассматривается круг проблем, примыкающих к третьему направлению синтеза систем Использовался подход к решению практических задач системы управления риском, основанный на концепции системного подхода, изложенной в фундаментальных трудах Гуда Г X, Макола РЭ, Резникова Б А., Ильичева А В, Бурлова В.Г, Брушлинского Н.Н, Шаровара Ф.И , Артамонова В.С, Грачева Е В., Анисимова Б П Область ее применения в конечном итоге определяется полнотой информации, которой располагает исследователь, и включением этой информации в модель

Проведено обоснование структурно-функциональных связей системы управления риском возникновения ЧС Для обеспечения эффективного управления системой по снижению рисков и смягчения последствий чрезвычайных ситуаций в целом необходимо подразделить её на ряд подсистем Эти подсистемы образуют механизм управления, представляющий собой совокупность органов управления, методов и средств.

Методы управления риском возникновения чрезвычайных ситуаций основываются на:

- системе мониторинга окружающей среды,

- прогнозировании и ликвидации чрезвычайных ситуаций на потенциально опасных промышленных объектах и др.

Основой управления рисками возникновения ЧС является создание межведомственной системы мониторинга, лабораторного контроля и прогнозирования чрезвычайных ситуаций (СМП ЧС) природного и техногенного характера как информационно-аналитической подсистема РСЧС, объединяющей усилия функциональных и территориальных подсистем РСЧС в части прогнозирования возможности возникновения чрезвычайных ситуаций и их социально-экономических последствий

В разрабатываемую систему по управлению риском возникновения чрезвычайных ситуаций в регионе должны входить структурные подразделения РСЧС, различные информационные системы, в том числе центр управления в кризисных ситуациях (ЦУКС), центр управления силами (ЦУС), системы оперативно-диспетчерского управления в чрезвычайных ситуациях (ОСОДУ),

і единые дежурно-диспетчерские службы (ЕДДС), дежурно-джпетчерские службы предприятий, ситуационные центры и т.д.

Рис. 1. Схема структур і !0-функционалы шх с нязей при ориентации информационного обмена с Сашп-Петербургской территориальной (Юдаисгемвй РСЧС

Все эти структурные подразделения через еіюе целевое предназначение участвуют в формиронаиии информационно-управляющих потоков Н регионе (рис. 1). ЦУКС является головным объектом Единой системы оперативно-диспетчерского управления в чрезвычайных ситуациях Санкт-1 Іетербурга (ЕСОДУ) и предназначен для координации дейепшй дежурных и диспетчерских служб (ДДС) города, ЦУКС служит координирующим и управляющим органом для ДДС города, входящих в состав ЕСОДУ, мо вопросам сбора, обработки,

9 хранения, информационного обмена и вопросам совместных действий ДДС при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций

Исследование операций и систем приходится производить путем изучения их моделей Особо актуальной при моделировании является проблема адекватности модели моделируемому процессу Предложен следующий критерий адекватности мера объективного соответствия модели познаваемому объекту характеризуется полнотой отражения в модели основных закономерностей существования этого объекта

Требования системного подхода к синтезу модели системы управления риском возникновения ЧС позволяет рассматривать риск как свойство процесса, характеризующего степень невыполнения целевой задачи разрабатываемой системы Количественно оценивается величиной ущерба и величиной, характеризующей качество оценки риска

В диссертации рассмотрен подход к структурно-функциональному синтезу системы, который обеспечивает гарантированное управление риском.

Второй раздел - «Методологические основы моделирования системы управления риском возникновения чрезвычайных ситуаций». В разделе рассмотрены основные положения синтеза модели системы управления риском возникновения чрезвычайных ситуаций и способов ее функционирования Сформулированы основные допущения и предположения при планировании и организации деятельности ГУ МЧС, обеспечивающие функционирование системы управления риском возникновения ЧС для достижения гарантированного результата

Для синтеза одновременно модели и способов функционирования системы необходимо выделить модель системы, модель действия, замкнутые между собой через эффективность функционирования (ЭФ) системы. Введены три базовых понятия работы, район сосредоточения основных усилий, эффективность функционирования, потенциал поля эффективности

В работе предлагается характеризовать систему на каждый момент времени teTn-ьт вектором состояния х, компонентами которого являются

