

## МЕТОДЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В ОПЕРАТИВНОМ УПРАВЛЕНИИ ПРИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ: ОБЗОР ИССЛЕДОВАНИЙ

**Максимов Александр Викторович<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Санкт-Петербургский университет Государственной противопожарной службы МЧС России имени Героя Российской Федерации генерала армии Е.Н. Зиничева, Санкт-Петербург, Россия

### АННОТАЦИЯ

В статье исследована проблема оперативного управления в ЧС. На содержательном уровне проведен анализ стратегического, тактического и оперативного управления в ЧС, определено их целевое назначение. Исследовано содержание оперативных управленческих решений на разных стадиях ЧС. Выявлены ограничения, которые напрямую влияют на оперативное управление в ЧС.

Проведен системный анализ научных исследований и приведены примеры в контексте работ, связанных с оперативным управлением в ЧС относительно этапов развития ЧС, среди которых выделяются работы в области математического моделирования, имитационного моделирования, теории игр и принятия решений, искусственного интеллекта и управления знаниями. Выявлены основные перспективные направления для дальнейших исследований.

**Ключевые слова:** управление, оперативное управление, принятие решений в чрезвычайных ситуациях, чрезвычайная ситуация, моделирование.

## DECISION SUPPORT METHODS IN EMERGENCY MANAGEMENT: A REVIEW OF RESEARCH

**Maksimov Alexander V.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> St. Petersburg University of the State Fire Service of EMERCOM of Russia named after Hero of the Russian Federation Army General E.N. Zinichev, St. Petersburg, Russia

### ABSTRACT

The article examines the problem of operational management in emergencies. At the content level, an analysis of strategic, tactical and operational management in emergency situations was carried out, and their intended purpose was determined. The content of operational management decisions at different stages of emergency situations has been studied. Limitations that directly affect operational management in emergencies have been identified.

A systematic analysis of scientific research is carried out and examples are given in the context of work related to operational management in emergencies regarding the stages of emergency development. Research highlights include articles in the fields of mathematical modeling, simulation modeling, game theory and decision making, artificial intelligence and knowledge management. The main promising directions for further research have been identified.

**Keywords:** management, operational management, decision-making in an emergency, emergency situation, modeling.

### Введение

Ежегодно во всем мире происходят различного вида и типа чрезвычайные ситуации (ЧС), которые наносят серьезный ущерб социально-экономическому развитию государств, в том числе и в Российской Федерации (РФ). Так из числа крупных ЧС за последние годы в РФ отметим: наводнения в Крыму и в Краснодарском крае, таежные лесные пожары в Сибири и на Дальнем Востоке в 2021 году; разлив нефтепродуктов в Норильске в 2020 году, наводнение в Иркутской области и лесные пожары в Сибири в 2019 году; пожар в ТЦ «Зимняя вишня» и т.д. Наиболее часто происходящими ЧС на территории РФ по данным МЧС России являются техногенные (около 75%)

и природные (около 18%) ЧС [1]. Объем материального ущерба и других негативных последствий с каждым годом увеличивается (отмечается значительный рост в 2019 году на 82,6% больше, чем в 2018 году), несмотря на все прилагаемые усилия на государственном уровне. В 2022 году произошедшие ЧС принесли общий ущерб в 7 828 млн. рублей, причем основная доля пришлась на природные ЧС – 73%, затем техногенные ЧС – 23% и биолого-социальные ЧС – 4% [1].

В интересах устойчивого социально-экономического развития страны, посредством обеспечения безопасности жизнедеятельности населения реализуется указ Президента РФ «Об утверждении Основ государственной политики Российской

Федерации в области защиты населения и территорий от ЧС на период до 2030 года». Одной из приоритетных задач и направлений данного указа является совершенствование деятельности МЧС России, в части повышения эффективности управления рисками ЧС с учетом различного рода угроз (природного, техногенного и т.д.). Перечисленные выше факты привлекают широкое внимание общественных деятелей и ученых в поисках решений, характеризующихся как типом исследования (фундаментальные или прикладные), так и шириной охвата, направленных на минимизацию последствий проявления негативных факторов. Многие из этих работ послужили основой для решения вопросов, касающихся таких направлений исследования как: развитие организационных систем и методов прогнозирования и мониторинга источников ЧС; методология управления риском ЧС, обоснование критериев и социально-приемлемых уровней риска; разработка методических основ организации защиты от поражающих факторов источников ЧС; развитие средств коллективной и индивидуальной защиты от различных поражающих факторов источников ЧС; методы оценки социально-экономической эффективности управленческих решений и мероприятий по предупреждению и защите в ЧС; совершенствование методов срочного восстановления систем жизнеобеспечения населения; разработка моделей управления, алгоритмов принятия решений на объектовом, региональном и федеральном уровнях по обеспечению безопасности в ЧС; развитие методов принятия решений в ЧС, разработка научных основ развития систем управления и др.

