На правах рукописи

Катыхин Александр Иванович

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ ДЕЙСТВИЯМИ подразделений МЧС НА ОСНОВЕ ИГРОВОГО АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ОБУЧАЮЩЕГО КОМПЛЕКСА

05.13.10 – Управление в социальных и экономических системах

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени

кандидата технических наук

Курск - 2012

Работа выполнена в Юго-Западном государственном университете

|  |  |
| --- | --- |
| Научный руководитель: | Доктор технических наук, профессор,  заслуженный деятель науки Российской Федерации  *Сизов Александр Семенович* |
|  |  |
| Официальные оппоненты: | *Маслак Анатолий Андреевич*  доктор технических наук, профессор,  Кубанский государственный университет, филиал в г. Славянск-на-Кубани  профессор кафедры математики, информатики и методики их преподавания |
|  | *Мельник Екатерина Васильевна*  кандидат технических наук, доцент  Юго-Западный государственный университет  доцент кафедры программного обеспечения вычислительной техники |
|  |  |
|  |  |
| Ведущая организация: | Государственный университет - учебно-научно- производственный комплекс (г. Орел) |

Защита диссертации состоится 25 апреля 2012 г. в 16-00 часов в конференц-зале на заседании диссертационного совета Д 212.105.02 при Юго-Западном государственном университете по адресу: 305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Юго-Западного государственного университета.

Автореферат разослан «24» марта 2012 г.

|  |  |
| --- | --- |
| Ученый секретарь | Е.А. Титенко |
| диссертационного совета Д 212.105.02 |

**рисунок_12.jpg**

**общая характеристика работы**

**Актуальность темы.** Ежегодно на территории России происходит большое количество катастроф техногенного и экологического характера, которые наносят крупный социально-экономический ущерб. Важнейшей социально-экономической проблемой является своевременная ликвидация чрезвычайных ситуаций (ЧС) силами структурных подразделений МЧС. Эффективность решения этой проблемы во многом определяется качеством обучения личного состава подразделений МЧС, поскольку от его действий зависят жизни людей (социальный аспект), сохранение культурных и материальных ценностей (экономический аспект). Для уменьшения негативного воздействия от разрушений, причиняемых населению и промышленным объектам, необходимо быстро и качественно осуществить подготовку и переподготовку сотрудников подразделений МЧС, работающих в системах оперативного управления, таких как центры управления в кризисных ситуациях, единые дежурно-диспетчерские службы и др.

Достаточно часто аварийные и нештатные ситуации возникают из-за конструктивных недостатков, изношенности оборудования, низкой квалификации работающих и халатности производственного персонала, нарушений техники безопасности и др. В этих случаях большинство систем оперативного управления, как правило, не выдают конкретных комплексных рекомендаций оперативно-диспетчерскому персоналу. Эти ограничения обусловливают необходимость разработки и внедрения информационных систем нового уровня, позволяющих улучшить подготовку оперативно-диспетчерского персонала, а также значительно повысить эффективность работы структурных подразделений МЧС.

Динамизм изменения обстановки, неопределенность и неполнота поступающих данных, сокращение времени на реагирование и ликвидацию ЧС, многоплановость и многовариантность решения задач защиты населения требуют поиска новых форм компьютерных обучающих программ, имитационных систем, тренажеров. Применение таких информационных систем и технологий обучения позволяет снизить затраты на натурное моделирование ЧС, сократить сроки и повысить уровень подготовки специалистов к принятию эффективных решений по борьбе с ЧС.

При использовании инновационных информационных технологий обучения необходимым элементом является управление. В настоящее время при использовании обучающих программ управление в процессе обучения осуществляется на уровнях изучения теоретического материала, практического освоения и итогового или тематического контроля. При этом, ограничением является статичность знаний, т.е. их неизменность в некоторый достаточно длительный промежуток времени. Это не соответствует динамике ситуаций, с которыми в ежедневной практике сталкиваются сотрудники подразделений МЧС.

Вопросам создания собственно автоматизированных обучающих систем (АОС) посвящены работы Башмакова А.И., Иванченко А.И., Савельева А.Я., Соловова В.А. Методологические подходы к совершенствованию учебного процесса и методы обучения, учитывающие специфику подготовки спасателей, изложены в трудах Брушлинского Н.Н., Денисова А.Н., Кафидова В.В., Мисюкевича Н.С. и других.

Высокая динамика оперативной обстановки в ЧС, высокая цена каждого действия спасателя, недостаточная разработанность методологии обучения личного состава подразделений МЧС эффективному проведению аварийно-спасательных и других неотложных работ, обусловливают потребности практики в совершенствовании процесса обучения методам и способам применения технических средств (ТС), с возможностью гибкого и своевременного изменения учебного материала. В основу метода в работе положен компетентностный подход, реализация которого позволяет дать спасателю способность действовать эффективно в различных профессиональных и жизненных ситуациях. Модель образования на основе компетенций позволяет соединить личностный и социальный смыслы образовательного процесса. Она связана с изменением целей и содержания подготовки специалиста, что приводит к необходимости совершенствования методического обеспечения учебного процесса. В настоящее время применяются классические методы обучения (лекционный, работа с книгой, практический). Данные методы зарекомендовали себя, однако, они имеют следующие ограничения:

- отсутствие необходимого количества изучаемых (особенно новых) технических средств в процессе обучения;

- недостаточное количество времени, отводимого на изучение методов применения технических средств;

- отсутствие условий для наработки навыков применения технических средств;

- недостаточное внимание развитию творческих способностей.