- компоненты, отражающие расположение элементов системы в пространстве,

- компоненты, отражающие состояния элементов системы, зон воздействия, влияния и т п

В процессе функционирования системы управления риском в момент времени teT вектор х принимает значение элемента из множества допустимых значений XT- допустимая длительность функционирования системы. Тогда процесс функционирования системы можно характеризовать парой элементов из множеств Т и X, определяемую следующим образом

Определение 1 Множество R = X\* Т (декартово произведение множеств X и Т) есть множество допустимых значений пространственно-временных состояний

10 (ПВС) системы, зон воздействия, влияния и тп в процессе решения целевой задачи

На множестве R в процессе синтеза системы формируется множество требуемых пространственно-временных состояний системы

Определение 2 Множество требуемых пространственно-временных состояний сил и средств системы (объекта), зон воздействия, влияния и т п при решении целевой задачи QcR, отражающее сущность функционирования системы, является районом сосредоточения основных усилий системы управления риском (РСОУ) РСОУ - первое базовое понятие работы

Множество Q есть модель действия в силу следующего Объект существует в пространстве и времени Движение есть изменение пространства и времени Поэтому декартово произведение множеств требуемых ПВС определяет движение Каково действие (проявление энергии), таково и движение

Определение 3. Эффективность функционирования (ЭФ) есть степень реализации возможностей системы в процессе решения целевых задач Оценивается показателем /, характеризующим выполнение целевых задач с учетом затрат материальных средств, различных ресурсов и времени ЭФ -второе базовое понятие работы

На каждом элементе множества Q система выполняет «работу» с определенной производительностью в соответствии со своим предназначением, характеризуемой функцией q^f) <р(г) — плотность распределения производительности системы в пространстве Производительность системы зависит от возможностей системы и механизмов реализации этих возможностей Возможности количественно оцениваются вектором возможностей v(r) eV, где V

- ограниченное, замкнутое множество Возможности реализуются вектором

управления u(r)eU, где {/-замкнутое, ограниченное множество

Если с каждой точкой М определенной пространственной области связана некоторая скалярная или векторная величина, то говорят, что задано поле этой величины, соответственно, скалярное или векторное Предположив, что система в процессе функционирования формирует некоторое поле эффективности I(Q), где QcR, и зная свойства поля, и проинтегрировав его потенциал поля эффективности <р(г) по области Q оказалось возможным получить результат действия системы по всей области б(РСОУ) Поэтому применено понятие потенциала поля для определения свойств системы

Определение 4 Функция ср(г)=Ф(и(г)у(г),г) - потенциал поля эффективности (ППЭ) моделируемой системы, где u(r),v(r) - вектора управления и возможностей, a reQ. ППЭ - третье базовое понятие работы Физически ППЭ

- производительность системы, распределенная в пространстве и времени

Функция Ф(и(г),у(г),г) - это модель системы Она обладает свойством

J <tAr)dr= \ Ф(и(г)Мг),г) dr^I(Q), (1)

Q Q

11

где /(0 - показатель потенциальной эффективности функционирования системы, функция множества Q

Структура множества Q является носителем возможностей системы (объекта) и механизмов их реализации Предназначение системы определяется с помощью интеграла (1) Соотношение (1) называется уравнением синтеза, в общем случае с двумя неизвестными Q и Ф( ) Это уравнение формализует закон сохранения целостности, который позволяет осуществить в модели взаимную трансформацию свойств объекта и свойств действия, сформировать формализованный принцип построения системы Данное соотношение отображает принцип сохранения потенциальной эффективности системы Проектирование сложных систем распадается на две стадии

- выбор и организация функций и структуры системы в целом,

- выбор и проектирование физических единиц оборудования

В работе получены условия формирования структуры системы и распределения функций между ее элементами - множество G

\XqcXq, 2 Xft ("!\*,, = О, если;\*/, 3 (J Xq=X4,

4 JX Щи, (0, v, (г), t)X,dt = I{tk), [t0,tt)=T,

где N - количество элементов системы;

Хя - требуемые пространственные состояния г-го элемента системы,

Xq — множество требуемых пространственных состояний системы

Предложенный подход к разработке системы позволил достаточно полно для практики отразить основную сущность процесса функционирования системы и осуществить ее синтез Для случая взаимодействия двух сторон ("А" — СЭО и "В" - внешняя среда) вектор пространственно-временного состояния определен следующим образом