Одним из ключевых и перспективных направлений, требующего более глубокого и детального изучения в части принятия решений в кризисных ситуациях является проблема оперативного управления в ЧС, анализу и исследованию которой посвящена настоящая статья.

### Концепция оперативных управленческих решений в ЧС

Принятие оперативных управленческих решений в ЧС – это процесс выбора оптимального плана (алгоритма) действий среди множества возможных альтернатив для достижения поставленной цели [2], который можно разделить на следующие этапы, представленные на рисунке 1. Важнейшим элементом в системе обеспечения безопасности при ЧС и в процессе выработки конкретных действий при угрозе ЧС являются Центры управления в кризисных ситуациях (ЦУКС) МЧС России, которые являются органами повседневного управления Единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (РСЧС).

В общем понимании оперативное управление в ЧС также включает в себя такие процессы при обеспечении безопасности как прогнозирование, мониторинг, планирование, раннее предупреждение, сбор информации и ее передача реагирующим подразделениям, координацию действий для эффективного управления в случае происшествия и при восстановлении пострадавшего субъекта. В более узком смысле к оперативному управлению в ЧС относятся процессы своевременного сбора необходимой информации о ЧС разработки плана действий для достижения четко определенной цели, его реализация путем координации и контроля действий всех

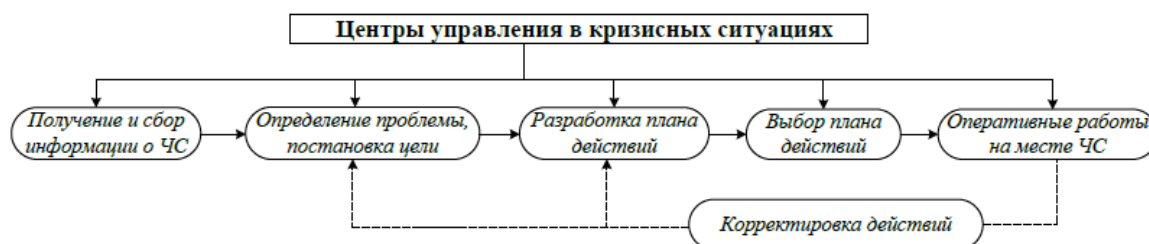


Рисунок 1 – Схема оперативного управления в ЧС

участников ликвидации, а также динамической корректировки в соответствии со складывающейся оперативно-тактической обстановкой.

Любая возникающая ЧС характеризуется в высокой степени временной зависимостью и информационной недостаточностью, требующая принятия незамедлительных управленческих решений, проявляющихся:

*С точки зрения субъекта решения* (реализовано в Постановлении Правительства РФ № 794 от 30 декабря 2003 г. N 794 «О единой государственной системе предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций»): межведомственное взаимодействие в предотвращении кризисных ситуаций и смягчение последствий играет важное значение при оперативном управлении в ЧС. При этом координация действий сил и средств органов исполнительной власти и государственных корпораций способствует созданию единого централизованного ядра принятия решений – Комиссии по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций и обеспечению пожарной безопасности, но алгоритм реализации такого рода консолидации каждый субъект РФ во главе с ее руководителем реализует самостоятельно исходя из ресурсного потенциала региона.

*С точки зрения объекта принятия решений:* ЧС, не являются типичными событиями и практически всегда являются своего рода уникальными. Данный факт вкупе с динамическим изменением среды, минимальным временем реагирования, информационной асимметрией (минимальное количество информации о ЧС ведет к меньшим знаниям о ней), недостаточной защитой социальных объектов жизнедеятельности представляет большую сложность для предупреждения или ликвидации ЧС, требуя срочных и оперативных управленческих решений в складывающейся обстановке.

*С точки зрения цели принятия решения:* очевидно, в-первую очередь, решается задача минимизация жертв и социального ущерба при возникновении ЧС, затем уже спасение имущества и других материальных ценностей, пре-

дотвращение ущерба для экологии и выделение финансовых средств на восстановление.