Эти ограничения обусловливают наличие *противоречия* между возможностями существующей системы обучения по управлению действиями личного состава подразделений МЧС при выполнению оперативных работ по ликвидации ЧС с применением технических средств и высокими оперативно-техническими требованиями по качеству и срокам подготовки личного состава подразделений МЧС, при действиях в условиях высокой динамики изменения оперативной обстановки, увеличения номенклатуры технических средств, применяемых в ЧС.

Одним из путей преодоления вышеперечисленных ограничений в современных условиях является внедрение информационных технологий и систем в процесс обучения личного состава подразделений МЧС с применением активных игровых методов обучения.

**Целью диссертационной работы** является повышение оперативности и качества подготовки личного состава подразделений МЧС по управлению действиями в динамичной оперативно-тактической обстановке путем разработки информационного обеспечения игрового автоматизированного обучающего комплекса (ИАОК).

**Научной задачей диссертационной работы**  является разработка метода игрового автоматизированного обучения и модели представления учебного материала в информационной базе, обеспечивающих развитие творческих способностей личного состава и повышение уровня обучения управлению действиями в чрезвычайных условиях и высокой динамики оперативно-тактической обстановки.

В работе решаются следующие **основные задачи:**

1. Анализ состояния вопроса создания АОС и обоснование оперативно-технических требований к системе активного обучения личного состава управлению действиями в ходе аварийно-спасательных работ. Формулировка направлений исследований.
2. Разработка концептуальных положений и обобщенной функционально-структурной схемы игрового автоматизированного обучающего комплекса (ИАОК).
3. Разработка математических моделей представления данных в информационной базе ИАОК.
4. Разработка обобщенной модели гипермедийной информационной базы на основе нечетких когнитивных карт.
5. Экспериментальные исследования разработанных методов, моделей и методики автоматизированного обучения личного состава подразделений МЧС.

**Объектом исследования** является система обучения личного состава подразделений МЧС принятию оперативных решений и тактике применения технических средств тушения пожара.

**Предметом исследования** являются методы и средства игрового автоматизированного обучения личного состава подразделений МЧС.

**В работе использованы методы** и положения теорий: управления в организационно-технических системах, нечетких множеств и логики, теории графов, системного анализа, синтеза баз данных, знаний, исследования операций, педагогики.

**Научная новизна работы и основные положения, выносимые на защиту:**

1. Концептуальные положения повышения эффективности обучения личного состава подразделений МЧС управлению действиями в условиях высокой динамики оперативно-тактической обстановки на основе создания ИАОК, существо которых состоит в следующем:

- обеспечение развития творческих способностей обучаемых на основе когнитивной иерархической системы обучения, реализующей моделирование реальных стереотипных оперативных ситуаций с возможностью их модификации и многоальтернативность решений в процессе обучения;

- организация и обеспечение индивидуального и группового обучения личного состава подразделений МЧС, обладающих различными когнитивными стилями при обучении.

- системная модель организации процесса обучения должна включать уровни: оперативных задач, объектов ЧС, оперативных ситуаций, методов и способов применения технических средств, а также активных игровых методов обучения;

- функционально-структурная организация информационного обеспечения ИАОК должна обеспечивать формирование онтологий изучаемых дисциплин, описание стереотипных оперативных ситуаций, возможность формирования вводных по изменению оперативных ситуаций, а также возможность индивидуального и группового принятия решений в процессе обучения;

2. Математическая модель описания оперативных ситуаций в условиях ликвидации ЧС на основе нечетких когнитивных карт, особенностью которой является применение статического нечеткого графа в случае представления в информационной базе стереотипных ситуаций и нечеткого динамического графа, отражающего изменение оперативной ситуации или наличие нестереотипной ситуации.

3. Обобщенная модель гипермедийной информационной базы ИАОК, особенностью которой является использование нечетких разнородных гипермедийных элементов, семантически связанных между собой и взаимно дополняющих друг друга, позволяющая представлять стереотипные и нестереотипные оперативные ситуации и развивать творческие способностей обучаемых.

4. Функционально-структурная организация ИАОК, представленная трехуровневой иерархической структурой, особенностью которой является: введение модуля генерации индивидуальной структуры учебного материала на «тестовом» уровне (изучения теоретического материала и контроля усвоения полученных знаний); введение модуля моделирования условий выполнения оперативных задач на уровне представления стереотипной ситуации; введение модуля генерации изменения условий выполнения оперативных задач на уровне динамического представления нестереотипной ситуации, а также модуля определения когнитивного стиля для реализации индивидуального и группового обучения.

**Реализация и внедрение.** Основные результаты теоретических и экспериментальных исследований, полученные в работе, были внедрены в практическую деятельность в учебном пункте 2-й группы ФГУК «1 отряд ФПС по Курской области, а также используются в учебном процессе Юго-Западного государственного университета при изучении дисциплины «Компьютерные системы поддержки принятия решений». Практическое применение результатов исследования подтверждается актами внедрения.

**Практическая значимость.** Разработанный ИАОК может применяться при подготовке и переподготовке подразделений МЧС, оперативно-диспетчерского персонала промышленных объектов как при изучении теоретических дисциплин, так и при получении навыков ликвидации ЧС. ИАОК позволяет повысить эффективность оперативного управления объектами и территориями при ликвидации ЧС природного и техногенного характера.

