

*На правах рукописи*



**Остудин Никита Вадимович**

**МОДЕЛИ И АЛГОРИТМЫ ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКОЙ  
ПОДДЕРЖКИ АНТИКРИЗИСНОГО УПРАВЛЕНИЯ**

05.13.10 – Управление в социальных и экономических системах

Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук

Санкт-Петербург

2018

Работа выполнена на кафедре системного анализа и антикризисного управления  
ФБГОУ ВО Санкт-Петербургский университет Государственной противопожарной  
службы МЧС России

**Научный руководитель****Антюхов Валерий Иванович**

кандидат технических наук, профессор,  
Заслуженный работник высшей школы РФ,  
профессор кафедры системного анализа и  
антикризисного управления ФБГОУ ВО «Санкт-  
Петербургский университет ГПС МЧС России»

**Официальные оппоненты****Качанов Сергей Алексеевич**

доктор технических наук, профессор,  
Заслуженный деятель науки РФ, заместитель  
начальника по научной работе ФГБУ  
«Всероссийский научно-исследовательский институт  
по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных  
ситуаций МЧС России (федеральный центр науки и  
высоких технологий)»

**Синещук Юрий Иванович**

доктор технических наук, профессор,  
Заслуженный работник высшей школы РФ,  
профессор кафедры специальных информационных  
технологий ФГКОУ ВО «Санкт-Петербургский  
университет МВД Российской Федерации»

**Ведущая организация**

ФГКВОУ ВО «Военная академия связи имени  
Маршала Советского Союза С.М. Будённого  
Министерства обороны РФ»

Защита состоится 24 апреля 2018 г. в 14:00 часов на заседании диссертационного  
совета Д 205.002.01 в Академии Государственной противопожарной службы МЧС  
России по адресу: 129366, Москва, ул. Бориса Галушкина, 4, зал диссертационного  
совета.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Академии ГПС МЧС России  
и на сайте <http://academygps.ru/upload/iblock/e61/e615375944ef0b8d5656d93bfc306e91.pdf>

Автореферат разослан «28» февраля 2018 г.

Отзыв на автореферат с заверенной подписью и печатью просим направить в  
Академию Государственной противопожарной службы МЧС России по указанному  
адресу.

Ученый секретарь  
диссертационного совета  
кандидат технических наук, доцент



Р.Ш. Хабибулин

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность темы исследования.** Успешное прогнозирование и ликвидация чрезвычайных ситуаций (ЧС), расчет состава сил и средств (СИС), своевременная и качественная помощь пострадавшим при ЧС природного и техногенного характера достигается за счет эффективной организации деятельности органов управления МЧС России.

Задачи организации управления в МЧС России возложены на Единую государственную систему предупреждения и ликвидации ЧС (РСЧС). Для контроля функционирования подсистем и звеньев РСЧС, а также осуществления оперативного управления в пределах имеющихся полномочий существуют органы повседневного управления РСЧС.

В деятельности органов повседневного управления существуют проблемы, связанные с качеством и оперативностью принимаемых решений, негативно влияющих на исход ЧС, которые могут привести к дополнительным материальным затратам и недостаточно прогнозируемым последствиям.

Одна из проблем связана с тем, что должностные лица центров управления в кризисных ситуациях (ЦУКС) различных уровней управления МЧС России регулярно решают вопросы оперативного реагирования на происшествия и чрезвычайные ситуации в условиях дефицита личного состава подразделений или наличия в них начинающих специалистов.

Качество и объем получаемой информации о ЧС зачастую остаются недостаточными для принятия рационального решения, что связано с получением противоречивой информации, мешающей лицу, принимающему решение (ЛПР), оценить сложившуюся ситуацию и обеспечить управление процессом ликвидации ЧС.

В настоящее время, в МЧС России проводится совершенствование структуры системы управления, постепенная ликвидация в ней межрегионального звена управления, что неизбежно приводит к необходимости решения и этого проблемного вопроса.

Выявленные проблемы можно решать с применением системы поддержки принятия решений на основе разработки моделей и алгоритмов процессов информационно-аналитической поддержки деятельности должностных лиц ЦУКС путем автоматизации составляющих данного процесса.

Актуальность работы подтверждается основными приоритетами научно-технического и информационного обеспечения управления деятельностью РСЧС (определены приказом МЧС России от 05.08.2009 г. № 457) и актуальными задачами по развитию ЦУКС (определены решением коллегии МЧС России № 15 от 5.12.2014 г. «О концепции развития системы управления МЧС России до 2030 года») по пунктам:

– научно-методическое обеспечение совершенствования системы управления в кризисных ситуациях, создание и совершенствование технологического, математического, программного и информационного обеспечения автоматизированных систем управления в чрезвычайных ситуациях;

– совершенствование информационно-технологического обеспечения деятельности ЦУКС МЧС России, оснащение ЦУКС современными информационно-техническими и программно-аппаратными средствами с целью повышения эффективности их функционирования.

Актуальность работы обусловлена тем, что в условиях совершенствования системы управления МЧС России возникает необходимость эффективно распределять финансовые ресурсы и находить решения о кадровых изменениях в органах управления для повышения эффективности их функционирования. В работе

предлагается часть функциональных обязанностей должностных лиц органов управления возложить на предлагаемую систему информационно-аналитической поддержки деятельности должностных лиц ЦУКС МЧС России.

**Степень разработанности темы.** Существенный вклад в развитие вопросов управления структурными подразделениями МЧС России и применения систем поддержки принятия решений внесли работы Абрамова А.П., Андиевой Е.Ю., Брушлинского Н.Н., Вильчика С.И., Даниленко А.Н., Евграфова П.М., Еникеевой К.Р., Ноженковой Л.Ф., Топольского Н.Г., Ямалова И.У, исследующих вопросы практического (прикладного) применения аппарата теории принятия решений для ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций, использования процедур информационной поддержки при мониторинге и оценке рисков ЧС.

Анализ современного состояния вопросов, касающихся тематики применения систем поддержки принятия решений в деятельности должностных лиц органов управления МЧС России позволяет сделать вывод, что на сегодняшний день недостаточно представлены научно-методические средства систем информационно-аналитической поддержки деятельности должностных лиц ЦУКС МЧС России. В частности, не решены вопросы анализа информационной потребности должностных лиц органов управления МЧС России для автоматизации процесса их деятельности, практически не проработан вопрос выявления рациональной модели представления знаний для задач информационно-аналитической поддержки деятельности должностных лиц. Вопросы перехода на децентрализованную структуру управления также имеют особую актуальность.

**Цель исследования** – повышение эффективности системы повседневного управления МЧС России путем разработки моделей и алгоритмов информационно-аналитической поддержки.

Для достижения поставленной цели в работе решаются следующие **задачи**:

- анализ системы повседневного управления МЧС России;
- анализ информационной потребности должностных лиц, принимающих решения в кризисных ситуациях;
- разработка предложений по совершенствованию существующих структур баз данных должностных лиц органов управления ЦУКС;
- разработка моделей и алгоритмов информационно-аналитической поддержки деятельности должностных лиц ЦУКС, принимающих решения в кризисных и чрезвычайных ситуациях на базе продукционных и нечетких моделей;
- программная реализация разработанных алгоритмов информационно-аналитической поддержки деятельности должностных лиц ЦУКС и создание фрагмента автоматизированной системы поддержки принятия решений.

**Объект исследования** – система повседневного управления МЧС России.

**Предмет исследования** – модели и алгоритмы информационно-аналитической поддержки должностных лиц, принимающих управленческие решения в кризисных ситуациях.

**Научная новизна.** В ходе выполнения диссертационной работы впервые получены новые научные результаты:

- разработана модель принятия решений по реагированию на ЧС при децентрализованной структуре управления, а также нечеткая и продукционная модель информационно-аналитической поддержки должностных лиц, принимающих управленческие решения в кризисных ситуациях. Отличительной особенностью является процедура выбора рационального варианта представления информации, а также поиск значения комбинаторной энтропии при ликвидации межрегиональной ЧС.

Разработана онтологическая модель баз данных, отражающая структуру хранения информации при использовании системы информационно-аналитической поддержки;

– разработаны алгоритмы информационно-аналитической поддержки деятельности должностных лиц ЦУКС МЧС России. Отличительной особенностью алгоритмов является разработанный алгоритм принятия решений при децентрализованной структуре управления, содержащий минимизацию целевых функций и расчёт комбинаторной энтропии. Представлены алгоритмы информационно-аналитической поддержки должностных лиц ЦУКС МЧС России и разработки соответствующей системы, позволяющие детально представить все этапы перехода к информационно-аналитической поддержке антикризисного управления. Предложен алгоритм выбора рациональной модели представления знаний, повышающий точность проектирования и разработки системы информационно-аналитической поддержки;

– разработана онтологическая модель базы данных и структура системы информационно-аналитической поддержки деятельности должностных лиц ЦУКС. Отличительной ее особенностью является автоматизация этапов проектирования соответствующей системы и процедуры выдачи консультации, либо готового документа должностным лицам ЦУКС на основе разработанных продукционных и нечетких правил.

#### **Теоретическая и практическая значимость работы:**

– предложены модели и алгоритмы информационно-аналитической поддержки деятельности должностных лиц ЦУКС МЧС России, учитывающие основные принципы системного подхода и инженерии знаний и позволяющие автоматизировать эти процессы;

– получены результаты автоматизации процесса принятия решений должностными лицами ЦУКС МЧС России различных уровней, позволяющие повысить оперативность выполнения задач по предназначению.

**Методология и методы исследования** основаны на применении основных положений общей теории систем, теорий вероятностей и математической статистики, принятия решений, эффективности, управления и инженерии знаний, применяемых в интересах решения прикладных задач МЧС России.