^=(хи>-®лЛ<иА,Г\и(г)У(гми\¥в,и\г),у\г)),

q]-(xU>®SAU\V\uir\v\r))xU\V\u\r),v\r)))

В рамках предложенной формализации решение задачи синтеза при заданном множестве G сведется к отысканию экстремумов extr i\uA,vA.u(^v,('-)l(UB>VB,uBli'-)>v <■>■)))'

Решение задачи синтеза при не фиксированном множестве G и заданных I/, V сторон сведется к отысканию экстремумов

extrj\Q\Q'y, extr f(G\GJ)

В работе исследованы вопросы синтеза модели и способов функционирования системы в конфликтной ситуации на основе подхода к разрешению конфликта с позиции закона сохранения целостности объекта

[2

При рассмотрении противостояния сторон «.А» и «Я» отображаются следующие аспекты:

1. Синтез модели и способен функционирования системы управления риском возникновения ЧС в условиях противодействия внешней среды, ее эволюция в соответствии с обстановкой.

2. Синтез модели и способов функционирования системы управления риском возникновения ЧС стороны "А" при получении информации о стороне "В".

ї'ис.2 Структурная схема взаимодействия трех базовых подсистем сторон мри разрешении конфлиіста.

При противостоянии двух сторон "А" и "В" система управления риском возникновения ЧС должна выполнять три основных функции (рис.2): целевую (ЦФ)Г защитную (ЗФ), обеспечивающую (ОФ). Поэтому правомерно предположить, что сторона "А" на этапе моделирования формирует целевую подсистему (ЦПС"/Г), защитную подсистему (ЗПС"/Г). обеспечивающую подсистему {ОМСА"). Последняя защищает ЦПС "А" от воздействия ЗПС стороны "£"'.

В работе принято, что ЦІ [С "А" предназначена для решения целевых задач на соответствующем множестве пространственно-временных состояний, ЗПС "А" - для недопущения решения целевых задач ЦПС стороны "В" на общем со стороной "А" целевом множестве.

Возможности, механизмы реализации возможностей, виды, способы, формы действий обеспечивающей подсистемы "А" определяются через требуемый вклад в решение общей задача целевой системы стороны "А",

Определение состава соответствующигх подсистем в рамках решения задачи диссертации рассмотрены в разделе 3.

13 Исходя из предлагаемого подхода к синтезу одновременно модели и способов функционирования системы управления риском возникновения ЧС показана необходимость формирования множества требуемых пространственно-временных состояний б, подсистем сторон "А" и "В" и потенциалов полей

эффективности сторон qtf) при заданных значениях показателей эффективности действия сторон

ППЭ соответствующих подсистем целевых систем сторон в работе обозначены следующим образом

(рцБ)- потенциал поля эффективности ЦПС стороны "А"("В");

Ф,(і;>- потенциал поля эффективности ЗПС стороны "А"("£"), Фо<В) потенциал поля эффективности ОПС стороны"Л"("5").

Таблица 1 Матрица отношений потенциалов полей эффективности подсистем для "А"

в'—-—^ Ф«(г) A t ч ф3 W Фо (')

Фч W Х.А , А В , Р,2(фц.ф«,ф?) ■Г.А f А В Л ,

рв(Ф«'Фц.Ф|>)

Ф,(г) ~А , А 5, ГА , А В А . Р22(ф«'ФзФо) г- A t А В А ,

р»(ф«>ФзЛ>о>

В , ^

Ф0(г> F3i(<p«.q>o> гА . А в Л. Р32(ФЦ.Ф(!>Фз> рзз(Фц.Фо'Фо)

В табл.1 представлены отношения потенциалов полей эффективности целевой, защитной и обеспечивающей подсистем противостоящих сторон "А" и "В" В первой строке и первом столбце представлены потенциалы поля эффективности соответствующих подсистем, а на пересечении представлены отношения (результирующие потенциалы полей эффективности) соответствующих подсистем сторон