В последние десятилетия также уделяется внимание исследованиям, связанными с управлением в ЧС, выделяются при этом следующие уровни управления: стратегическое, тактическое и оперативное. Общей целью на всех уровнях управления является уменьшение воздействия ЧС на социально-экономическое развитие страны, начиная с фазы предупреждения и заканчивая восстановлением [3], принципиальным отличием является – содержание, методическое и временное исполнение. Стратегическое управление в ЧС предусматривает действия на долгосрочную перспективу (например, утверждение новых или изменение текущих нормативно-правовых актов в области безопасности, определение штатной структуры организации), опираясь на полученные данные ранее (оценка действий при ЧС, общая климатическая обстановка и т.д.), тем самым осуществляется фундаментальная подготовка к реагированию на различного рода угрозы. Тактическое управление заключается в отработке тренировок по действиям в возможных кризисных ситуациях с учетом накопленного опыта, проведении проверок как объектов жизнеобеспечения, средств предупреждение населения, так и сил и средств реагирующих подразделений. Таким образом, осуществляется детализация и конкретизация целей стратегического управления. Очевидно, что оперативное управление в ЧС в каком-то приближении содержит в себе мероприятия стратегического и тактического уровней, но важным и несомненным отличием является критерий времени, что требует от этого уровня ориентации на четкость заранее определенной цели, а также оперативность и полноту получаемой информации о ЧС.

#### **Содержание оперативных управленческих решений на разных стадиях ЧС**

Понимание причины возникновения ЧС, накопленные знания на основе имеющихся ранее прецедентов и опыта, результаты решений при борьбе с ними являются необходимыми факторами при принятии своевременных и эффектив-

ных решений по реагированию на их с целью минимизации ущерба. Стадии действий сил и средств РСЧС можно разбить на 4 этапа: предупреждение, обеспечение готовности, реагирование и восстановление. Перечисленные этапы представляют собой замкнутый циклический процесс, который в динамике проходит через оценку потенциального риска ЧС, сбор данных о ЧС, противодействие развитию и распространению ЧС, окончание ЧС и восстановление жизнеобеспечения (см. рисунок 2). В рамках исполнения нормативно-правовых актов, разработанных как на Федеральном уровне, так и на уровне МЧС РФ в целом и его структурных подразделений различных уровней иерархии реализуются оперативные управленческие решения [4].

Так на 1-й стадии ЧС основным направлением деятельности является предупреждение кризисных ситуаций, включающее в себя такие эффективные меры как мониторинг в реальном времени, проведение тренировок или учений (например, эвакуации из общественных зданий, отработка действий на потенциально опасных объектах, отработка совместных учений с другими правоохранительными органами РФ и другие), отработка планов действий при ЧС, работа по анализу получаемой информации.

В контексте принятия оперативных решений в ЧС на этапе обеспечения готовности (2-я стадия) основное внимание уделяется определению

ЧС, заблаговременному информированию населения, прогнозированию рисков возможного развития ЧС, определению рационального плана действий из возможных альтернативных, сформированных на предыдущем этапе.

Этап реагирования (3-я стадия) включает в себя определение приоритетных задач при ЧС, проведение аварийно-спасательных и других неотложных работ, корректировку действий в зависимости от складывающейся обстановки при развитии ЧС.

На этапе аварийного восстановления (4-я стадия) выполняются такие действия как разработка плана восстановления пострадавшего региона, реконструкция первостепенных объектов жизнеобеспечения населения после стихийного бедствия, оценка последствий аварии.

#### Обзор публикаций по исследуемой теме

Для оценки состояния вопроса оперативного управления в ЧС автором статьи проведен анализ публикаций, размещенных в научной электронной библиотеке eLIBRARY.ru по следующим ключевым словосочетаниям: управление в ЧС; оперативное управление в ЧС; оперативное реагирование. Тезисы и доклады конференций, книги, патенты не были включены в исследование, период выпущенных статей ограничен годами поиска с 2007 по 2022 год. После определения границ и условий поиска в два этапа осуществлялось выявление соответствия статей исследуемой