#### **Основные результаты, выносимые на защиту:**

1. Формализованная модель системы повседневного управления МЧС России с использованием информационно-аналитической поддержки должностных лиц, принимающих управленческие решения в кризисных ситуациях, на основе продукционных и нечетких логических моделей, включая в качестве элементов: модель выявления и анализа проблемных вопросов в деятельности должностных лиц ЦУКС, модель анализа информационной потребности должностных лиц ЦУКС, аналитическую модель процесса выявления перечня задач информационно-аналитической поддержки должностных лиц ЦУКС, концептуальную модель системы информационно-аналитической поддержки должностных лиц ЦУКС, комбинированную модель процесса выбора рациональной модели представления знаний, продукционную и нечеткую модель информационно-аналитической поддержки должностных лиц, принимающих управленческие решения в кризисных ситуациях, модель принятия решений по реагированию на ЧС при децентрализованной структуре управления.

2. Алгоритмы информационно-аналитической поддержки должностных лиц, принимающих управленческие решения в кризисных ситуациях на базе продукционных и нечетких моделей, обеспечивающие повышение эффективности деятельности должностных лиц ЦУКС.

**Степень достоверности** основных полученных результатов обеспечивается корректной постановкой задачи, корректностью использования аппарата инженерии знаний, проверкой непротиворечивости результатов научного исследования результатам, полученным другими авторами и подтвержденных практическим применением, а также широкой апробацией на научных конференциях и семинарах.

**Апробация результатов.** Основные результаты, полученные в процессе проведенных исследований, обсуждались и получили одобрение на: VII Международной научно-практической конференции «Сервис безопасности в России: опыт, проблемы, перспективы. Обеспечение безопасности при ЧС» (Санкт-Петербург, сентябрь 2015 г.), Юбилейной международной научно-практической конференции «Транспорт России: проблемы и перспективы – 2015», посвященной 25-летию Института проблем транспорта им. Н.С. Соломенко РАН (Санкт-Петербург, ноябрь 2015 г.), Юбилейной международной научно-практической конференции «Транспорт России: проблемы и перспективы – 2016» (Санкт-Петербург, декабрь 2016 г.), XXI Санкт-Петербургской ассамблеи молодых ученых и специалистов (Санкт-Петербург, декабрь 2016 г.), XVI Международной научно-практической конференции «Фундаментальные и прикладные исследования в современном мире» (Санкт-Петербург, декабрь 2016 г.), XIX Международной конференции «Наукоемкие технологии и интеллектуальные системы» (Москва, апрель 2017 г.).

**Реализация результатов исследования.** Основные результаты диссертационной работы внедрены в научную деятельность Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России, учебный процесс Академии ГПС МЧС России, практическую деятельность должностных лиц ЦУКС Северо-Западного регионального центра МЧС России и ЦУКС Главного управления МЧС России по Псковской области. Внедрение результатов исследования подтверждается соответствующими актами.

**Публикации.** По теме диссертации опубликованы 24 научные работы, 6 – в научных журналах, 5 – в рецензируемых научных изданиях из перечня ВАК Минобрнауки РФ, 4 программы для ЭВМ зарегистрированы в системе Роспатент.

**Структура и объем диссертации.** Диссертационная работа содержит введение, четыре главы с выводами, заключение, список сокращений и использованной литературы из 142 наименований, приложения (22 страницы); изложена на 160 страницах (с учетом приложений), включает 55 рисунков, 50 таблиц.

## **ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

**Во введении** обоснована актуальность темы исследования, выявлена степень ее проработанности, поставлена цель и задачи работы, отражена её научная новизна, теоретическая и практическая значимость, определена методология и методы исследования, сформулированы основные положения, выносимые на защиту, приведена степень достоверности и апробация результатов.

**Первая глава – «Анализ необходимости внедрения средств информационно-аналитической поддержки антикризисного управления».** Проведён общий анализ предметной области, выявлены проблемные вопросы, проведён их анализ и сформулированы основные пути их решения. Разработана общая постановка задачи совершенствования системы ЦУКС с позиции теории активных систем. На основе проблемных вопросов предложена модель совершенствования системы ЦУКС.

Анализ деятельности должностных лиц ЦУКС осуществляется при помощи разработанной модели выявления и анализа проблемных вопросов. Для выявления показателей качества выполнения должностными лицами ЦУКС своих функциональных обязанностей в работе с позиций общей теории систем выбираются два свойства: своевременность и производительность (табл. 1.) (рис. 1).

Таблица 1. Показатели качества системы ЦУКС

Свойства	Показатель качества
Своевременность	Время выполнения соответствующих задач
Производительность	Количество задач, выполненных должностным лицом за смену



Рисунок 1 – Результаты анализа деятельности должностных лиц ЦУКС МЧС России

Сущность выявленных проблемных вопросов заключается в расхождении между существующими и требуемыми значениями показателей качества по свойствам своевременность и производительность. Показано, что это может быть связано, в том числе, и с ликвидацией межрегионального звена управления МЧС России. Согласно выявленным проблемным вопросам, определены направления и пути решения, представлено дерево целей для их реализации.

Целевая функция повышения эффективности деятельности должностных лиц ЦУКС предусматривает оптимизацию показателей соответствующих свойствам своевременность и производительность (1). Повышение эффективности достигается за счёт уменьшения показателя «время выполнения задач» (при увеличении качества их решения) и увеличения показателя «количество обрабатываемых документов» (при снижении времени на их выполнение).

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum_{j=1}^n T \xrightarrow{f_l \rightarrow \max} \min. \\ j, l \in \overline{1, L}. \end{array} \right. \left\{ \begin{array}{l} \sum_{i=1}^n Q_{\text{док.}} \xrightarrow{t_b \rightarrow \min} \max. \\ i \in \overline{1, N}, \end{array} \right. \quad (1)$$

, где  $T$  – время выполнения задачи,  $f_l$  – качество решения задачи,  $Q_{\text{док.}}$  – количество документов,  $t_b$  – время выполнения документов.

Для решения проблемных вопросов предлагается часть задач, решаемых должностными лицами ЦУКС, возлагать на систему их информационно-аналитической поддержки. В работе предложена формализованная модель системы повседневного управления МЧС России с применением средств информационно-аналитической поддержки должностных лиц (рис. 2). Модель позволяет реализовать основные этапы, способствующие достижению цели диссертационного исследования, а также динамику движения информационных потоков в контуре антикризисного управления.

Для установления целесообразности применения методов и средств информационно-аналитической поддержки в деятельности должностных лиц ЦУКС МЧС России проведён анализ всех задач, возложенных на оперативно-дежурную смену (ОДС) ЦУКС. Проведена декомпозиция этих задач, распределение по функциям управления и уровням информационной иерархии для выделения задач, использующих «знания».

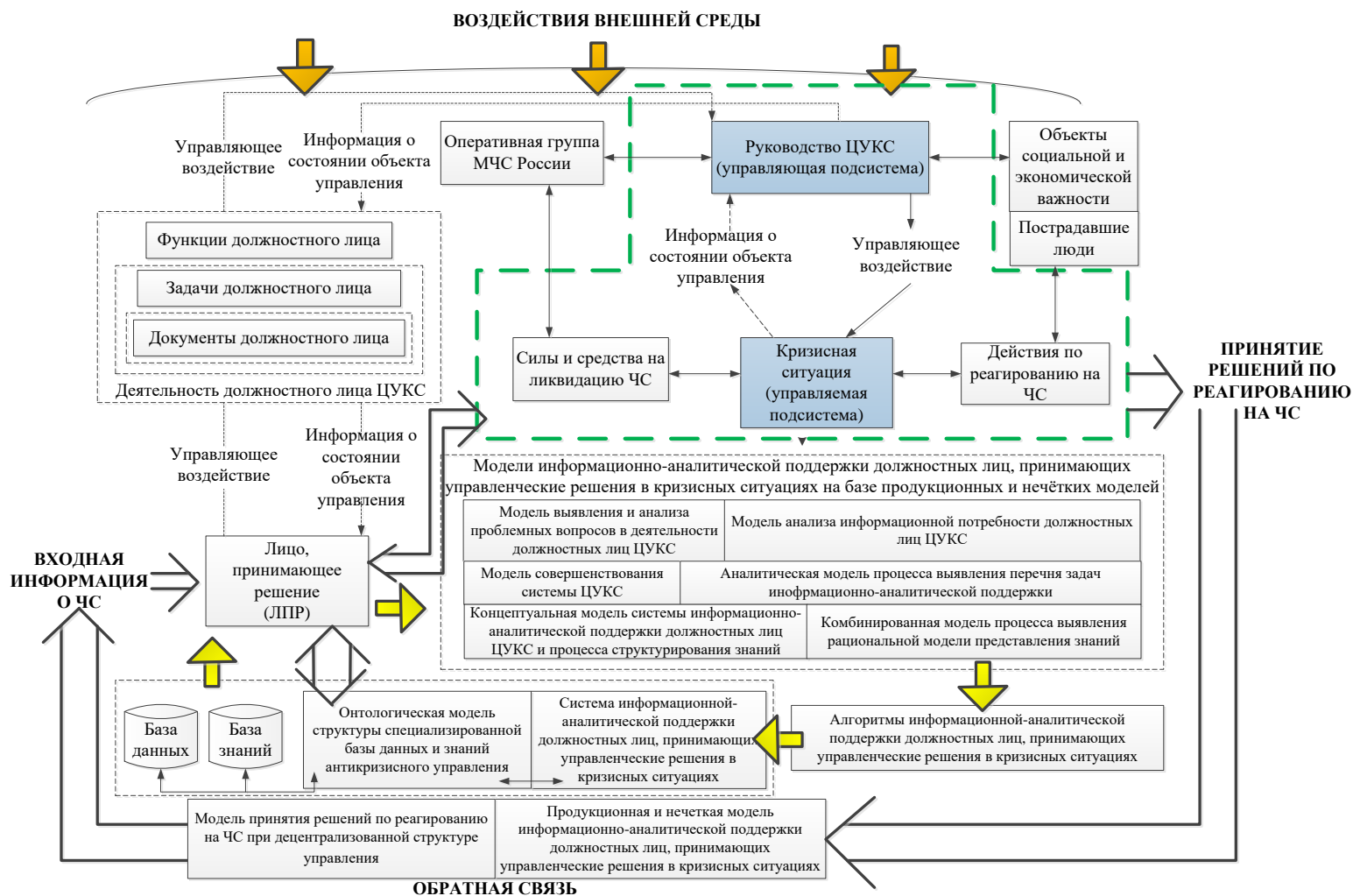


Рисунок 2 - Формализованная модель системы повседневного управления МЧС России с применением средств информационно-аналитической поддержки должностных лиц

Анализ деятельности оперативно-дежурной смены ЦУКС МЧС России позволил выделить задачи, провести их декомпозицию (всего 170 подзадач) и распределение по ряду признаков: функциям управления (задачи контроля, учёта, оперативного управления, планирования); по сущности (расчётные, аналитические, организационные, интеллектуальные); по уровням информационной иерархии (задачи с данными, с информацией и со знаниями). В результате анализа сделан ряд выводов (табл. 2, рис. 3): на должностные лица ЦУКС возложен большой объем задач, связанных с оперативным управлением, организационной и аналитической работой и задачами, использующими знания и информацию в соответствии с уровнями информационной иерархии; значительный объем задач, решаемых должностными лицами ОДС, приводит к снижению оперативности и качества их выполнения.