Аналогичные отношения строятся и для множества Q. Мера пересечения РСОУ соответствующих подсистем определяет степень соприкосновения противостоящих подсистем На множестве пересечений районов сосредоточения основных усилий формируются отношения ППЭ - суть элементов матрицы, представленной в табл.1. На основе выявленных отношений ППЭ на множествах пересечений РСОУ формируется специальное множество и обобщенный ППЭ, своими свойствами удовлетворяющие требованиям достижения соответствующими подсистемами заданных уровней эффективности функционирования Физически обобщенные потенциалы поля эффективности являются в каждой точке пространства функцией специальной комбинации трёх производительностеи (интенсивностеи деятельности) соответствующих подсистем соответствующих сторон

Третий раздел - «Базовая аналитическая модель системы управления риском возникновения чрезвычайных ситуаций». В разделе описывается разработанная модель системы управления риском возникновения ЧС в рамках

14 взаимодействия социально-экономического образования и внешней социально-экономической обстановки

Базовой выходной характеристикой деятельности РСЧС объектового и территориального уровней является его производительность, распределенная в пространстве и времени, и которая может в итоге измеряться единицами энергии, а в частном случае определенными условными единицами Производительность РСЧС направлена на поддержание благополучия региона Критерием благополучия является условие обеспечения целостности СЭО в течение жизненного цикла Условие целостности обеспечивается соблюдением требований закона сохранения целостности С содержательной и физической точки зрения удовлетворение требованиям закона сохранения целостности проявляется, с одной стороны, в неразрушении как самого СЭО так и его компонентов, а с другой стороны - это сохранение предназначения в условиях изменения структурно-функциональных свойств РСЧС и ее компонентов

Рассмотренный во 2-ом разделе подход к функционированию системы управления риском возникновения ЧС в рамках отношений двух сторон позволило разработать совокупность конструктивных методов и модели построения и использования компонентов системы Подход излагается для случая взаимодействия двух сторон ("А" и "В" - СЭО с функционирующей внутри него системой РСЧС и внешней средой)

Обычно система (объект) имеет определенный количественный состав, распределенный в пространстве с соответствующими зонами воздействия (влияния) Х?с Xq в соответствии со своими функциями размещаются на территории противостоящих сторон - социально-экономического образования и внешней среды (рис 2). Поэтому при непрерывном изменении времени условие (1) трансформируется к следующему соотношению.

j 0{u(r),v{r),r)dr= j£ <0(u,(f),v,(fM)\*X,<ft = /(/t)

+\*!

щ\* \*■<

■ІИКОІІ уоха.ііімініі iif.iwrunt ні абммгіа

1

лш

Рис 3 Схема управления процессами организации развития РСЧС

15

Множество элементов разбиения Х?есть суть «кубиков» ill\* (рис 3), из которых сформировано множество объектов, подверженных воздействиям среды, приводящим к чрезвычайным ситуациям. Это множество и представляет само СЭО в целом, и через него осуществляется энергетический обмен (ресурсы, финансы, мероприятия и т п) Само разбиение социально-экономического образования на множество элементов может иметь различную физическую природу Оно может представлять собой и разбиение на отдельные потенциально опасные объекты и разбиение всех объектов по видам воздействий (пожары, взрывы, химические воздействия и т д.).

В каждом элементе Х9( осуществляется деятельность по решению целевых

задач РСЧС с производительностью <t>,{u,(t),v,{t),t), где u,(f) - вектор управления, реализующий возможности РСЧС в г-ом фрагменте, a v,{t) — вектор возможностей г-го фрагмента

Функциями целевой подсистемы РСЧС могут быть мероприятия по сбору, обработке, выдаче информации в области защиты населения и территорий от ЧС, осуществление мониторинга, выявление реализовавшихся ЧС.

В качестве компонентов защитной подсистемы могут выступать мероприятия, направленные на

- профилактику появления негативных факторов (явлений),

-повышение устойчивости функционирования организаций, а также

объектов социального назначения в чрезвычайных ситуациях,

- предупреждение возникновения ЧС,

—ликвидацию ЧС

В роли обеспечивающей подсистемы могут выступать мероприятия, направленные на защиту информационных потоков в ЦПС от угроз различного характера

Внешняя среда СЭО представляется как исходная характеристика, т к. потоки, исходящие из внешней среды или направленные в нее управляются только уровнями, находящимися внутри границы СЭО С другой стороны, в работе учитывается, что внешняя по отношению к СЭО среда с течением времени претерпевает изменения. Поэтому допускается, что условия в СЭО, принимаемые за нормальные, изменяются параллельно с изменениями внешней среды (исходной характеристики), а рассматриваемые конкретные условия в СЭО в процессе его эволюции отличаются от «нормальных».