Стадии ЧС	1	2	3	4
Динамика изменения ЧС	оценка потенциального риска возникновения ЧС	аккумуляция разнородных данных о ЧС	развитие и распространение ЧС	окончание ЧС
Этапы оперативного управления ЧС	предупреждение <ul style="list-style-type: none"> <li>мониторинг в реальном времени</li> <li>проведение тренировок, учений</li> <li>подготовка планов действий при ЧС</li> <li>сбор, обработка и анализ информации</li> </ul>	готовность <ul style="list-style-type: none"> <li>определение ЧС</li> <li>информирование населения</li> <li>прогнозирование рисков развития ЧС</li> <li>сбор, обработка и анализ информации</li> <li>определение плана действий</li> </ul>	реагирование <ul style="list-style-type: none"> <li>определение приоритетных задач</li> <li>проведение аварийно-спасательных и других неотложных работ</li> <li>анализ складывающейся обстановки</li> <li>корректировка действий</li> </ul>	восстановление <ul style="list-style-type: none"> <li>разработка плана восстановления</li> <li>возобновление нормального функционирования региона</li> <li>оценка последствий от ЧС</li> <li>всесторонний анализ произошедшей ЧС</li> </ul>
Задача оперативных решений	повышение способности к прогнозированию	повышение готовности	повышение эффективности реагирования	повышение способности к восстановлению

Рисунок 2 – Стадии ЧС в концепции оперативного принятия решений

предметной области, где на первом этапе работы исключались исходя из названия, аннотации и ключевых слов. На втором же этапе оставшиеся отобранные работы фильтровались путем ознакомления с введением и постановкой задачи в статьях. Всего за период с 2007 по 2022 год по проблематике «оперативного управление в ЧС» опубликовано 1483 статьи. Динамика количества опубликованных статей демонстрирует тенденцию к увеличению, достигнув пика 179 статей в 2020 году, с незначительным уменьшением в 2021 и 2022 годах. На рис. 3 представлена динамика количества исследований за 15 лет.

Учитывая ежегодный размер ущерба (число травмированных, погибших, материальные потери) при ЧС на территории РФ, то вполне очевидно, что вопросы негативных последствий ЧС привлекают значительное внимание и научной общественности. Направления исследований во многом определяются существующими проблемами при оперативном управлении в ЧС, что и приводит к росту публикационной активности.

Анализ научных публикаций исследователей по тематике оперативного управления в ЧС выявил следующие основные вопросы, тесно коррелирующие с данным направлением, актуализирующие и формирующие в целом проблематику проводимых исследований:

### 1. Система жизнеобеспечения населения

Под системой жизнеобеспечения понимаются социально значимые объекты инфраструктуры, такие как объекты водо-, тепло-, газо- и энерго-снабжения, водоотведения, очистки сточных вод, обеспечивающая нормальное функционирование населения. Так в 2022 году по данным МЧС России на территории нашей страны было зафиксировано более 30 хлопков с газом, что приводило к полному или частичному обрушению зданий, жертвам и травмам различной степени тяжести. Такие техногенные ЧС влияют на время проведения спасения (необходима тщательная разведка территории), что в условиях складывающейся обстановки крайне негативно влияет на оперативность разрешения ситуации в целом.

### 2. Неполная информация

Любое принятие решения – это фактор времени, что особенно важно при оперативном управлении в ЧС из-за скорости течения и развития кризисных ситуаций. Требования оперативности принятия решения в ЧС связаны с ограничением кадровых, финансовых, информационных и других ресурсов и факторов, поэтому информация о решении является, как правило, фрагментарной и неполной. Следовательно, существует большой риск при извлечении, выборе и применении первичной информации для принятия оперативного решения.

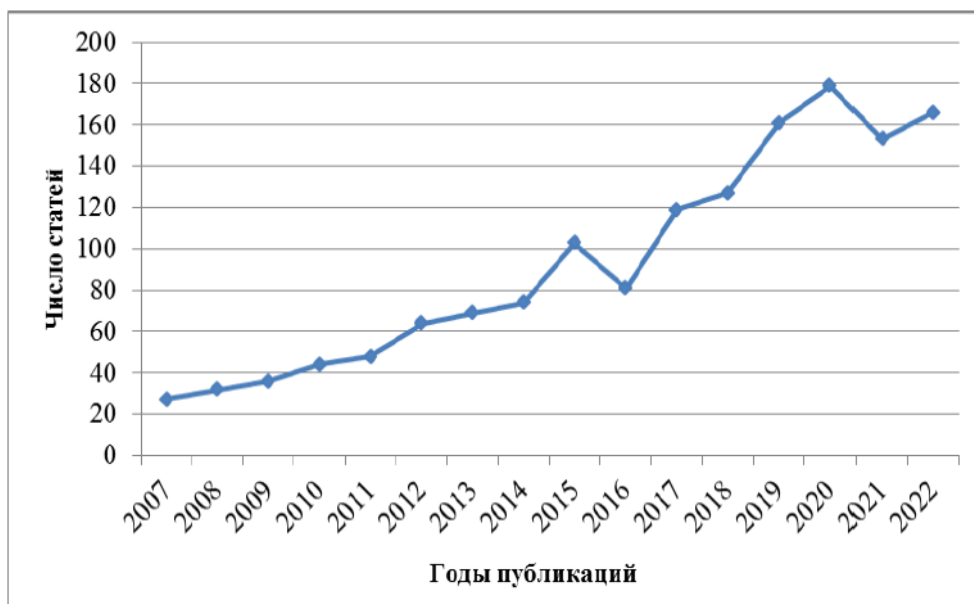


Рисунок 3 – Количество опубликованных работ по проблематике «оперативное управление в ЧС»