Таблица 2 – Результаты анализа задач, решаемых должностными лицами ЦУКС

№ п/п	По функциям управления		По сущности		По уровню информационной иерархии	
	1.	Задачи оперативного управления	83 (49%)	Организационные	52 (31%)	Задачи с информацией
2.	Задачи учёта	40 (24%)	Аналитические	49 (29%)	Задачи со знаниями	38 (22%)
3.	Задачи контроля	33 (19%)	Расчётные	46 (27%)	Задачи с данными	25 (15%)
4.	Задачи планирования	14 (8%)	Интеллектуальные	23 (13%)		





Рисунок 3 – Результаты анализа деятельности должностных лиц ЦУКС

**Вторая глава – «Моделирование процесса информационно-аналитической поддержки антикризисного управления».** Отражены следующие научные результаты, выносимые на защиту: модель анализа информационной потребности должностных лиц ЦУКС, аналитическая модель процесса выявления перечня задач информационно-аналитической поддержки должностных лиц ЦУКС, концептуальная модель системы информационно-аналитической поддержки должностных лиц ЦУКС, комбинированная модель процесса выбора рациональной модели представления знаний, модель принятия решений по реагированию на ЧС при децентрализованной структуре управления. Разработана онтологическая модель структуры специализированной базы данных и знаний антикризисного управления, позволяющая проанализировать принципы взаимосвязи базы данных и базы знаний и их структуру.

Одной из проблем существующей в системе антикризисного управления является рутинность деятельности должностных лиц, что негативно влияет на своевременность выполнения функциональных обязанностей. Рутинность проявляется в том, что одна и та же информация может повторяться в различных документах, в результате чего нерационально расходуется служебное время. Данную проблему предлагается решать при помощи модели анализа информационной потребности, путём построения соответствующих матриц. Под анализом информационной потребности понимается анализ информации, циркулирующей в органе управления.

Основной целью анализа информационной потребности является выявление перечня задач, подлежащих автоматизированному решению.

Ввиду того, что количество должностных лиц ЦУКС достаточно велико (от 20 до 120 человек) в работе представляется пример реализации модели для одного должностного лица – специалиста по анализу и подготовке оперативных данных, по паспортам территорий (АРМ–5).

Анализ информационной потребности сводится к построению матричных моделей (табл. 3).

Таблица 3 – Матричная модель анализа документов должностного лица АРМ–5

Документы Д <sub>i</sub>	Показатели П <sub>j</sub>														
	входные					промежуточные						выходные			
	П <sub>1</sub> <sup>В</sup>	П <sub>2</sub> <sup>В</sup>	П <sub>3</sub> <sup>В</sup>			П <sub>1</sub> <sup>П</sup>	П <sub>2</sub> <sup>П</sup>			П <sub>3</sub> <sup>П</sup>	П <sub>4</sub> <sup>П</sup>	П <sub>1</sub> <sup>Вых</sup>	П <sub>2</sub> <sup>Вых</sup>	П <sub>3</sub> <sup>Вых</sup>	П <sub>4</sub> <sup>В</sup>
		П <sub>31</sub> <sup>В</sup>	П <sub>32</sub> <sup>В</sup>	П <sub>33</sub> <sup>В</sup>		П <sub>21</sub> <sup>П</sup>	П <sub>22</sub> <sup>П</sup>	П <sub>23</sub> <sup>П</sup>							
Сведения по анализу паспортов территорий энергоснабжения	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			
Сведения по проверке паспортов территорий	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Рапорт по проверке паспортов	+	+				+						+	+	+	+
Ведомость выявленных недостатков при проверке паспортов территорий	+	+	+	+	+	+	+	+	+			+			

Матричная модель представляет собой таблицу, определяющую информационную потребность должностного лица АРМ–5 и решаемых им задач в документах. Строкам модели ставятся в соответствие документы ( $D_i$ ), а столбцам – показатели этих документов ( $P_j$ ), соответственно: входные, промежуточные и выходные.

$a_i$  ↓  
 $z_i$  ↗  
 $b_k$  ↘  $z_r$

0	0	0	1	$a_1$							
1	0	1	0	$a_2$							
0	1	0	1	$a_3$							
$z_1$	$z_2$	$z_3$	$z_4$		$z_1(z_2)$	$z_1(z_3)$	$z_1(z_4)$	$z_2(z_3)$	$z_2(z_4)$	$z_3(z_4)$	
1	1	0	0	$b_1$	1	0	0	0	0	0	
1	1	1	1	$b_2$	1	1	1	1	1	1	
1	1	1	1	$b_3$	1	1	1	1	1	1	
0	1	1	1	$b_4$	0	0	0	1	1	1	

Рисунок 4 – Взаимосвязи задач по документам

В верхнем квадранте матрицы на рисунке 4 отражаются сведения об использовании исходных данных для решения конкретных задач ( $a_i$ ); в нижнем левом квадранте – сведения о результатах решения каждой задачи ( $b_j$ ); в нижнем правом квадранте – сведения о взаимосвязях задач ( $z_s$ ). Информационная потребность (количество входных или выходных документов, используемых в задачах  $z_i$ ) может быть определена с использованием соотношения:  $N = |a_i| \cup |b_j|$ .

Среди задач, выявленных в результате анализа информационной потребности, выявляются задачи информационно-аналитической поддержки. Для этого разработана модель выявления перечня задач информационно-аналитической поддержки.

Сущность модели сводится к применению методов экспертных оценок для установления задач информационно-аналитической поддержки. После применения модели к должностному лицу АРМ–5 получены следующие результаты:

– информационно-аналитической поддержке подлежат частные задачи  $ЧЦ_{11}$  – анализ паспортов территории,  $ЧЦ_{31}$  – оценка структуры и наполненности паспортов территории,  $ЧЦ_{32}$  – выявление худших и лучших по паспортам территории, соответствующие задачам  $z_1$  – управление процедурой сбора данных по проверке паспортов территорий и  $z_3$  – контроль устранения выявленных недостатков по паспортам территории.

В связи с поэтапной ликвидацией межрегионального уровня органов повседневного управления РСЧС, возникают проблемы связанные с ликвидацией чрезвычайных ситуаций межрегионального характера.

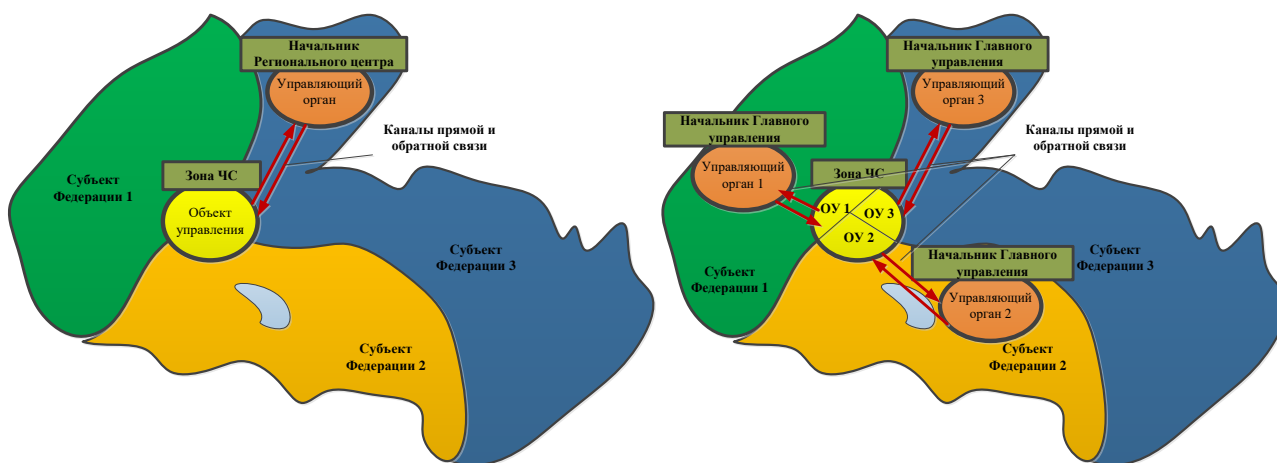


Рисунок 5 – Структура управления ликвидацией межрегиональной ЧС при централизованном и децентрализованном управлении

Происходит переход от централизованной к децентрализованной структуре управления ликвидаций межрегиональной ЧС. Переход к децентрализации управления сводится к тому, что зона ЧС, выступающая в качестве объекта управления, распределяется между тремя начальниками главных управлений, выступающих в качестве управляющего органа (рис. 5).

Общая задача оптимального управления сводится к минимизации двух целевых функций:  $F_1$ , соответствующей площади чрезвычайной ситуации, количеству погибших и пострадавших, объему материального ущерба (1) и  $F_2$ , отражающей значения возрастания данных показателей и учитывающей время прибытия сил и средств к месту ЧС, время ликвидации ЧС, при условии, что значения количества пострадавших, а также объем ущерба к моменту поступления сигнала о ЧС остается величиной постоянной (2).