**Апробация работы.** Основные материалы диссертационной работы докладывались и обсуждались на следующих научно-технических конференциях: IX Международной конференции «Распознавание» (Курск, 2010); VIII Международной научно-технической конференции «Современные инструментальные системы, информационные технологии и инновации» (Курск, 2011); Международной научно-технической конференции «Современные информационные технологии» (Пенза, 2011); XIX военно-научной конференции Череповецкого военного инженерного института радиоэлектроники (Череповец, 2011). Результаты диссертационной работы обсуждались на кафедре Информационных систем и технологий Юго-Западного государственного университета с 2009 по 2011 гг.

**Публикации.** По теме диссертационной работы опубликовано 11 работ, в том числе 3 статьи в рецензируемых научных журналах и 1 свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ.

**Личный вклад автора.** В работах, выполненных в соавторстве лично автором проведен анализ особенностей автоматизации процессов обучения подразделений МЧС и определены пути повышения их эффективности за счет обеспечения развития творческих способностей обучаемых на основе когнитивной иерархической системы обучения [3], разработана системная модель предметной области и организации процесса обучения [5, 7, 9], математическая модель описания оперативных ситуаций [2, 4, 6, 10], функционально-структурная организация информационного обеспечения ИАОК, представленная многоуровневой иерархической структурой [1, 8].

**Соответствие паспорту специальности.** Согласно паспорту специальности 05.13.10 - Управление в социальных и экономических системах вопросы, рассмотренные в диссертации, соответствует п. 5 области исследования: «Разработка специального математического и программного обеспечения систем управления и принятия решений в социальных и экономических системах» в части разработки методов управления в области образования и охраны природы, совершенствования управления и механизмов принятия решений при ЧС, разработки новых моделей управления процессом обучения с целью повышения качества образования.

**Структура диссертации.** Диссертационная работа со­стоит из введения, пяти глав, заключения, списка литературы и приложений, изложена на 150 страницах основного текста, вклю­чает 18 таблиц и 35 рисунков.

**ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

**Во введении** обоснована актуальность темы диссертационной работы, сформулирована цель и основные задачи исследований, новизна полученных результатов, приведены положения, выносимые на защиту, дана краткая аннотация разделов, а также сведения об апробации основных результатов работы и публикациях.

**В первой главе** проведен анализ систем оперативного управления ЧС, автоматизированных систем и электронных средств обучения, используемых в настоящее время в обучающем процессе, в том числе при подготовке личного состава подразделений МЧС действиям в условиях ЧС.

Обзор обучающих систем и применяемых при их проектировании инструментальных оболочек, показал, что основными направлениями работ по исследованию и разработке АОС в настоящее время во всем мире являются:

- создание новых форм представления и способов хранения знаний (учебного материала), стратегий активации и использования этих знаний;

- разработка формальных и когнитивных моделей приобретения знаний;

- формирование моделей поведения обучаемых;

- создание новых стратегий и изучения учебного материала.

Проведенный анализ показал, что существует ряд ограничений, затрудняющий применение разработанных обучающих средств, в рамках решаемой задачи.

К числу ограничений можно отнести следующие:

- жесткая (заложенная в алгоритм) методология обучения и массовое, валовое обучение, не учитывающее индивидуальных особенностей обучаемого;

- обратная связь в системы организована с низкой частотой управляющих воздействий или отсутствует, что затрудняет организацию адаптивного управления обучением или делает ее невозможной;

- форма представления ответов и методы их оценивания ограничены четкими правилами системы или не предполагают ситуации выбора при решении учебных задач;

- отсутствует возможность полнотекстового поиска с учетом морфологии языка представления информации;

- отсутствует возможность генерации тестовых заданий и нетиповых учебно-тренировочных задач, развивающих творческие способности и навыки обучаемого;

- не учитываются когнитивные стили обучаемых с целью организации индивидуального и группового обучения.

Таким образом, основной сложностью компьютерного обучения личного состава подразделений МЧС остается задача создания АОС, способной обеспечить эффективную организацию содержания учебного курса при индивидуальном обучении, стратегий усвоения и режимов активного взаимодействия обучаемого с системой подготовки.

В работе определены оперативно-технические требования к разрабатываемой обучающей системе, учитывающие специфические особенности предметной области подготовки специалистов МЧС, к которым в работе отнесены:

- постоянное расширение спектра задач, решаемых подразделениями МЧС;

- техническое усовершенствование и обновление номенклатуры применяемых технических средств;

- большой объем и разнородность обрабатываемой информации;

- высокая динамика изменения оперативной обстановки;

- неопределенность ситуаций при решении чрезвычайной задачи;

- жесткие временные ограничения на выработку и принятие решений;

- недоопределенность, невозможность полной формализации задачи обучения.

Отмечено, что развитию творческих способностей обучаемых способствует включение в процесс обучения задач творческого характера. Анализ показал, что с указанной целью целесообразно использовать имитационные игровые методы активного обучения, разновидностью которых является деловая игра.

Деловая игра представляет собой мероприятия, проводимые на основе имитационных моделей реальных процессов с целью развития навыков и способностей сотрудников, необходимых для разработки и реализации управленческих решений.

На основе анализа специфики рассматриваемой предметной области обучения и требований к уровню подготовки личного состава подразделений МЧС, обоснованы направления исследований диссертационной работы.