Потенциалы поля эффективности формируются при решении задачи управления риском возникновения ЧС в СЭО следующим образом Сторона «А» ставит задачу обеспечения требуемых показателей эффективности управления риском возникновения чрезвычайных ситуаций в регионе при условии негативного воздействия стороны «В» Сторона «В» организует поток негативных факторов (явлений), потенциально приводящих к возникновению ЧС — Xя (г), распределенный в пространстве.

16

В соответствии с принятыми в работе предположениями о существовании трех подсистем, сторона «А», соответственно, формирует с помощью целевой подсистемы «А» поток информации об идентифицированных негативных факторах и явлениях J (г), также распределенный в пространстве Сторона «А» препятствует реализации этих факторов и явлений в ЧС с помощью развертывания защитной подсистемы «А» с интенсивностью цА (г) (профилактические мероприятия) и \?(г) (предупреждение и ликвидация выявленных негативных факторов) В результате воздействия целевой и защитной подсистем «А» на целевую подсистему «В» происходит ослабление Л'(г).

Основным итогом оценивания качества действий всех рассмотренных подсистем системы «А», реализующей комплекс мероприятий по предупреждению возникновения ЧС, является эффективность применения системы «А» в целом Поэтому за главный показатель успешной деятельности системы управления риском (со всеми ее элементами) в регионе принимается среднее количество ЧС, произошедших в регионе

Для оценивания эффективности функционирования моделируемой системы на основе идей, изложенных во 2-ом разделе работы, разработан метод оценивания эффективности функционирования системы управления риском возникновения ЧС

Сущность этого метода заключается в конкретизации уравнения синтеза модели и способов функционирования системы (1) в задаче разработки модели системы управления риском возникновения ЧС и способов ее функционирования в условиях воздействия внешней среды.

Конкретизация осуществляется следующим образом. Уравнение синтеза (1) преобразуется к конечноразностной схеме Так как система имеет определенный количественный состав, распределенный в пространстве с соответствующими зонами воздействия (взаимодействия, обзора, передачи данных и т п ), то при непрерывном изменении времени условие (1) можно задать соотношением вида

где N — количественный состав системы управления риском. Потенциал поля эффективности является производительностью системы, распределенной в пространстве и времени Поэтому необходимо установить зависимость производительности системы от ее пространственно-временных состояний, технических возможностей и управляющих воздействий

Технология применения метода оценивания эффективности функциони¬рования системы управления риском возникновения ЧС состоит из двух этапов

— обоснование оценивания,

- формирование показателя эффективности функционирования

Этап 1 Обоснование оценивания

1 Оценивание требует

17

-типизировать потери (ущерб) по типам воздействия социально-экономической обстановки,

-установить уровень потерь (ущерба) в регионе в зависимости от воздействий социально-экономической обстановки;

-разработать методику обоснования путей сокращения потенциальных потерь в регионе до допустимого уровня

2.0ценивание предполагает

-формализацию процессов воздействий в рамках теории нестационарных потоков Пуассона,

-формализацию деятельности системы РСЧС в регионе в рамках теории обслуживания нестационарных потоков Пуассона по показательному закону с переменной интенсивностью,

-разработку динамической модели процесса функционирования деятельности РСЧС в регионе в условиях воздействия окружающей среды,

-представление общих потерь региона уравнением результативности действий,

—выбор пути повышения эффективности деятельности системы РСЧС

3 Оценивание позволяет обосновать рациональные действия и способы их реализации на основе разработанной модели

Этап 2 Формирование показателя эффективности функционирования.