Таблица 4 – Обозначения, используемые в общей постановке задачи децентрализованного управления

Обозначение	Значение	Обозначение	Значение
$S_{чс}$	Площадь ЧС (общая)	$L_{техн.}$	Количество техники, задействованной на ликвидацию ЧС
$Q_{постр.}$	Количество пострадавших (общее)	$L_{отв.}$	Объем огнетушащих веществ, задействованных на ликвидацию ЧС
$Q_{погибш.}$	Количество погибших (общее)	$L_{гсм.}$	Объем горюче-смазочных материалов, задействованных на ликвидацию ЧС
$z$	Значение увеличения площади ЧС	$L_{фр.}$	Объем финансовых ресурсов, задействованных на ликвидацию ЧС
$x$	Значение увеличения количества пострадавших	$P$	Объем имеющихся ресурсов
$y$	Значение увеличения количества погибших	$T_1$	Время прибытия к месту ЧС
$i$	Значение увеличения объема материального ущерба	$T_2$	Время локализации ЧС
$A$	Материальный ущерб (общий)	$L_{лс}$	Количество личного состава, задействованного на ликвидацию ЧС

$$\min F_1 = \left\{ \begin{array}{l} S_{чс} = S_{чс1} + S_{чс2} + S_{чс3} \\ Q_{постр.} = Q_{постр.1} + Q_{постр.2} + Q_{постр.3} \\ Q_{погибш.} = Q_{погибш.1} + Q_{погибш.2} + Q_{погибш.3} \\ A = A_1 + A_2 + A_3 \end{array} \right\}, \quad (2)$$

при  $50 \text{ чел.} < Q_{постр.} < 500 \text{ чел.}$  и  $5 \text{ млн.} < A < 500 \text{ млн.}$

$$\min F_2 = \{ S_{чс} + z; Q_{постр.} + x; Q_{погибш.} + y; A + i; T_1 + T_2 \}, \quad (3)$$

при  $Q_{постр.}, Q_{погибш.}, A = \text{const.}$

Задача принятия решений по реагированию на ЧС при децентрализованной структуре управления сводится к заданию значений управляемых характеристик  $L_{лс}$ ,  $L_{техн.}$ ,  $L_{отв.}$ ,  $L_{гсм.}$ ,  $L_{фр.}$ .

На целевые функции  $F_1$  и  $F_2$  накладываются ограничения, определяющие, что значения управляемых характеристик не должны превышать объемы имеющихся ресурсов (4):

$$\{ L_{лс}, L_{техн.}, L_{отв.}, L_{гсм.}, L_{фр.} \} \leq P. \quad (4)$$

Основной проблемой при принятии решения является также минимизация неопределенности или энтропии. У каждого начальника главного управления есть множество вариантов значений управляемых характеристик системы, среди которых необходимо выбрать оптимальные. Для чрезвычайной ситуации межрегионального характера количество вариантов возрастает втрое (в зависимости от количества субъектов, подвергшихся ЧС). В этом случае речь идет о комбинаторной энтропии. Количество вариантов в этом случае позволяет просчитать мультиномиальный коэффициент:

$$W = 3 * \frac{N!}{N_1! N_2! \dots N_n!} = 3 * \frac{N!}{\prod N_i}, \quad (5)$$

где  $i$  – число вариантов распределения сил и средств.

При этом  $\frac{\log_2(W)}{N}$  – это значение одного варианта распределения сил и средств

для одного начальника главного управления.

Эта величина называется комбинаторной энтропией и определяется выражением:

$$S_{comb} = \frac{\log_2(W)}{N} = \frac{1}{N} \log_2 \left( 3 * \frac{N!}{\prod N_i} \right) = \frac{1}{N} \log_2 \left( 3 * \frac{N!}{N_1! N_2! \dots N_n!} \right). \quad (6)$$

Используя свойства логарифмов значение комбинаторной энтропии можно представить в виде:

$$S_{comb} = \frac{1}{N} (\log_2 3 + (\log_2(N!) - \log_2(\sum N_i))). \quad (7)$$

В связи с тем, что в условиях принятия решения тремя начальниками главных управления количество расстановок сил и средств велико возможно воспользоваться формулой Стирлинга (8).

$$\ln N! = N \ln N - N + O(\ln N) \approx N \ln N - N. \quad (8)$$

Применив формулу, получаем:

$$\begin{aligned} S_{comb} &= \frac{1}{N} (\log_2 3 + (\log_2(N!) - \log_2(\sum N_i))) \approx \\ &\approx k \frac{1}{N} (\log_2 3 + N \ln N - N - \sum (N_i \ln N_i) + \sum N_i), \end{aligned} \quad (9)$$

где  $k$  – коэффициент перехода к натуральным логарифмам, т.к.  $\sum N_i = N$ , то

$$s \approx \log_2 3 * k \frac{1}{N} ((\sum N_i) \ln N - \sum (N_i \ln N_i)) = -\log_2 3 \left( \frac{N_i}{N} \log_2 \frac{N_i}{N} \right).$$

Поскольку общее количество вариантов распределения сил и средств  $N$ , а количество вариантов оптимального распределения сил и средств —  $N_i$ , то вероятность выбора оптимального состава сил и средств (10):

$$p_i = \frac{N_i}{N}. \quad (10)$$

Исходя из этого, формула для энтропии примет вид (11):

$$s = -\log_2 k \sum p_i \log_2 p_i, \quad (11)$$

где  $k$  – количество субъектов, затронутых ЧС

Полученная формула позволяет проследить логарифмическую зависимость между показателем уровня энтропии и количеством органов управления, участвующих в ликвидации ЧС.

С целью решения проблемных вопросов в работе предложена система информационно-аналитической поддержки деятельности должностных лиц ЦУКС МЧС России, состоящая из подсистемы накопления и хранения информации и подсистемы формирования выводов (рис. 6).

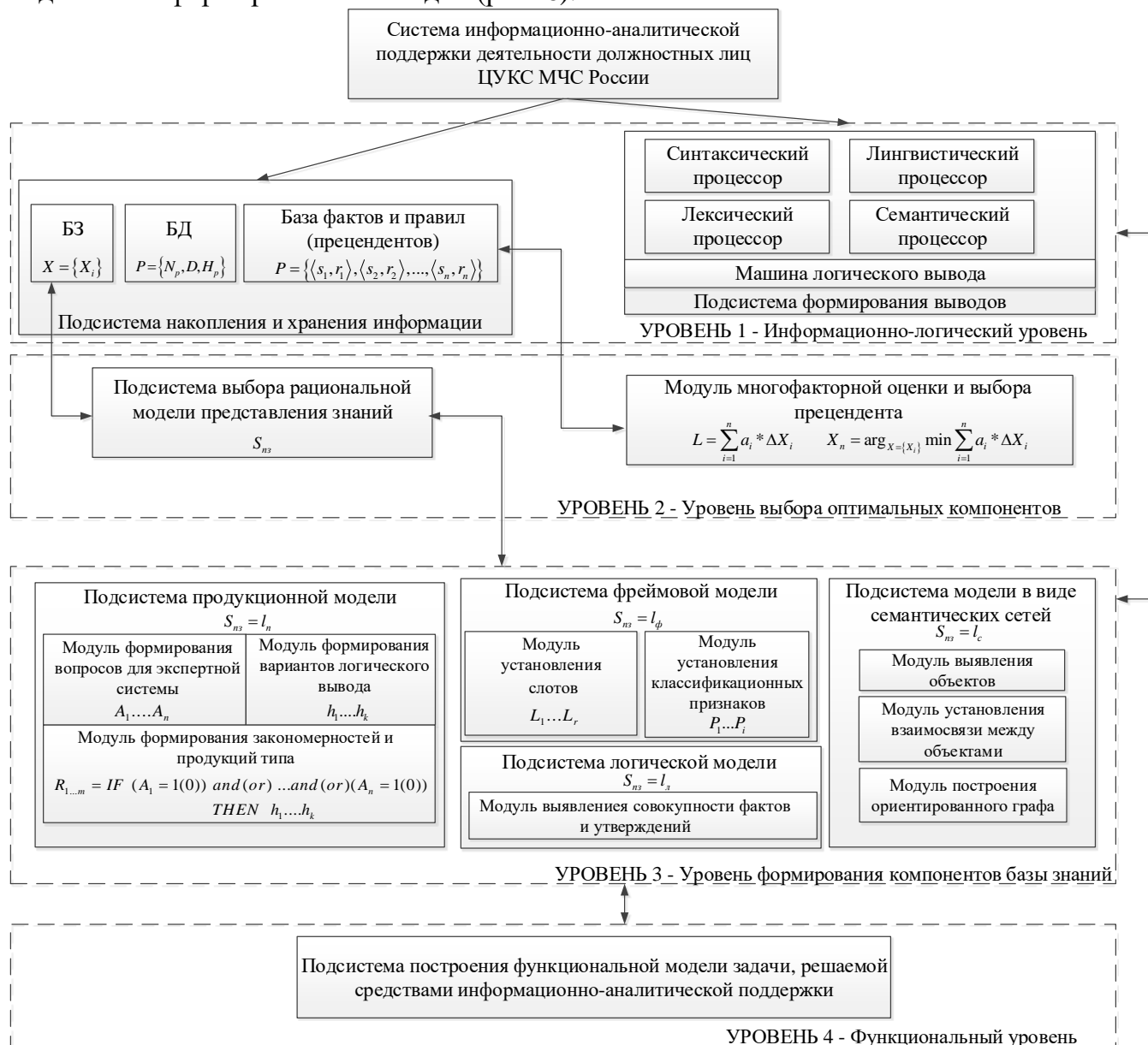


Рисунок 6 – Декомпозиция системы информационно-аналитической поддержки

**Третья глава – «Алгоритмы информационно-аналитической поддержки деятельности должностных лиц ЦУКС МЧС России».** Программная реализация результатов исследования достигается путем разработки четырех алгоритмов (табл. 5).