**Во второй главе** вводится понятие, в отличие от деловой, оперативной игры (ОИ), сформулированы ее характеристические признаки, обоснованы концептуальные положения повышения эффективности обучения личного состава подразделений МЧС, применительно к условиям высокой динамики оперативно-тактической обстановки на основе создания ИАОК.

Механизм проведения ОИ должен предусматривать наличие информационного обеспечения: возможность регистрации, хранения, поиска и вывода разнородной информации, ее статистический анализ, проведение расчетов, подкрепляющих тот или иной вариант управленческого решения.

Автоматизация указанных процессов в ОИ предполагает использование с этой целью ПЭВМ. В соответствии с этим, оперативная игра, в которой ряд функций возложен на ПЭВМ, рассматривается как автоматизированная система, имеющая функциональную схему, приведенную на рисунке 1.



Рис. 1. Функциональная схема реализации ОИ на основе АИОК

Взаимосвязь между плоскостями (стратами) можно отразить следующими теоретико-множественными отношениями:

|  |  |
| --- | --- |
| , | (1) |

где ОЗi – оперативные задачи, помещенные на первую плоскость,

ОЧСj – объекты чрезвычайных ситуаций воздействие на которые обеспечивает решение задач первого уровня, помещенные на вторую плоскость,

Пkk – признаки чрезвычайных ситуаций, по которым определяется тип и уровень сложности объектов ЧС, расположенные на третьей плоскости;

ОСw – оперативные ситуации, в условиях которых необходимо решать задачи на объектах ЧС, образующие четвертую плоскость;

МС*l* – методы и способы применения ТС, тактики проведения аварийно-спасательных и других неотложных работ, помещенные на пятую плоскость;

ЗУНt – знания, умения и навыки, расположенные на шестой плоскости;

МОn - содержит методы обучения личного состава, посредством которых обучаемые получают знания, умения и навыки шестого уровня.

Зависимости fi, заданные с помощью теоретико-множественного отображения, являются нечеткими. Для каждого строится своя функция принадлежности нечеткого множества.

Восьмая плоскость моделирует систему обучения как единый логический объект, содержащий независимые от задач компоненты.

Девятая плоскость системной модели отображает аппаратно-программную реализацию системы обучения на уровне физических объектов и их взаимодействие. Она должна содержать элементы обучения и элементы контроля знаний обучаемых, которые делят данную плоскость на следующие подплоскости:

- оценки уровня начальных знаний;

- изучения теоретического материала, осмысления и закрепления теории посредством выполнения упражнений;

- оценки уровня готовности к решению ОЗ в условиях типовой оперативной ситуации;

- оценки уровня готовности к решению ОЗ в условиях высокой динамики развития оперативной ситуации;

- развития творческих способностей обучаемых.

На основе целевых показателей представления учебного материала предложенных в работе Беспалько В.П., сформулировано понятие об уровне усвоения учебного материала и проведена соответствующая классификация. Обоснована рациональная последовательность обучения личного состава подразделений МЧС, на основании которой, разработана обобщенная схема ИАОК в виде трехуровневой структуры (рисунок 2).

**В третьей главе** разработаны математические модели представления данных в информационной базе ИАОК на каждом уровне автоматизированного обучения.

Модель информационного обеспечения уровня «тестов» предложено реализовать на основе аппарата теории графов, а общую схему усвоения учебного материала представить в виде семиотической сети, что позволило автоматизировать процесс разработки последовательности изучения учебного материала и формирования контрольных и тренировочных упражнений, развивающих творческие способности обучаемых.

****

Рис. 2. Обобщенная схема игрового автоматизированного обучающего комплекса

Механизм ввода при моделировании заключается в следующем: в какую-либо точку входа вершины вводится возмущение, имеющие вид атрибута темы выбранной для изучения, в результате чего соответствующая вершина переходит в возбужденное состояние. Механизм вывода представляется оценкой изменений состояний вершин, вызванных распространением по сети возбуждения в виде рефлексии орграфа лежащего в основе сети. Реакция на возбуждение выражается в активизации связанных вершин, в зависимости от топологии сети и входных данных.

Для управления такими сложными объектами, как процесс обучения, принципиально необходимо привлечение информации, которая не может быть выражена количественно. Поэтому может быть использована теория семантических сетей.

С точкой входа может быть связана произвольная процедура обучения, и тогда возбуждение данной точки будет вызывать выполнение этой процедуры. Это может быть любой элемент процесса обучения или правило использования вершины в зависимости от пути, по которому пришло возбуждение в эту вершину.

При формировании тренировочных упражнений активизируются те или иные связи между вершинами графа, в соответствии с используемым правилом, объединяя семантически близкие темы.

С целью разработки математической модели описания оперативной ситуации, факторы (элементы) описания (объекта моделирования) разделены на целевые (воздействующие на ситуацию существенным образом) и избыточные (малозначащие). Влияние управляющих факторов интегрировано в понятии «вектор управляющих воздействий», представляющий собой - совокупность факторов, на каждый из которых подается управляющий импульс заданной величины.

На основе представленного подхода к моделированию оперативной ситуации, и используя в качестве основного инструмента нечёткие когнитивные карты Силова, разработана математическая модель информационного обеспечения второго уровня автоматизированного обучения.