### 3. Разнородные данные

Для принятия оперативных решений в ЧС требуется большое количество разнородных данных, позволяющих понимать складывающуюся на территории ЧС обстановку. Это могут быть данные о климатических условиях и метеопрогнозе, дорожной обстановке, состоянии сил и средств РСЧС и т.д. Все это говорит о проблеме интеграции данных, заключающейся в том, что они поступают из различных источников, министерств, ведомств, хозяйств, где форматы их представлены для принятия решений неорганизованы в силу их разнотипности и разнотипности, т.е. не унифицированы.

Комплексный анализ публикаций по проблематике оперативного управления в ЧС так же позволил определить и классифицировать основные методы исследования в разрезе этапов развития ЧС, используемых отечественными авторами (таблица 1).

В целом общий взгляд на таблицу говорит о достаточно равномерном общем распределении научных публикаций по трем этапам управления ЧС: предупреждение (31%), готовность (30%) и реагирование (36%) и в меньшей степени этапу восстановления (3%). В разрезе методов исследования наиболее часто применимым являются методы математического моделирования (39%), теория игр и принятия решений (30%), имитационное моделирование (24%) и все чаще появляются исследования применения искусственного интеллекта и управления знаниями (7%).

### Методы математического моделирования в управлении при ЧС

Методы математического моделирования при принятии управленческих решений использовались при решении задач количественного анализа рисков, оценки эффективности применяемых мер на всех стадиях управления при ЧС, распределения ресурсов в интересах повышения готовности сил и средств спасательных служб. Так, в частности, Глазовым А. в статье [5] была представлена оптимальная координационная модель реагирования на ЧС, позволяющая эффективно строить тактику действий между различными ведомствами. Учеными из Института проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН решена задача оптимального планирования превентивных мер по предупреждению ЧС с учетом потерь, материального ущерба и затраченных средств на спасательную операцию с помощью логического программирования [6]. В исследовании [7] Берестевича М.О. и др. получена векторно-матричная модель оценки характерных региональных рисков возникновения ЧС, позволяющая проводить алгоритмизацию программ подготовки населения к негативным событиям. На основе полученной математической модели риска возникновения ЧС Ильченко А.Н. и Бутыко Е.В. предложена авторская методика определения прогнозируемых затрат субъекта при возможной угрозе происшествия [8]. В исследованиях [9, 10] реализована комплексная математическая модель управления подразделениями МЧС России, позволяющая обосновывать управленческие решения по количественному оснащению

Таблица 1 – Относительная доля статей в зависимости от этапа управления ЧС и применяемого метода исследования

Этап управления при ЧС \ Метод	Математическое моделирование	Имитационное моделирование	Теория игр и принятия решений	Искусственный интеллект и управление знаниями
предупреждение	20%	5%	5%	1%
готовность	10%	12%	6%	2%
реагирование	8%	7%	17%	4%
восстановление	1%	0%	2%	0%

подразделений МЧС России с целью обеспечения требуемого уровня готовности. Представленная в научной статье [11] исследователями из Сибирской пожарно-спасательной академии МЧС России комплексная методика с использованием инструментов нечеткой логики, базирующаяся на функции желательности Харрингтона, позволяет осуществлять оценку безопасности территорий при ЧС с учетом их региональных особенностей.

#### *Методы имитационного моделирования в управлении при ЧС*

Применение имитационного моделирования для принятия решений основывается на использовании накопленных статистических данных и опыта при управлении в условиях ЧС. Имитировать некое происшествие для выбора наиболее адекватного способа реагирования натурным экспериментом, как правило, затруднительно, а чаще практически невозможно, поэтому метод имитационного моделирования в этом случае оказывается наиболее эффективным. Например, Авдеевой М.О. и Савельевым Д.И. реализована имитационная модель процесса эвакуации жителей из населённых пунктов, которые больше подвержены риску возникновения ЧС, позволяющая определить наиболее безопасное место расположения сборного эвакуационного пункта [12]. В работе Тарканова Д.В. [13] реализована компьютерная модель с возможностью имитации тактических действий пожарно-спасательных подразделений в операциях по ликвидации происшествий. Суходуловым А.П. и др. в исследовании [14] была реализована идея применения имитационного моделирования для исследования аспектов ЧС.