Таблица 5 – Перечень алгоритмов информационно-аналитической поддержки

№	Наименование алгоритма	Цель разработки
1.	Алгоритм процесса информационно-аналитической поддержки деятельности должностных лиц ЦУКС МЧС России (представлен в виде блок-схемы на рис. 7)	Выявление проблемных вопросов информационно-аналитической поддержки деятельности должностных лиц ЦУКС МЧС России и способов их решения
2.	Алгоритм выбора рациональной модели представления знаний (представлен в табличной форме в табл. 6)	Автоматизация процесса выбора рациональной модели представления знаний
3.	Алгоритм разработки системы информационно-аналитической поддержки (представлен в виде блок-схемы на рис. 8)	Разработка системы информационно-аналитической поддержки в целом
4.	Алгоритм принятия решений по реагированию на ЧС при децентрализованной структуре управления (представлен в виде блок-схемы на рис. 9)	Расчет оптимального состава сил и средств, нахождение и минимизация энтропии

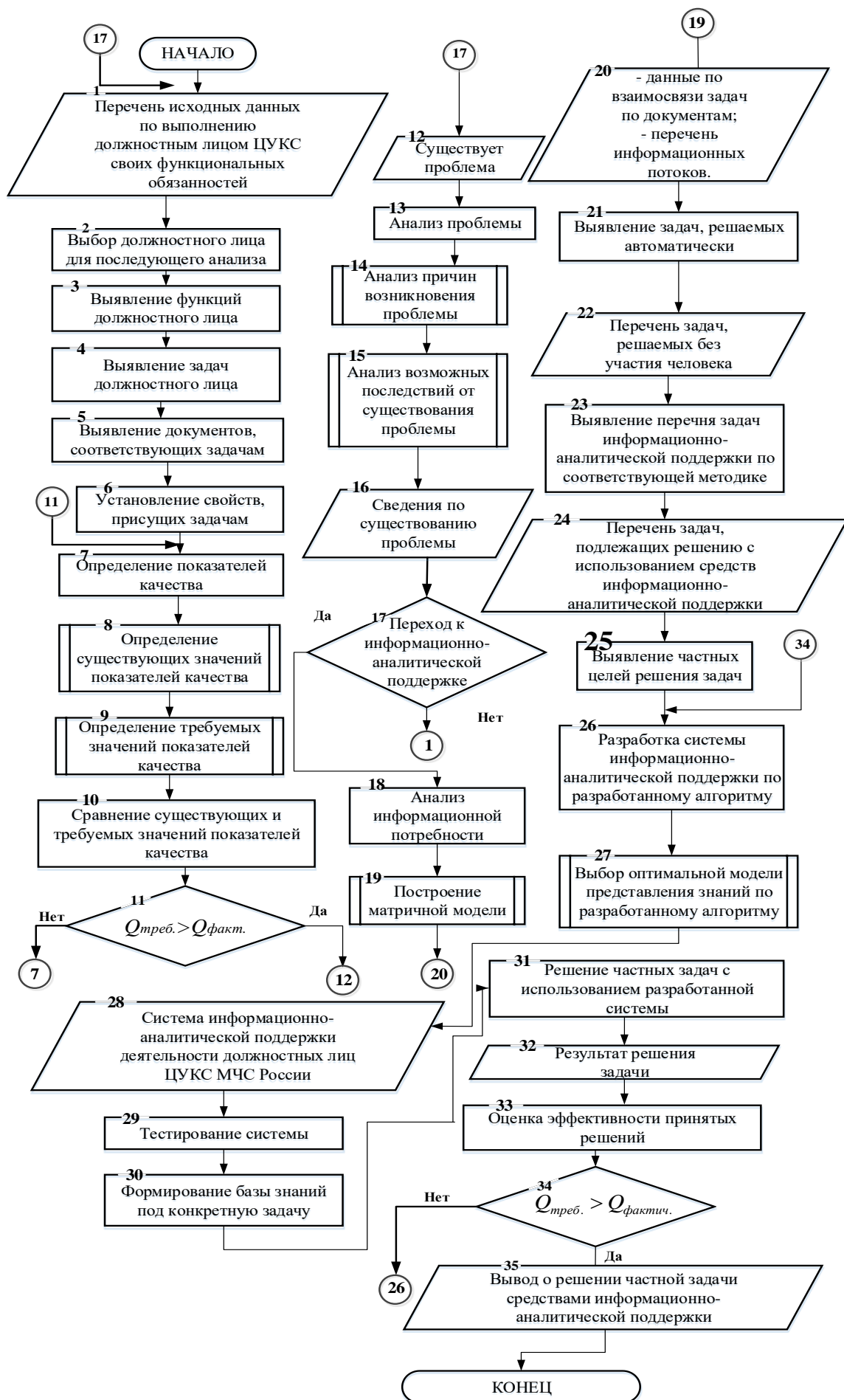


Рисунок 7 – Блок-схема алгоритма процесса информационно-аналитической поддержки должностных лиц ЦУКС МЧС России

Таблица 6 – Табличное представление алгоритма процесса выбора рациональной модели представления знаний

НАИМЕНОВАНИЕ БЛОКА	№ БЛОКА
<b>Формирование входных данных</b>	
Выявление классификационных признаков ( $P_i$ ) и их частных значений ( $P_{ij}$ ) и уровней компетентности экспертов $R$	1
<b>Вычисление весов классификационных признаков <math>a_i</math> для вычисления интегрального признака</b>	
Вычисление веса признаков $P_i$	2
Вычисление относительных оценок компетентности экспертов $R_{отн.н} = R_n / R_\Sigma$	3
Построение матрицы весов целей	4
Нахождение весов целей $W_i(P_i) = \sum_{b=1}^4 R_{отн.н} * P_i$	5
Определение предпочтительности классификационных признаков	6
Фиксация значений весов классификационных признаков $a_i$	7
<b>Вычисление значений частных признаков <math>k_{ij}</math> для вычисления интегрального признака</b>	
Вычисление значений частных признаков	8
Ранжирование признаков в зависимости от модели представления знаний (проводится в соответствии с методологией ранжирования критериев по их важности методом Перстоуна)	9
Нахождение частот ( $k \in [0;4]$ ) $f_{zy}=k/s$ для вычисления весов частных признаков $J_{ij}$	10
Перебор значений $k$ (количество экспертов, высказавшихся за предпочтительность того или иного признака)	11-20
Построение таблицы значения частот	21
Переход от частот к шкальным оценкам $f_{zy} = \Phi(X_{zy})$ для вычисления весов частных признаков $J_{ij}$	22
Пересчет значений $\Phi(X_{zy}) = 1 / \sqrt{2\pi} \int_{-\infty}^x e^{-\frac{1}{2}t^2} dt$ ( $\Phi(X_{zy})$ - есть интегральная функция Лапласа)	23-32
Построение таблицы шкальных оценок	33
Вычисление весов частных признаков $J_{ij} = \Phi(\overline{X_{ij}}) / \sum_{i=1, j=1}^{P_\Sigma} \Phi(\overline{X_{ij}})$ , где $\overline{X_{ij}} = 1/n \sum x_{ij}$ ( $X_{ij}$ – частные шкальные оценки по признаку $P_{ij}$ )	34
Определение предпочтительности частных признаков для конкретных моделей представления знаний	35
Установление соответствия между $J_{ij}=k_{ij}$ Фиксация значений частных признаков ( $k_{ij}$ )	36
<b>Поиск рациональной модели представления знаний</b>	
Вычисление значений интегрального признака $L_{S_{nz}} = \sum_{i=1}^N a_i \sum_{j=1}^M k_{ij}$	37
Вычисление пороговых значений для каждой модели представления знаний (продукционной - $l_n$ , фреймовой- $l_\phi$ логической - $l_l$ , семантических сетей - $l_c$ ) $L_{ln}, L_{l\phi}, L_{ll}, L_{lc}$	38-45
<b>Формирование выходных данных</b>	
Рациональная модель представления знаний $S_{nz}$	46

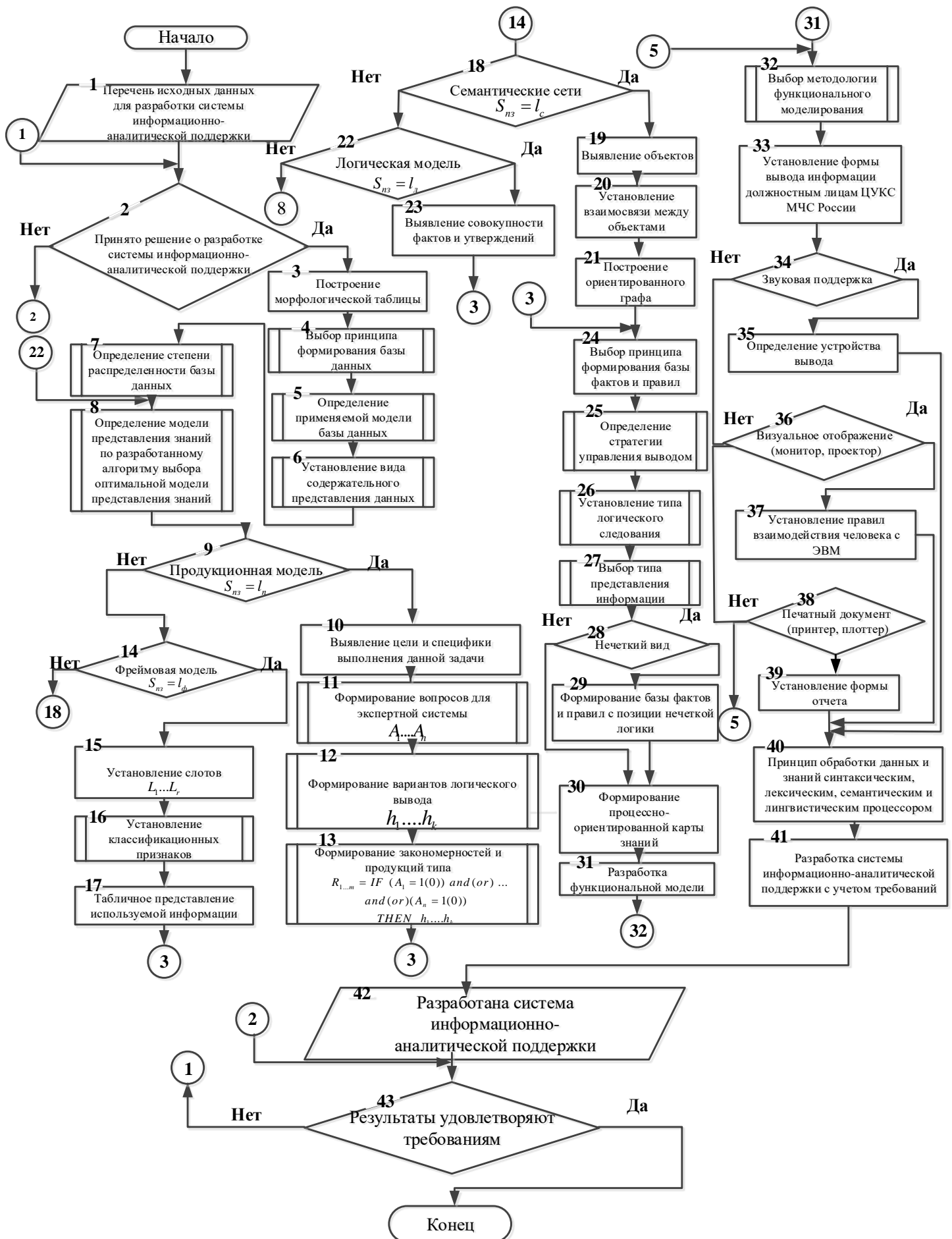


Рисунок 8 – Блок-схема алгоритма процесса разработки системы информационно-аналитической поддержки должностных лиц ЦУКС МЧС России