Для снижения степени субъективизма при оценке влияния факторов, для каждой вершины рассмотрены по два множества элементов влияющих положительно и отрицательно. Для построения функций принадлежности таких множеств, то есть нахождения или , применялись методы парных сравнений Т. Саати и OWA оператора Р.Ягера.

С целью описания опосредованных взаимных влияний концептов разработан модифицированный алгоритм расчета транзитивного замыкания для определения системных характеристик когнитивной карты. Шаги алгоритма:

1. Выполнить переход от исходной нечеткой когнитивной к нечеткой матрице связей R размерностью *2n* X *2п* путем следующей замены:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (2) |
| . | (3) |

1. Вычислить транзитивное замыкание нечеткого отношения R:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (4) |

расчет каждого элемента осуществляется как:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (5) |

где n - число концептов, - элемент матрицы , - элемент матрицы и т.д.

1. От полученной на предыдущем шаге матрицы перейти к транзитивно замкнутой когнитивной матрице , элементами которой являются пары (), где характеризует силу положительного влияния, а - силу отрицательного влияния -гo концепта на -й:

|  |  |
| --- | --- |
| , | (6) |
|  | (7) |

Элементы полученной матрицы Z могут использоваться в качестве по­казателей, характеризующих динамику решения одной или нескольких частных задач в условиях оперативной ситуации. Полученная матрица взаимовлияния позволяет также решать задачи анализа сложных объектов и процессов.

На основе этой матрицы рассчитываются основные системные показатели нечеткой когнитивной карты, по которым определен взаимный консонанс, диссонанс, положительное и отрицатель­ное влияние концептов друг на друга и на систему в целом и другие систем­ные и интегральные показатели, используемые для визуализации свойств моделируемого объекта.

Выбирая соответствующий тип отношений и задавая уровень их значений, получаем бинарную матрицу и, следовательно, выделяем классы взаимосвязанных концептов, характеризуемых этим уровнем относительно соответствующего, выбранного для анализа свойства (взаимного консонанса, диссонанса, положительного и отрицательного влияния).

Для разработки математической модели третьего уровня автоматизированного обучения, построен алгоритм влияния изменений значения одной вершины на величины других вершин. В основу этого алгоритма положена идея импульсного процесса, предложенная в работе Д. Робертса.

Чтобы определить правило изменения значений вершин в ходе импульсного процесса, рассмотрим когнитивную модель оперативной ситуации вершины которой представлены множеством Предположим, что каждая вершина ui в ходе импульсного процесса принимает значение в дискретные моменты и т.д.

Определим значений вершин (при *t* > 0):

|  |  |
| --- | --- |
|  | (8) |

где - вес дуги из вершины в вершину ;

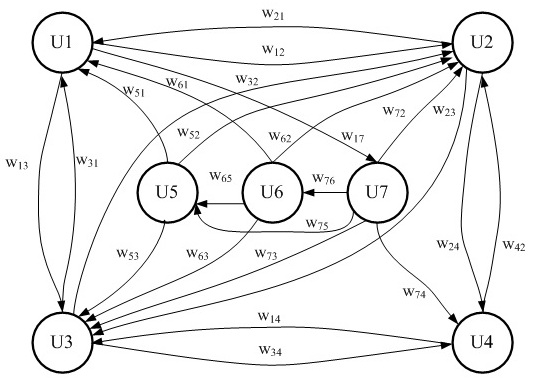
- изменение в вершине на шаге *t.*

Изменение p*i*(t) в вершине при *t* > 0 будем называть импульсом в вершине на шаге *t* и определим как:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (9 |

Реализация импульсного процесса в компьютерной программе позволяет моделировать динамику изменения оперативной ситуации, прогнозировать конечные значения вершин орграфа в импульсном процессе.

Проанализировав влияющие концепты, можно процесс управления обучением и его контролем представить в виде ориентированного взвешенного графа, вершины которого в процессе обучения раскрашиваются в один из четырех цветов (см. рис. 4). При чем этот граф описывает состояние системы на любом из трех уровней обучения: и на уровне тестов, и на уровне стереотипных оперативных ситуаций, и на уровне оперативной игры, отражающей реальную оперативную ситуацию.



где - степень влияния вершины на вершину .

Рис. 3. Фрагмент взвешенного ориентированного графа.

Вершины *Ui* обозначают:

- вопросы, на которые отвечает обучаемый;

- уровень обученности отвечающего;

- уровень утомляемости отвечающего;

- оказываемая помощь обучаемому;

- объем предлагаемого материала для изучения и контроля;

- сложность изучаемого и контролируемого материала;

- уровень умственных способностей.

Под вопросами, на которые отвечает обучаемый, понимают

- на первом уровне – вопросы тестов,

- на втором уровне – стандартные ситуации, анализ которых предъявляется оперативнику,

- на третьем уровне – реальные действия, которые должен совершить обучаемый для ликвидации или предупреждения чрезвычайной ситуации.