#### *Методы теории игр и принятия решений в управлении ЧС*

В статье [15] Пономаревым В.М. на основе теории управления разработана динамическая агентная модель восстановления функционирования железнодорожного транспорта после ЧС. Калачом А.В. и др. в статье [16] на основе теории Марковских цепей и теории игр построена модель описания ЧС на примере эксплуатации

Зейского гидроузла, суть которой заключается в определении стратегии обслуживания потенциально опасного объекта. В исследовании [17] предложен подход к оценке вероятностей предупреждения ЧС на основе использования теории игр.

#### *Методы искусственного интеллекта и управление знаниями в ЧС*

В области принятия управленческих решений при ЧС одной из актуальных задач для исследователей является решение проблем мониторинга, анализа данных и распределения ресурсов с использованием искусственного интеллекта и управления знаниями. Текущие исследования в основном сосредоточены на внедрении и организации управления знаниями для принятия решений в случае происшествий, а также разработке программного обеспечения и инструментов для управления знаниями с интеллектуальными возможностями. Рассмотрим некоторые, Ляшенко Е.Н. в своем труде [18] предложил формальную модель представления знания для экспертов в области управления ЧС. Исследование Топольского Н.Г. и др. [19] заключалось в разработке модели по оценке эффективности действий разноуровневых систем управления с учетом различных вариантов сценариев ЧС. Москвиной Н.В. [20] достаточно подробно рассмотрен вопрос применения технологий искусственного интеллекта в вопросах реагирования на происшествия спасательными службами, а именно: чат-боты организованные в виде голосовых помощников, более высокая интеграция с социальными сетями, применение предиктивной аналитики. В научной статье [21] Н.И. Юсуповой и др. апробирован подход поддержки принятия решений в процессе создания экспертной системы управления знаниями, как для предупреждения, так и для ликвидации ЧС на примере объекта нефтяной отрасли с помощью методов извлечения, структурирования и представления знаний. Колесенковым А.Н. и др. за счет специализированной обработки данных дистанционного зондирования Земли на основе аппарата нейронных сетей нечеткого вывода

в исследовании [22] представлена теоретико-множественная модель предупреждения ЧС. В исследовании [23] предложена структура системы поддержки принятия решений, использующая интеллектуальный анализ данных при реагировании на ЧС на транспорте.

### Заключение

Приведенный в статье обзор научных работ показал, что в общем решении проблем управления в ЧС исследования в большинстве базируются на методах математического моделирования, теории игр и принятия решений и имитационного моделирования. Но, несмотря на общий рост публикаций в данной предметной области и, как следствие, развитие методов и подходов принятия решений в ЧС, все еще существуют определенные недостатки и ограничения в исследованиях, определяющих основные направления для дальнейших исследований:

#### 1. Координация подсистем РСЧС.

Система РСЧС включает в себя различные подсистемы, не являясь при этом единой структурой с точки зрения управления. При ликвидации некоторых ЧС может оказаться недостаточным сил и средств МЧС России, может потребоваться взаимодействие самых разных органов управления. ЛПР и эксперты в составе штабов по ликвидации ЧС работают в смежных, но не идентичных структурах, могут иметь разный уровень квалификации и разные задачи, что определяет сложность взаимодействия в общей координации действий. Наличие возможного конфликта интересов между различными ее подсистемами ведет к отсутствию четкой и согласованной схеме принятия решения. Это означает увеличение времени на принятие решений, снижение их обоснованности, особенно при межрегиональном взаимодействии.

#### 2. Временные ограничения.

Влияние внешней среды заставляет принимать решения в ЧС в сжатые сроки в условиях неопределенности, ограниченности информации и высокой динамичности, что в свою очередь требует разработки эффективных методов

прогнозирования информации относительно складывающейся обстановки [24], в том числе и использованием методов искусственного интеллекта.

#### 3. Ограниченность применяемой методологии.

Применение математических моделей весьма ограничено из-за требований к большому количеству необходимых исходных данных, сложности расчетов и субъективной оценке при обосновании некоторых данных; методы ситуационного моделирования опираются на накопленный опыт и предыдущие знания, однако для нестандартных событий соответствующий опыт может оказаться весьма ограниченным.