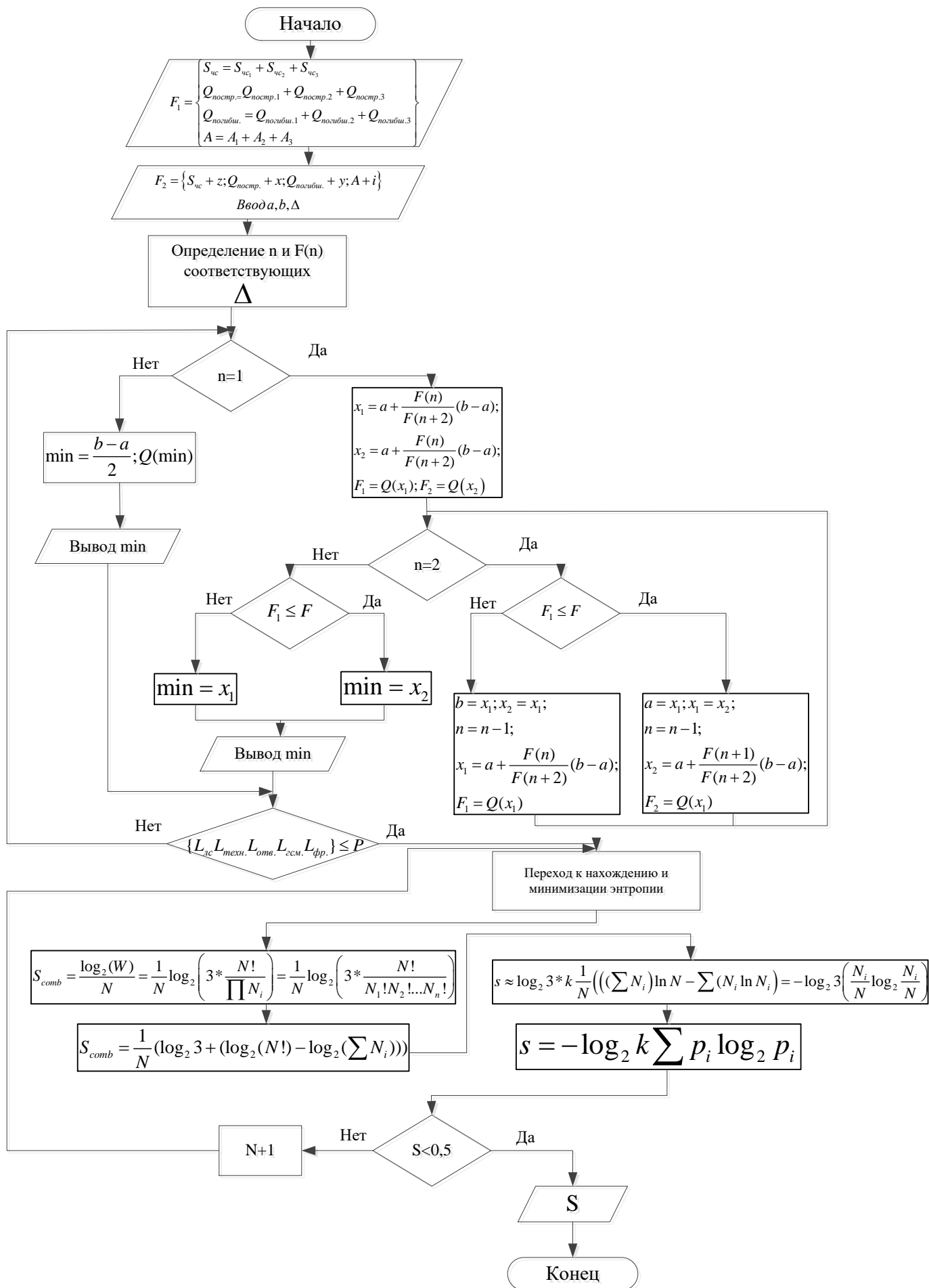


Рисунок 9 – Блок-схема алгоритма принятия решений по реагированию на ЧС при децентрализованной структуре управления

Разработанные алгоритмы имеют и достоинства, и недостатки. К достоинствам можно отнести то, что, несмотря на их большой объем, они обладают высокой функциональной производительностью и затрагивают всю совокупность подготовительных этапов по информационно-аналитической поддержке деятельности должностных лиц ЦУКС МЧС России. Основным же недостатком этих алгоритмов является их сложность, что может привести к увеличению временных затрат разработчика системы информационно-аналитической поддержки при их машинной реализации.

Алгоритмы служат исходными данными для последующей программной реализации процессов информационно-аналитической поддержки должностных лиц ЦУКС МЧС России.

**Четвертая глава – «Реализация системы информационно-аналитической поддержки деятельности должностных лиц ЦУКС МЧС России».** Разработана продукционная и нечеткая модель информационно-аналитической поддержки деятельности должностных лиц, принимающих управленческие решения в кризисных ситуациях. Осуществлена программная реализация системы информационно-аналитической поддержки деятельности должностных лиц ЦУКС МЧС России, проанализирован экономический эффект от разработки и внедрения системы информационно-аналитической поддержки, проведена оценка полученных результатов.

Функционирование системы оценено на примере решения задачи «оценка структуры и наполненности паспортов безопасности» должностного лица АРМ-5 в режиме повседневной деятельности. Предложена система, которая выдает вопросы должностному лицу. Сформированы продукционные правила для системы информационно-аналитической поддержки.

В продукционных моделях правила записываются в виде:

$$IF A_1 \text{ and / or } A_n \text{ THEN } h_j$$

, где  $A$  называется антецедент (условие), а  $h$  – консеквент (следствие)

Сформирован перечень вариантов логического вывода, формируемого по совокупности значений функции  $A$ .

Однако продукционный вывод на основе классической логики ограничивает возможности лица, принимающего решение, поскольку на вопросы, выдаваемые системой возможно дать ответы лишь «да» или «нет». При этом исключаются варианты, когда пункт в паспорте безопасности проработан не полностью, с возможными методическими ошибками, либо неточностями в расчётах.

Для этого в работе введены лингвистические переменные (рис.11) и разработан прототип системы нечеткого вывода в среде fuzzyTECH.

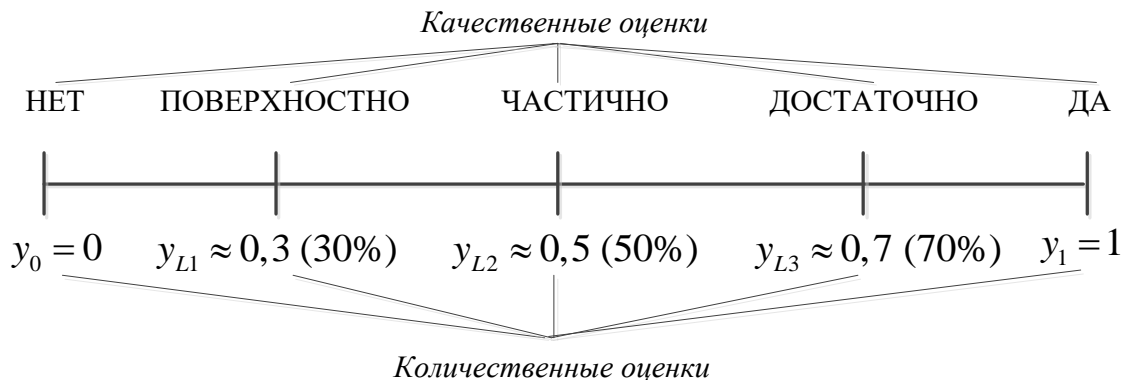


Рисунок 10 – Предлагаемые лингвистические переменные

В среде построены функции принадлежности, соответствующие предлагаемым входным и выходным лингвистическим переменным и блоки правил формируемого логического вывода и модели поверхности нечёткого вывода на плоскости и трёхмерной поверхности.

Задачу «оценка структуры и наполненности паспортов безопасности» должностное лицо АРМ–5 решает в режиме повседневной деятельности, когда на должностное лицо не оказывается значительных внешних воздействий со стороны среды. Но в режиме ЧС степень ответственности за принятые решения возрастает, поэтому особенно актуальным это становится, когда информация о ЧС размыта и нечётка, но решение надо принимать обоснованно и своевременно. Поэтому в работе также решена задача по принятию решению на ЧС в случае поступившей неопределённой информации о происшествии. Разработана модель ситуации, когда поступило два сигнала о ЧС «количество пострадавших примерно 20» и «количество пострадавших выросло примерно вдвое». Построена соответствующая функция принадлежности, характеризующая перемножение двух нечётких чисел (рис. 11).