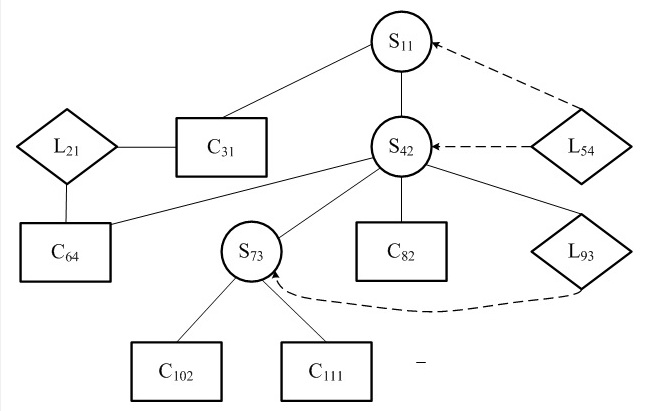
Экспериментально установлено, что для достаточного контроля и прохождения обучения необходимо на первом уровне сформировать тест из 25 вопросов, на втором уровне предъявить при обучении не менее 5 стандартных ситуаций, на третьем уровне декомпозировать оперативную игру, где необходимо совершить 15-20 не предусмотренных стандартных ситуаций.

Импульсный процесс формируется количеством вопросов, изменением уровня сложности вопросов по одной тематике, изменением параметров стандартных и оперативных ситуаций, куда могут привлекаться знания из других тем, изученных ранее. Таким образом, импульс вводится в вершины , , .

Управление действиями оперативного состава осуществляется на основе анализа раскраски ориентированного графа, представленного на рис. 4, после осуществления контрольных мероприятий. При этом основное внимание уделяется раскраске вершин и . При тревожной раскраске вершины в целях снижения утомляемости рекомендуется остановить процесс обучения.

**В четвертой главе** разработана модель организации контента на основе семантической сети, использующая следующие принципы структурирования:

1. Разбиение контента на множество структурных элементов .
2. Типизация структурных элементов , где *-* множество типов. — множество типов семантических элементов, соответствующих дидактическим единицам контента (например: «инструкция», «развивающее упражнение», «оперативная ситуация» и др.); - множество типов мультимедиа элементов (например «текст», «графика», «ани­мация», «видео»); — множество типов элементов семантических связей, используемых для установления логических зависимостей (например «следует из», «предназначено», «влияет»).
3. Иерархическое упорядочение контента, отражающее отношение «целое-часть» между структурными элементами. Иерархия опре­деляется отображением F: , ставящим в соответствие каждому структурному элементу множество его дочерних элементов (рис. 5).
4. Задание семантических связей, отражающих логические зависи­мости между структурными элементами. Семантические связи определяются отображением   
    множества элементов семантической связи во множество семан­тических элементов.



– семантический элемент , имеющий тип ;

- семантический элемент , имеющий тип ;

- семантический элемент , имеющий тип

Рис. 4. Фрагмент структуры контента

В работе предлагается ряд численных характеристик, предназначенных для оценки особенностей семантической структуры контента. Основными требованиями к представлению контента являются адекватное отражение семантики дидактических материалов и представление широких возможностей по обработке контента. Предлагаемые характеристики направлены на оценку соответствия структуры контента данным требованиям. Исходя из используемых в модели механизмов структурирования выделяются три группы характеристик: типизация, семантические связи, иерархическая структура.

Для получения характеристик структуры контента используются следующие операторы :

- множество элементов типа ;  
 - множество родительских элементов;

для некоторого - множество дочерних элементов;

для некоторого такого, что - множество целевых элементов;

, для некоторого - множество исходных элементов.

Приведенные операции вместе со стандартными множественными операциями задают алгебру на – семействе всех подмножеств структурных элементов.

Основной характеристикой структуры контента является п – количество структурных элементов. Как правило, чем больше количе­ство структурных элементов, используемых для представления данного контента, тем шире возможности по его обработке.

Для исследования структуры семантических связей определим отношения «ссылается» и «описывается» на множестве семантических элементов.

Применительно к первому уровню автоматизированного обучения (при формировании учебного курса) будем говорить, что ссылается на . Применительно ко второму и третьему уровню (при моделировании оперативной ситуации) - что описывается (или равноценно « описывает »). Будем записывать эту зависимость как .

Считаем, что если выполняется одно из следующих условий:

- ;

- существует такой, что ;

- существует cтакой, что ;

- существует такой, что и .

Полагаем, что отношение семантической связи (~) задает отношение нечеткой эквивалентности на множестве семантических элементов.

Для использования предложенного математического аппарата с нечеткостью в структуре вводится в рассмотрение множество «описывает» определяющего присутствие мультимедийного элемента в контенте описания части учебного материала или элемента находящегося в иерархии элементов описания конкретной оперативной ситуации на одном уровне или уровнем выше данного. Введем также нечеткие подмножества: «описывает однозначно», «описывает возможно», «описывает мало». Принадлежность элемента мультимедиа к каждому из нечетких под­множеств будем определять исходя из весового коэф­фициента pi, который вначале будет определен экспертным методом, а в процессе работы с системой информационного обеспечения будет корректироваться.

Предложена следующая процедурная модель описания оперативной ситуации гипермедийными элементами на текущий момент обучения:

1. Задать требуемый уровень усвоения знаний (учебного материала) обучаемым.
2. На основании результатов выполнения упражнений соответствующего уровня электронного обучения построить модель характеристик пользователя.
3. Если значение параметров модели характеристик пользователя не равны требуемым, то перейти к пункту 4, иначе перейти к пункту 7.
4. Для промежуточного контроля генерировать оперативную ситуацию, выбирая соответствующие элементы контента.
5. Произвести корректировку весовых коэффициен­тов описания элементов . на основании построенной модели характеристик пользователя (уменьшить или увеличить в соответствии с выполнением или невыполнением упражнения). Для генерации упражнения творческого характера целесообразно ввести в описание оперативной ситуации элементы контента с весовыми коэффициентами описания < 0,5.
6. Сформировать адаптированную структуру оперативной ситуации, состоящую из набора гипермедийных элементов, и перейти к пункту 2.