Показатель эффективности применения системы управления риском возникновения ЧС на основе создания ЦПС «А» и ЗПС «А» формируется на основе свойства потенциала поля эффективности (ППЭ)

J F(<psu,<pAu,g>i)dr = I,, (2)

ей

где Г(<Рц,(рц,<Рз) - обобщенный ППЭ системы управления риском,

сформированный в результате негативных воздействий внешней среды и одновременной деятельности ЦПС и ЗПС стороны "А",

N— количество элементов системы,

Л, — количество условных ЧС, которые произойдут в регионе в N элементах системы

Интеграл (2) в силу дискретного размещения средств в пространстве преобразуется к следующему виду

I\* =]" І p,(t)Xf(t)dt,

to '='

где p,(t) - вероятность наступления ЧС в ;-ом элементе системы; Xf (t) - интенсивность появления негативных факторов в г-ом элементе системы

p,(t) =(7- pf"(t)) Pf

где pf°"(t) - вероятность того, что негативный фактор воздействия внешней среды был идентифицирован и нейтрализован в і-ом элементе,

P"d(t) - вероятность того, что негативный фактор (явление) в г-ом элементе системы приведет к реализации ЧС.

В ходе исследования разработана базовая модель взаимовоздействия между СЭО с системой РСЧС (сторона "А") и внешней средой (сторона "В"), включающая определения векторов функции управления v'ft), \r(i), p(t), доставляющие W,, => mf при соответствующих вероятностях состояний системы

и ограничениях

^(0=( У\ (/)»vi (0> > у>п (0) - интенсивность идентификации негативных факторов, ^(0=(^(0-^(0. . Hv(0) - интенсивность мероприятий направленных на нейтрализацию выявленных негативных факторов, явлений, Д0= (Р\ (0. Mi (0. ,HN (0) \_ интенсивность профилактических мероприятий Вероятности состояний: pfft) = [l-(P?\t)+P,"(t))] [l-(if (t)+^"(t))], где P™(t), P'°(t), P'°(t) и P"(t) определяются из системы дифференциальных уравнений:

i-if°(0 = - Г(0^,в(0 + Г(0vf(0

at

i-^'(0 = -r(0<^f(0 + vf(0)+ ^"(0v!(0+ P:°(tyv)(t)

at

JLР\*Ц) = jf{t)xf(0 - P}\t)v|(0 + P,"(0v,2(0

at

j- /»"(0 = r (o A,\* (o- ^"(o<v:(o+ vf(o)

at при граничных условиях. lf(t0 ) = 1, if (?0) = if1 (f 0 )= P}] (t0)= 0

Ограничения на интенсивности (производительности) управляющих воздействий.

0<v)(t)<v)\*(t), 0<//, (t)<//,\*<t), 0<v,2CO<vf\*fy

Ограничения на ресурсы подсистем.

} I (у)(Ц-)л-аА, ) £ (v2(0)<\*=s\

^<5 = J І /л (0<й =\*\* w\ (t\), »rg - } Xа № = к\* »1 {t\),

где Wo - ресурс ЗПС "А" на профилактические мероприятия,

WQ- ожидаемое количество негативных факторов (явлений) в СЭО за время

19

^1 (\*\*А) ~ среднее количество предупрежденных в регионе негативных факторов (явлений), воздействующих на СЭО

Кв- нормирующий коэффициент, определяющий среднюю потребность в профилактических мероприятиях ЗПС "А", необходимых для компенсации одного (в среднем) фактора (явления) ЦПС "В",

(\*А — момент времени, когда в регионе было проведено последнее профилактическое мероприятие ЗПС"Л"

Показатель эффективности функционирования системы оценивается следующим выражением-

/= |Я Ротк Р"дЛ = \Х (1-Р^) fdt,

т т

где /- количество ЧС, произошедших в СЭО за период времени Г,

Рс€а~ вероятность обслуживания фактора (т.е вероятность того, что негативный фактор был идентифицирован и нейтрализован),

Р"д - вероятность перерастания негативного фактора в ЧС Ущерб, полученный в результате чрезвычайных ситуаций будет определяется

следующим выражением W~I(T) w,

где w - средний ущерб при реализации опасного явления (фактора).

Четвёртый раздел - «Методическое обеспечение управления риском возникновения чрезвычайных ситуаций». В разделе излагаются на основе разработанной модели методы действий системы РСЧС, подходы к организации управления руководством РСЧС, организации взаимодействия. Оценивается эффективность функционирования системы управления риском возникновения ЧС, сущность которого сводится к интегрированию соответствующих ППЭ по пространственно-временным состояниям элементов системы Оценивается снижение уровня потерь в регионе в условиях воздействий социально-экономической обстановки с помощью разработанных методик реализации комплексной модели.