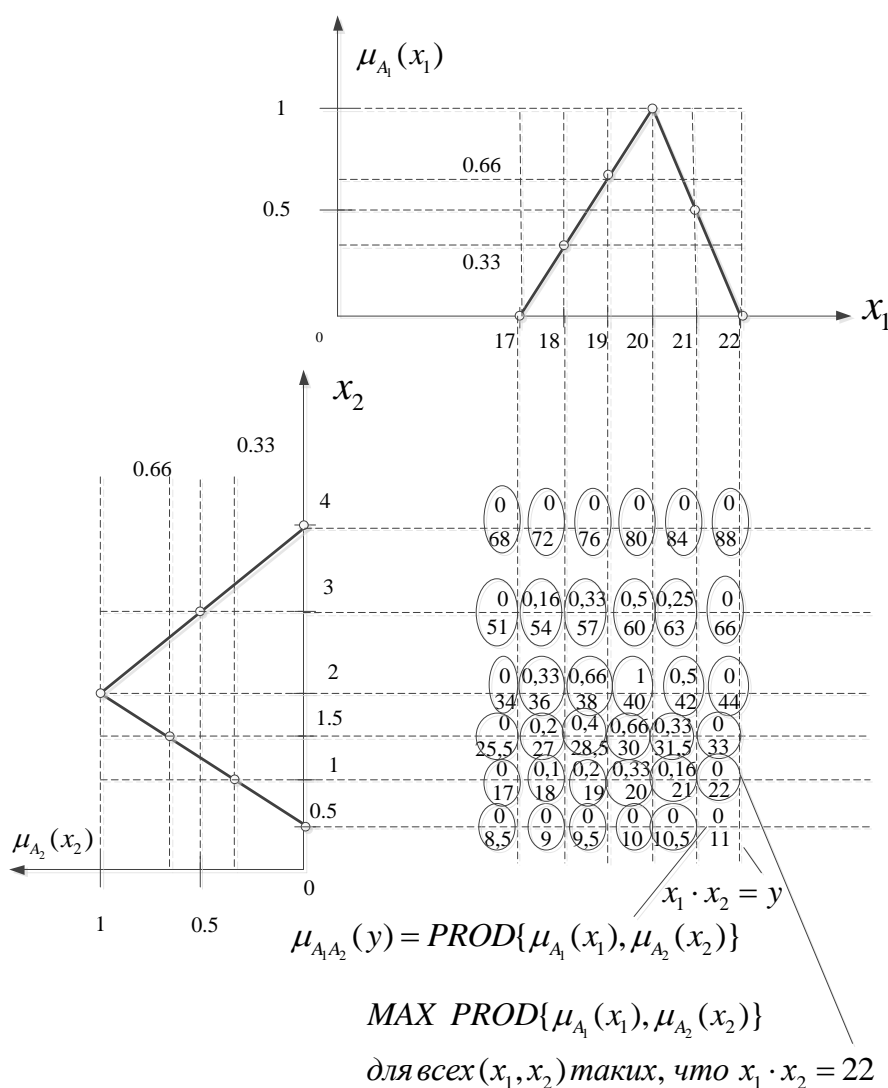


Рисунок 11 – Результаты перемножения нечетких чисел «примерно 20» и «примерно 2»

Программная реализация осуществлялась с использованием языков программирования C# и Prolog. Сформулированы особенности реализации разработанного программного комплекса.

Реализовано два вида информационно-аналитической поддержки:

- информационно-аналитическая поддержка в виде консультаций;
- информационно-аналитическая поддержка в виде готовых документов.

Осуществлена программная реализация следующих результатов диссертационного исследования (табл. 7):

Таблица 7 - Программная реализация разработанных моделей

№	Результаты исследования	Автоматизированное решение
1.	Модель выявления перечня задач информационно-аналитической поддержки деятельности должностных лиц	Система анализа информационной потребности должностных лиц ЦУКС МЧС России
2.	Модель анализа информационной потребности должностных лиц ЦУКС МЧС России;	
3.	Модель выявления и анализа проблемных вопросов в деятельности должностных лиц ЦУКС МЧС России	Система оценки деятельности должностных лиц ЦУКС МЧС России
4.	Модель выбора рациональной модели представления знаний	Система сопровождения процессов интеллектуальной поддержки деятельности должностных лиц центров управления в кризисных ситуациях МЧС России
5.	Концептуальная модель системы информационно-аналитической поддержки должностных лиц ЦУКС МЧС России	Система интеллектуальной поддержки принятия управленческих решений должностными лицами центров управления в кризисных ситуациях МЧС России

Системы зарегистрированы в системе Роспатент, что подтверждается соответствующими свидетельствами. Интерфейсы разработанных систем представлены на рисунке 12.

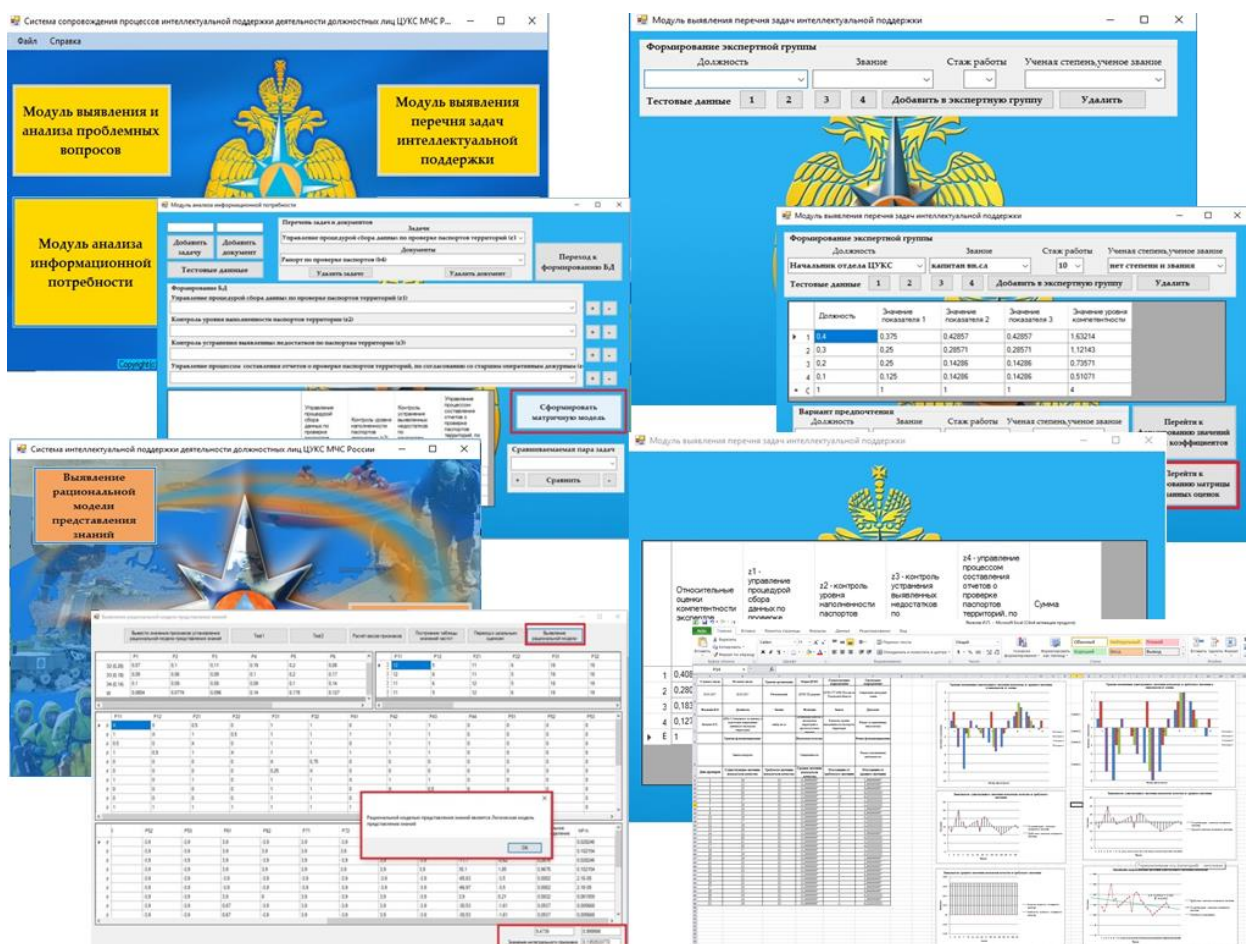


Рисунок 12 – Интерфейсы разработанных систем

Проанализирована также экономическая целесообразность внедрения методов и средств информационно-аналитической поддержки, в результате чего был сделан вывод, что внедрение не приведёт к большим затратам, но при этом эффективность функционирования подразделений ЦУКС будет возрастать.

Полученные результаты позволили достигнуть снижения уровня рутинности, путём возложения части задач, решаемых должностными лицами ЦУКС МЧС России на автоматизированные системы и систему информационно-аналитической поддержки.

Этому способствуют разработанные модели анализа информационной потребности и выявления перечня задач информационно-аналитической поддержки. Обоснованность принимаемых решений повышается за счёт использования при функционировании системы информационно-аналитической поддержки соответствующей базы знаний, использующей знания экспертов в области антикризисного управления.

В результате применения полученных моделей алгоритмов и систем сделаны выводы об оптимизации значений показателей эффективности выполнения должностными лицами ЦУКС своих функциональных обязанностей. По свойству «производительность» наблюдается повышение среднего значения показателя «количество отработанных документов за единицу времени» на 2 документа (или на 33%). По свойству «своевременность» наблюдается снижение среднего значения показателя «время выполнения документа» на 3 мин. (или на 20%).

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Основными научными результатами диссертационного исследования являются модели и алгоритмы информационно-аналитической поддержки антикризисного управления, а также программная реализация соответствующих результатов. По итогам диссертации получены следующие результаты:

1. В соответствии с методологией системного анализа проведен анализ предметной области, сформированы цели диссертационного исследования, проанализированы имеющиеся работы по теме исследования. Анализ показал, что негативное влияние оказывают структурные изменения в существующей системе управления МЧС России, связанные с ликвидацией межрегионального звена.

2. С целью выявления проблематики диссертационного исследования и научного обоснования существования проблемы предложена модель выявления и анализа проблемных вопросов, результатом применения которой явились соответствующие проблемы в исследуемой системе, характеризующиеся расхождением между требуемыми и существующими значениями показателей качества по свойствам «своевременность» (расхождение на 8%), «производительность» (расхождение на 25%). Анализ осуществлялся на примере должностного лица АРМ–5 (специалист по анализу и подготовке оперативных данных, по паспортам территорий) ОДС ЦУКС.