7. Закончить работу с системой.

**Пятая глава** посвящена разработке методики оценки решения учебно-тренировочных задач. Проведена экспериментальная апробация системы обучения и проанализированы результаты эксперимента.

Для проведения экспериментальной оценки рассмотрена когнитивная модель фрагмента оперативной ситуации «Тушение пожара в локомотивном депо». Построена нечеткая когнитивная карта в виде нечеткого графа для фрагмента реальной оперативной ситуации и рассчитаны ее системные показатели. Формализация процесса создания нестереотипной ситуации осуществлялась путем введения в когнитивную модель импульсов в виде изменения условий конкретной оперативной ситуации.

Разработана методика оценки качества выполнения контрольных и развивающих упражнений, которая позволила оценить правильность принимаемых решений в соответствии со складывающейся оперативной ситуацией на каждом этапе выбранной тактики действий обучаемого и проводить достаточно объективную оценку действий в целом.

Предлагаемая процедура, основой которой является формирование дерева принятия решений (выбора направлений действий) в условиях - ой ситуации, предполагает подготовку исходных данных, учитывающих когнитивный стиль учебной группы.

Основываясь на данном дереве, разработана модель действий оператора, отражающая существующую последовательность действий при выполнении упражнений. Особенностью модели выбора возможных вариантов действий является то, что она учитывает нечеткость суждений экспертов на каждом шаге принятия решений. Определение весовых функций всех направлений действий на - ом шаге, исходящих из - ой вершины (позиции) позволяет проводить оценку выбранного направления действий.

Разработана методика проведения эксперимента, целью которого являлась проверка соответствия ИАОК заданным требованиям, и определения сроков и качества подготовки личного состава при помощи данного ИАОК.

Для определения уровня творчества, в ходе эксперимента применялся коэффициент в виде отношения количества правильно выполненных нестереотипных операций в процессе обучения к суммарному (общему) их количеству существенных операций при контроле степени владения учебным материалом . Операции, принадлежащие к более низкому уровню, в число учитываемых не входили.

Для валидности эксперимента при изучении различных тем контрольная и экспериментальная группы менялись местами.

Эксперимент осуществлялся в рамках соревнований подразделений МЧС по первоначальной подготовке пожарных на базе учебного пункта 2-й группы ФГУК «1 отряд ФПС по Курской области».

Эксперимент показал, что ИАОК позволяет снизить временные затраты на изучение личным составом стандартных и нестандартных ЧС, по сравнению с контрольными группами, в 1.4 – 1.6 раза, а также повысить качество изучения учебных материалов в 1.2 - 1.4 раза. Применение ИАОК позволило в 2 – 3 раза сократить время экспериментальной группы на основных этапах подготовки к выполнению задачи по ликвидации ЧС в условиях изменяющейся оперативной обстановки.

Анализ результатов эксперимента при непосредственной подготовке личного состава к выполнению оперативной задачи представлен на рисунке 5.

1 - Оценка обстановки; 2- принятие решения; 3- Организация взаимодействия, 4 - Проверка готовности звена к выполнению задачи ликвидации ЧС, 5 - Проведение занятия по тактике

Рис. 5. Сравнение времен на подготовку личного состава к выполнению задачи по ликвидации ЧС

**ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ**

В диссертационной работе решалась научная задача, состоящая в разработке метода и модели игрового автоматизированного обучения на основе создания информационной базы, обеспечивающей развитие творческих способностей личного состава подразделений МЧС и повышение уровня обучения ведению действий по ликвидации ЧС в условиях высокой динамики оперативно-тактической обстановки.

При этом получены следующие основные результаты:

1. В результате анализа современного состояния и тенденций развития технических средств ликвидации ЧС и способов их оперативного применения при решении стоящих задач разработаны оперативно-технические требования к ИАОК и его информационному обеспечению с целью уменьшения времени обучения и развития творческих способностей личного состава МЧС путем моделирования реальных стереотипных оперативных ситуаций с возможностью их модификации и многоальтернативностью решений в процессе обучения.
2. Обоснованы концептуальные положения повышения эффективности обучения личного состава подразделений МЧС на основе создания ИАОК, существо которых состоит в: развитии творческих способностей обучаемых на основе создания когнитивной иерархической системы игрового обучения; организации и обеспечении индивидуального и группового обучения личного состава с учетом различия их когнитивных стилей.
3. Разработана системная модель организации обучения на основе ИАОК в виде относительно независимых плоскостей (страт) позволяющих производить их локальную модификацию в зависимости от изменения номенклатуры чрезвычайных задач и условий их выполнения.
4. Разработана обобщенная функционально-структурная схема ИАОК, состоящая из трех уровней проверки степени обученности, а именно:

- фундаментальные знания основ противопожарной подготовки – уровень тестов;

- оперативные особенности применения технических средств – уровень стереотипных ситуаций;

- творческие способности применения технических средств при решении задач по ликвидации ЧС в оперативных ситуациях – уровень нестереотипных оперативных ситуаций.

Математическая модель описания учебного материала на любом уровне представлена в виде семиотической сети.