Подводя итог можно сделать вывод, что к возможным перспективным направлениям развития теории управления в ЧС можно отнести интеллектуализацию систем поддержки принятия решений, например, при решении задач принятия решений в условиях неполной информации; разработку новых методов решения задач управления с применением технологии больших данных.

### Список источников

1. Государственный доклад «О состоянии защиты населения и территорий Российской Федерации от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в 2022 году» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://mchs.gov.ru/deyatelnost/itogi-deyatelnosti-mchs-rossii/2022-god>.

2. *Шофеев Т.Г.* Модель принятия решений при реагировании на чрезвычайные ситуации в условиях неопределенности // Научно-аналитический журнал «Вестник Санкт-Петербургского университета Государственной противопожарной службы МЧС России». – 2023. – № 1. – С. 190-203. – EDN HCRSUA.

3. *Максимов А.В., Матвеев А.В.* Перспективы использования коллективных знаний при реагировании на чрезвычайные ситуации // Научно-аналитический журнал «Вестник Санкт-Петербургского университета



Государственной противопожарной службы МЧС России». – 2019. – № 4. – С. 89-97. – EDN QPBTLA.

4. *Максимов А.В.* Организационное обеспечение информационной системы по разработке планов реагирования на чрезвычайные ситуации // Научно-аналитический журнал «Вестник Санкт-Петербургского университета Государственной противопожарной службы МЧС России». – 2020. – № 2. – С. 32-38. – EDN WVWLIG.

5. *Глазов А.* Координация деятельности организаций различной ведомственной принадлежности при обеспечении готовности к ликвидации аварийных разливов нефти // Инженерная защита. – 2015. – № 4 (9). – С. 22-28 – EDN UIPQOV.

6. *Кульба В.В., Шульц В.Л., Шелков А.Б., Чернов И.В.* Методы и механизмы планирования и управления в условиях чрезвычайных ситуаций // Тренды и управление. – 2013. – № 2. – С. 134-155 – EDN RCHLMF.

7. *Берестевич М.О., Калайдов А.Н., Копытов Д.О.* Управление природно-техногенным риском с использованием программно-технического комплекса обеспечения природно-техногенной безопасности // Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций. – 2022. – № 3. – С. 61-74. – EDN XECSEK.

8. *Ильченко А.Н., Бутько Е.В.* Информационно-методическое обеспечение задачи моделирования экономических рисков и оптимизации прогнозируемых затрат на ликвидацию чрезвычайных ситуаций // Современные наукоемкие технологии. Региональное приложение. – 2015. – № 3 (43). – С. 79-90. – EDN UMMDYN.

9. *Водахова В.А., Максимов А.В., Матвеев А.В.* Комплексная математическая модель процесса управления силами и средствами гарнизона пожарной охраны // Проблемы управления рисками в техносфере. – 2015. – № 2 (34). – С. 85-96 – EDN UGLUTN.

10. *Крупкин А.А., Максимов А.В., Матвеев А.В.* Методика оценки эффективности управления силами и средствами гарнизона пожарной

охраны // Научно-аналитический журнал «Вестник Санкт-Петербургского университета Государственной противопожарной службы МЧС России». – 2015. – № 4. – С. 30-34. – EDN VHNSPZ.

11. *Сергеев И.Ю., Молотков Ю.И., Мартинович Н.В., Шкаберина Т.В., Бушмакин А.А.* Анализ подходов при решении задач оценки рисков в рамках современных концепций // Сибирский пожарно-спасательный вестник. – 2021. – № 4 (23). – С. 104-108. – EDN DEACAD.

12. *Авдеева М.О., Савельев Д.И.* Разработка расширенной модели имитации сбора и эвакуации населения при чрезвычайной ситуации на базе по Anylogic // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2020. – Т. 9. – № 4 (52). – С. 126-130. – EDN GHPPME.

13. *Тараканов Д.В., Саттаров И.Ф.* Компьютерная модель ликвидации пожаров для тактической подготовки пожарных // Технологии техносферной безопасности. – 2014. – № 6 (58). – С. 14. – EDN TMPMUL.

14. *Суходолов А.П., Андриянов В.Н., Маренко В.А., Ложников В.Е.* Применение когнитивного моделирования для исследования аспектов чрезвычайных ситуаций // Вестник Тюменского государственного университета. Физико-математическое моделирование. Нефть, газ, энергетика. – 2018. – Т. 4. – № 4. – С. 235-248. – EDN YRQFZB.