Для формирования основных органов, решающих задачи в области ГО, защиты населения и территорий от ЧС природного и техногенного характера, обеспечения пожарной безопасности, с последующим переходом к синтезу модели управления системой предупреждения чрезвычайных ситуаций разработана структурная схема этой системы (рис 4) Процесс функционирования этой системы представляется последовательным выполнением ряда этапов

Этап 1 Генерация потока опасных явлений (А).

Этап 2 Идентификация информационной системой РСЧС опасных явлений с интенсивностью v\ (выявление нарушений требований норм и правил по предупреждению и ликвидации ЧС, правил ГО, требований пожарной безопасности)

20

Этап 3 Действия системы управления РСЧС по предупреждению ЧС путем обеспечения устранения выявленных негативных факторов с интенсивность v2

Промежутки времени между моментами обнаружения фактов являются величинами случайными Обнаруженные факты во времени образуют поток, который весьма близок к потоку Пуассона Время обработки данных о требуемом признаке является величиной случайной Обработанные в системе данные о признаках распределяются далее между выделенными силами и средствами, решающими соответствующие целевые задачи.

В диссертации рассмотрен случай, когда время пребывания требуемых признаков (фактов) в области действия надзорных подразделений РСЧС России ограничено и соизмеримо со временем, которое необходимо для их идентификации, а также обработки данных и принятия адекватных действий по этим признакам Поэтому систему РСЧС в работе предложено рассматривать как систему с отказами

Вероятности состояний системы РСЧС обозначены

Рт- информационная система (ИС) РСЧС (надзорные подразделения) и система управления (СУ) РСЧС, устраняющая выявленные факторы свободны от обслуживания негативных факторов,

Р10 — ИС занята получением информации по об одном факторе (явлении),

СУ свободна от обслуживания;

Рт - ИС свободна, а СУ занята обработкой информации о факторе и выработкой решения на применение сил и средств,

Ри— обе системы заняты

21

Получены дифференциальные уравнения состояний информационно-управляющей системы (вид уравнений представлен во втором разделе) Физически процесс состоит в «прореживании» потока негативных факторов Я = Я • Рот1!, где А.\* - поток неспрогнозированных и непредупрежденных происшествий и ЧС, Ротк - вероятность того, что опасное явление не будет нейтрализовано системой управления.

В работе рассмотрены возможности информационно-управляющей системы при прогнозировании возникновения ЧС на примере функционирования территориальной подсистемы РСЧС по Санкт-Петербургу и ее структурных подразделений. Проведен анализ ее деятельности по количеству предложенных к устранению мероприятий, выявленных в ходе плановых мероприятий контроля за соблюдением требований норм и правил по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций, за соблюдением правил гражданской обороны.

Разработанный инструмент позволяет оценить эффективность проведения профилактических мероприятий, прогнозировать результаты деятельности системы РСЧС по управлению риском возникновения ЧС и выработать определенные требования ее деятельности для поддержания требуемого показателя эффективности Методический аппарат, разработанный в диссертации, может быть применен для разработки исходных данных и выработки решений руководящим составом РСЧС, а также систем поддержки принятия решения при управлении риском возникновения чрезвычайных ситуаций

Показано, что одним из основных элементов структуры системы по управлению риском возникновения ЧС являются системы мониторинга С целью проверки методических рекомендаций, предложенных автором они были проверены на факультете Безопасности СПбГПУ На их основе было произведено усовершенствование и принята к практической реализации администрацией закрытого административно-территориального образования система радиационного мониторинга потенциально опасных объектов в г Полярный Мурманской области

Таким образом, разработанные модель системы управления риском возникновения ЧС, метод оценивания эффективности деятельности РСЧС различного иерархического уровней, методическое обеспечение по управлению риском возникновения ЧС позволили решить задачи исследования и обеспечить достижение цели исследования

В заключении приведены основные научные и практические результаты, полученные в работе, основные направления их дальнейшего развития и пути реализации Сведения о реализации, публикации и апробации

22 ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ:

1 Поставлена и формализована задача управления риском возникновения чрезвычайных ситуаций в СЭО различных уровней иерархии на основе использования адекватных динамических моделей

2 Разработана динамическая модель управления риском адекватная различной социально-экономической и организационно-технической обстановке.