4. Для решения проблемных вопросов разработана система информационно-аналитической поддержки деятельности должностных лиц ЦУКС МЧС России. Предложена структура данной системы и осуществлена ее декомпозиция. Разработана онтологическая модель специализированной базы данных и знаний антикризисного управления. Разработана модель выбора рациональной модели представления знаний системы информационно-аналитической поддержки деятельности должностных лиц ЦУКС МЧС России. Разработана продукционная и нечеткая модель информационно-аналитической поддержки деятельности должностных лиц, принимающих управленческие решения в кризисных ситуациях. Разработана модель принятия решений по реагированию на ЧС при децентрализованной структуре управления.

5. Разработаны алгоритмы информационно-аналитической поддержки деятельности должностных лиц ЦУКС МЧС России. Осуществлена программная реализация разработанных алгоритмов. Обоснована экономическая целесообразность разработки и внедрения системы информационно-аналитической поддержки.

Таким образом, в работе представлены новые научно обоснованные решения информационно-аналитической поддержки антикризисного управления. Полученные результаты способствуют повышению эффективности функционирования должностных лиц ЦУКС МЧС России и системы антикризисного управления в целом.

## **СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ АВТОРОМ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ**

### **Статьи в ведущих рецензируемых научных журналах и изданиях, рекомендованных ВАК:**

1. Остудин Н.В. Методика выявления и анализа проблемных вопросов в деятельности должностных лиц ЦУКС МЧС России / В.И. Антюхов, Н.В. Остудин // Научно-аналитический журнал «Вестник Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России». – 2016. - №1 С. 97-106.

2. Остудин Н.В. Методика выявления перечня задач интеллектуальной поддержки деятельности должностных лиц центров управления в кризисных ситуациях МЧС России / В.И. Антюхов, Н.В. Остудин, А.В. Сорока // Научно-аналитический журнал «Вестник Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России». – 2016. – №4 С. 63-76.

3. Остудин Н.В. Моделирование процесса интеллектуальной поддержки деятельности должностных лиц центров управления в кризисных ситуациях МЧС России / В.И. Антюхов, Н.В. Остудин // Научно-аналитический журнал «Вестник Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России». – 2017. - №2. С. 78-94.

4. Остудин Н.В. Алгоритмизация деятельности должностных лиц центров управления в кризисных ситуациях МЧС России / В.И. Антюхов, Н.В. Остудин // Научно-аналитический журнал «Технологии техносферной безопасности». – 2017. - № 2 (42). С. 10-15.

5. Остудин Н.В. Модель информационной поддержки принятия решения при оценке деятельности сотрудников МЧС России / Онов В.А., Остудин Н.В., Сафонов Д.П., Иванов А.Ю. // Пожаровзрывобезопасность. 2017. Т. 26. № 2. С. 5-13.

### **Свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ:**

6. Остудин Н.В. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ «Система интеллектуальной поддержки принятия управленческих решений должностными лицами центров управления в кризисных ситуациях МЧС России» / В.А. Онов, Н.В. Остудин // Федеральная служба по интеллектуальной собственности – Москва, 2016. - №2016619140.

7. Остудин Н.В. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ «Система оценки деятельности должностных лиц центров управления в кризисных ситуациях МЧС России» / Н.В. Остудин, В.И. Антюхов, В.А. Онов, Сафонов Д.П. // Федеральная служба по интеллектуальной собственности – Москва, 2017. - №2017617679.

8. Остудин Н.В. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ «Система анализа информационной потребности должностных лиц центров управления в кризисных ситуациях МЧС России» / Н.В. Остудин, В.И. Антюхов // Федеральная служба по интеллектуальной собственности – Москва, 2017. - №2017617627.

9. Остудин Н.В. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ «Система сопровождения процессов интеллектуальной поддержки деятельности должностных лиц центров управления в кризисных ситуациях МЧС России» / Н.В. Остудин, В.И. Антюхов // Федеральная служба по интеллектуальной собственности – Москва, 2017. - №2017617625.

**Статьи в иных научных изданиях:**

10. Остудин Н.В. Интеллектуальная поддержка оперативно-служебной деятельности должностных лиц подразделений МЧС России / В.И. Антюхов, А.Ю. Ярошенко, Н.В. Остудин // VI Международная научно-практической конференции «Сервис безопасности в России: опыт, проблемы, перспективы. Вопросы обеспечения комплексной безопасности деятельности в Арктическом регионе». – Санкт-Петербург, 2014 – С. 57.

11. Остудин Н.В. Информационная потребность должностных лиц центров управления в кризисных ситуациях (ЦУКС) МЧС России / А.К. Черных, А.Ю. Ярошенко, Н.В. Остудин // VII Международной научно-практической конференция «Сервис безопасности в России: опыт, проблемы, перспективы. Обеспечение безопасности при чрезвычайных ситуациях». – Санкт-Петербург, 2015 – С. 70 – 71.

12. Остудин Н.В. Интеллектуальная поддержка должностных лиц центров управления в кризисных ситуациях МЧС России при решении задач обеспечения безопасности на транспорте / Н.В. Остудин // Юбилейная международная научно – практическая конференция «Транспорт России: проблемы и перспективы - 2015», посвященной 25-летию Института проблем транспорта им. Н.С.Соломенко Российской академии наук. – Санкт-Петербург, 2015 – С. 227 – 231.

12. Остудин Н.В. Моделирование процесса интеллектуализации деятельности должностных лиц ЦУКС МЧС России / Остудин Н.В. // IV Всероссийская научно-практическая конференция с международным участием «Проблемы обеспечения безопасности при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций». – Воронеж, 2015 – С. 74-76.

13. Остудин Н.В. Поиск задач интеллектуальной поддержки деятельности должностных лиц центров управления в кризисных ситуациях МЧС России / Остудин Н.В., Антюхов В.И., Онов В.А., Щетка В.Ф. // XII Международная Научно-практическая конференция «Комплексная безопасность и физическая защита», 2015 – С. 54 – 57.

14. Остудин Н.В. Интеллектуализация процесса оценки знаний курсантов высших учебных заведений ГПС МЧС России / В.И. Антюхов, Н.В. Остудин // Международная научно-практическая конференция «Подготовка кадров в системе предупреждения и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций». – Санкт-Петербург, 2016 – С.143-146.

15. Остудин Н.В. Анализ информационной потребности должностных лиц центров управления в кризисных ситуациях МЧС России / В.И. Антюхов, А.П. Корольков, Н.В. Остудин // VIII Всероссийская научно-практическая конференция «Сервис безопасности в России: опыт, проблемы, перспективы. Арктика – регион стратегических интересов: правовая политика и современные технологии обеспечения безопасности в Арктическом регионе». – Санкт-Петербург, 2016 – С.156-160.

16. Остудин Н.В. Интеллектуальная поддержка процесса обеспечения информационной безопасности должностными лицами подразделений / Остудин Н.В., Сорока Н.В., Ярошенко А.Ю. // МЧС России XI Всероссийская научно-практическая конференция «Проблемы обеспечения безопасности и противодействия терроризму». – Санкт-Петербург, 2016 – С. 28 – 30.

17. Остудин Н.В. Концептуальная модель процесса интеллектуальной поддержки деятельности должностных лиц центров управления в кризисных ситуациях МЧС России при обеспечении пожарной безопасности / В.И. Антюхов, Н.В. Остудин // X Международная научно-практическая конференция молодых ученых: курсантов

(студентов), слушателей магистратуры и адъюнктов (аспирантов). – Санкт-Петербург, 2016 – С. 72-73.

18. Остудин Н.В. Интеллектуальные информационные технологии как средство повышения эффективности функционирования органов управления МЧС России в условиях оптимизации личного состава / Н.В. Остудин // XXI Санкт-Петербургская ассамблея молодых ученых и специалистов. – Санкт-Петербург, 2016 – С.134.

19. Остудин Н.В. Интеллектуальная поддержка должностных лиц центров управления в кризисных ситуациях (ЦУКС) МЧС России при решении задач обеспечения безопасности на транспорте / Н.В. Остудин, В.И. Антюхов // Юбилейная международная научно – практическая конференция «Транспорт России: проблемы и перспективы - 2016». – Санкт-Петербург, 2016 – С.246-249

20. Остудин Н.В. Моделирование процесса оценки деятельности должностных лиц центров управления в кризисных ситуациях МЧС России по методу динамики средних / Антюхов В.И., Сафонов Д.П., Остудин Н.В. // V Всероссийская научно-практическая конференция с международным участием «Проблемы обеспечения безопасности при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций». Санкт-Петербург, 2016 – С. 120-122.

21. Остудин Н.В. Концептуальные вопросы оценки эффективности моделей интеллектуальной поддержки деятельности должностных лиц центров управления в кризисных ситуациях МЧС России / В.И. Антюхов, Н.В. Остудин // Фундаментальные и прикладные исследования в современном мире: материалы XVI Международной Научно-практической конференции. – Санкт-Петербург: изд-во Стратегия будущего, 2016 – С. 106 – 110.

22. Остудин Н.В. Методика анализа информационной потребности деятельности должностных лиц ЦУКС МЧС России / В.И. Антюхов, Н.В. Остудин, А.В. Сорока // Научно-аналитический журнал «Проблемы управления рисками в техносфере». 2016. - №4. – С.18-28.

23. Остудин Н.В. Системы интеллектуальной поддержки деятельности должностных лиц центров управления в кризисных ситуациях МЧС России при ликвидации чрезвычайных ситуаций экологического характера / В.И. Антюхов, Н.В. Остудин // XIX Международная конференция «Наукоёмкие технологии и интеллектуальные системы». 2017 – С. 94-100.

24. Остудин Н.В. Программная реализация процессов интеллектуальной поддержки деятельности должностных лиц центров управления в кризисных ситуациях МЧС России / В.И. Антюхов, Н.В. Остудин // I Международная научно-практическая конференция «Высокие интеллектуальные технологии в науке и образовании». 2017 – С. 85-91.