1. Математическая модель описания стереотипных и нестереотипных оперативных ситуаций с использованием соответственно статических и динамических нечетких когнитивных карт Силова.

Синтезирован алгоритм анализа и управления объектом моделирования на основе НКК Силова, позволяющий реализовать единый подход при моделировании оперативных ситуаций.

1. Формализацию процесса создания нестереотипной оперативной ситуации предложено осуществлять на основе динамического графа путем введения в соответствующие вершины импульсного процесса.
2. Разработана модель и предложен подход к описанию оперативной ситуации гипермедийными элементами исходя из уровня усвоения знаний обучаемыми, заданной степени детализации и необходимого уровня сложности генерируемого упражнения.
3. Экспериментальная оценка, предложенных в работе моделей и алгоритмов, проводилась в условиях соревнований учебных групп на базе учебного пункта 2-й группы ФГУК «1 отряд ФПС по Курской области». В результате показано, что при применении ИАОК в учебном процессе оперативность обучения курсантов при подготовке возросла до значения в 1,6 раз и на основных этапах подготовки к выполнению задачи по ликвидации ЧС до 3 раз. При этом значение коэффициента творческих способностей составило 0,7-0,9 в зависимости от когнитивного стиля учебной группы.

ОСНОВНЫЕ ПУБЛИКАЦИИ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

*Статьи в рецензируемых научных журналах и изданиях*

1. Катыхин, А.И. Формализация процесса обучения для синтеза структурно-функциональной организации автоматизированной системы обучения на базе игрового комплекса / А.С. Сизов, А.И. Катыхин, В.В. Макеев // Известия Курского государственного технического университета. 2010. № 4 (33). С. 66-71.
2. Катыхин, А.И. Формализация процесса эвакуации людей из помещения для создания автоматизированной обучающей игровой системы / А.С. Сизов, А.И. Катыхин, В.В. Макеев, В.В. Теплова // Известия Юго-Западного государственного университета. 2011. № 3 (36). С. 45-48.
3. Катыхин, А.И. Подход к автоматизации разработки последовательности изучения учебной программы и генерации творческих задач автоматизированной обучающей системы / А.С. Сизов, А.И. Катыхин, В.В. Макеев // Информационно-измерительные и управляющие системы. 2011. №11. С. 35-39.

*Публикации в других изданиях*

1. Катыхин, А.И. Модель представления знаний в игровой автоматизированной обучающей системе / А.С. Сизов, А.И. Катыхин, М.Н.Смирнов // Распознавание – 2010г.: сб. науч. тр. по матер. IX Междунар. конф., 18-20 мая 2010г. Курск: КГТУ, 2008. С. 310-312.
2. Катыхин, А.И. Подход к моделированию предметной области для синтеза структуры игровой автоматизированной обучающей системы / А.С. Сизов, А.И. Катыхин, В.В. Макеев // Научно-технический сборник НИЦ (г. Курск) ФГУП «18 ЦНИИ» МО РФ. 2010. С. 52-56.
3. Катыхин, А.И. Формализация процесса эвакуации людей из помещений для создания автоматизированной обучающей игровой системы / А.С. Сизов, А.И. Катыхин, В.В. Теплова, В.В. Макеев // Современные информационные технологии: сб. статей по матер. междунар. науч.-техн. конф., 25 мая 2011г. Пенза: Пензенская гос. техн. академия, 2011. С. 77 – 81.
4. Катыхин, А.И. Системная модель автоматизированного игрового комплекса (АИК) / А.И. Катыхин, В.В. Макеев // Современные инструментальные системы, информационные технологии и инновации: сб. статей по матер. VIII междунар. науч.-техн. конф., 28 декабря 2010 г. Курск: Юго-Зап. гос. ун-т., 2011. С. 192 – 196.
5. Катыхин, А.И. Структурно-функциональная организация системы обучения применению технических средств / А.И. Катыхин, В.В. Макеев // Современные инструментальные системы, информационные технологии и инновации: сб. статей по матер. VIII междунар. науч.-техн. конф., 28 декабря 2010 г. Курск: Юго-Зап. гос. ун-т., 2011. С. 145 – 149.
6. Катыхин, А.И. Концептуальная модель автоматизированной системы обучения на основе автоматизированного обучающего комплекса / А.С. Сизов, А.И. Катыхин, В.В. Макеев // Материалы XIX межвузовской военно-научной конференции, 25-26 ноября 2010 г. Череповец: Военно-космическая академия им. А.С.Можайского, 2011. С. 177-180.
7. Катыхин, А.И. Разработка математических моделей представления данных в информационной базе игрового автоматизированного обучающего комплекса / А.С. Сизов, А.И. Катыхин, В.В. Макеев // Инновации в информационно-аналитических системах: сб. науч. трудов Вып. 1 Курск: Фонд «Науком», 2011. С. 113 – 119.

*Свидетельство об официальной регистрации*

1. Катыхин, А.И. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ № 2011619361. Программа генерации учебных заданий в игровом автоматизированном обучающем комплексе / А.И. Катыхин, В.В. Макеев (РФ). М.:ФСИС; Заявитель и правообладатель ЮЗГУ. № 2011617657; заявлено 14.10.2011; дата регистрации 07.12.2011.

Подписано в печать 22 марта 2012 г. Формат 60х84 1/16.

Печатных листов 1,1. Тираж 100 экз. Заказ 3312.

Юго-Западный государственный университет.

305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94.