3. Разработан метод оценивания эффективности управления деятельности РСЧС объектового и территориального уровней СЭО

4 Разработано методическое обеспечение и предложения по управлению риском возникновения чрезвычайных ситуаций в СЭО различных уровней иерархии

Список научных работ, опубликованных по теме диссертации:

1. Матвеев А В., Тимофеева Ю А. Разработка методик расчета показателей стандартов проживания жителей субъектов РФ в области гражданской обороны, защиты населения и территорий от ЧС, обеспечения пожарной безопасности // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Том 2 Экономические и гуманитарные науки. - СПб.: Изд-во СПбГПУ 2006 (№ 602 по перечню ВАК РФ).-0,4/0,2 п л

2 Матвеев А В , Магулян Г Г, Матвеев В В. Обеспечение безопасности автоматизированных систем управления объектов электроэнергетики от электромагнитного терроризма // Проблемы информационной безопасности Компьютерные системы - СПб.- СПбГПУ № 2. 2006. (№> 726 по перечню ВАК РФ) - 0,6/0,2 п л.

3 Матвеев А.В, Кляхин В.Н Организационные, технические и методические аспекты обеспечения безопасности особо важных и потенциально опасных объектов при возникновении чрезвычайных ситуаций Монография -СПб. ООО «НП Святогор», 2005. - 6,0/3,0 пл.

4 Матвеев А В, Бурлов В.Г, Дубаренко К.А, Потапов Б В Основы теории анализа и управления риском в чрезвычайных ситуациях Монография в 2-х томах. -СПб.. Санкт-Петербургский государственный политехнический университет, 2003 -25,0/6,5 п л.

5 Матвеев А В, Бабиков В Н. Один из подходов к синтезу структуры комплексной системы защиты информации в ИАСУ формирований МЧС. // Материалы 13-й Международной научно-практической конференции «Высокие интеллектуальные технологии и генерация знаний в образовании и науке» Национальная безопасность -СПб. Издательство СПбГПУ, 2006 -0,2/0,1 пл

6 Отчет по НИР «Усовершенствование системы радиационного

мониторинга потенциально опасных объектов в г. Полярный Мурманской

области» (разд 1, 2) СПбГПУ, 2005 - 10,0 п л.

23

7. Матвеев Л.В. О методологических оеиовах оценивания и управлергия риском возникновения ЧС на потенциально опасных объектах. // Сб. Проблемы риска в техногенной и социальной сферах. Вып. 1. - СПб.: С1161 НУ, 2004. - 0,4 п.л.

8. Матвеев А.В., Курлов В.Г, Разработка математической модели оценки и управления риском в системе страхования па основе закона сохранения целостности // Сборник «Национальная безопасность» материалов VI Йссросскйскш конференции по проблемам науки и высшей школы. - СПб.: СП6П'У,2002.- 0,6/0,3 п.л.

9. Матвеев А.В., Израилов К.Е. Программное обеспечение прогнозирования ущерба объектов экономики При чрезвычайных ситуациях // Сборник «Национальная безопасность» материалов VI Всероссийской конференции по проблемам науки и высшей школы. - СПб.: СПбГТУ, 2002. -0,2/0,1 п.л.

10. Матвеев А.В. Применение безгранично делимых распределений и математическою аппарата процессов Марковского восстановления (асимптотических методов решения соотвегствующих задач) в проблеме обеспечения национальной безопасности // Сборник «Национальная безопасность» материалов (V Псероссийской научно-технической конференции. - СПб.: СІ161 ТУ. 2000.- 0.1 п.л.

11.Матвеев А.Н. Об управлении риском посредством математического аппарата безгранично делимых распределений // Сборник «Неделя науки» в СПбГТУ. - СПб.: СПбГТУ, 1999. -0,1 п.л.

Подписано в печать 19.04,2007 Формат 60\*84 ш«

Печать ірафаретная Объем 1,0 п.л. Тираж 100 зкз.

Отпечатано н Санкт-Петербургском университете ГПС МЧС России 196105, Санкт-Петербург, Московский проспект, д. 149