15. *Пономарев В.М.* Система оперативного поддержания темпов восстановительных работ при ликвидации последствий ЧС на железнодорожном транспорте // Транспорт Урала. – 2011. – № 3 (30). – С. 32-35. – EDN OGIPXN.

16. *Думачев В.Н., Пешкова Н.В., Калач А.В., Чудаков А.А.* Ситуационное моделирование работы Зейской ГЭС во время аномальных наводнений // Вестник Воронежского института ГПС МЧС России. – 2014. – № 2 (11). – С. 18-25. – EDN SECWKN.

17. *Вилков В.Б., Федорова Н.В., Черных А.К.* О подходе к оценке вероятностей предупреждения ЧС на основе использования теории игр // Сервис безопасности в России: опыт, проблемы,

перспективы. Современные методы и технологии предупреждения и профилактики возникновения чрезвычайных ситуаций: Материалы XI Всероссийской научно-практической конференции, Санкт-Петербург, 27 сентября 2019 года. – СПб: Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, 2019. – С. 63-67. – EDN UGEWVU.

18. *Ляшенко Е.Н.* Формализация знаний экспертов по управлению процессами ликвидации последствий крупномасштабных чрезвычайных ситуаций // Вестник Херсонского национального технического университета. – 2017. – № 4 (63). – С. 167-173. – EDN YRZAZC.

19. *Топольский Н.Г. и др.* Нейросетевое моделирование эффективности реагирования на чрезвычайные ситуации в многоуровневой системе управления // Технологии техносферной безопасности. – 2021. – № 2 (92). – С. 79-93. – EDN CBJJJW.

20. *Москвина Н.В.* Применение искусственного интеллекта в системе-112 // Столыпинский вестник. – 2023. – Т. 5. – № 4. – EDN ERLYGT.

21. *Юсупова Н.И., Шахмаматова Г.Р., Еникеева К.Р., Пензина В.Ю.* Модели и методы управления знаниями для поддержки принятия решений в аварийных ситуациях при бурении и транспортировке нефти // Проблема сбора, подготовки и транспорта нефти и нефтепродуктов. – 2011. – № 2. – С. 182. – EDN ONHCBR.

22. *Колесников А.Н., Костров Б.В., Ручкин В.Н.* Нейронные сети мониторинга чрезвычайных ситуаций по данным ДЗЗ // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2014. – № 5. – С. 220-225. – EDN STINNN.

23. *Matveev A., Maximov A., Bogdanova E.* Intelligent decision support system for transportation emergency response // Transportation Research Procedia. – 2020. – № 50. – P. 444-450. – EDN FACOLJ.

24. *Матвеев А.В., Максимов А.В., Попивчак И.И.* Перспективные направления информационно-аналитической деятельности в области обеспечения пожарной безопасности // Геополитика и безопасность. – 2015. – № 2(30). – С. 113-117. – EDN VMLYLY.

## References

1. State report “On the state of protection of the population and territories of the Russian Federation from natural and man-made emergencies in 2022” [Electronic resource]. – Access mode: <https://mchs.gov.ru/deyatelnost/itogi-deyatelnosti-mchs-rossii/2022-god>.

2. *Shofeev T.G.* Model of decision-making when responding to emergency situations under conditions of uncertainty // Scientific-analytical journal «Bulletin of the St. Petersburg University of the State Fire Service of the Ministry of Emergency Situations of Russia». – 2023. – No. 1. – P. 190-203. – EDN HCRSUA.

3. *Maksimov A.V., Matveev A.V.* Prospects for the use of collective knowledge when responding to emergency situations // Scientific and analytical journal «Bulletin of the St. Petersburg University of the State Fire Service of the Ministry of Emergency Situations of Russia». – 2019. – No. 4. – P. 89-97. – EDN QPBTLA.

4. *Maksimov A.V.* Organizational support of the information system for the development of emergency response plans // Scientific and analytical journal «Bulletin of the St. Petersburg University of the State Fire Service of the Ministry of Emergency Situations of Russia». – 2020. – No. 2. – P. 32-38. – EDN WVWLIG.

5. *Glazov A.* Coordination of the activities of organizations of various departmental affiliations in ensuring readiness to eliminate emergency oil spills // Engineering protection. – 2015. – No. 4 (9). – pp. 22-28 – EDN UIPQOB.

6. *Kulba V.V., Shultz V.L., Shelkov A.B., Chernov I.V.* Methods and mechanisms of planning and management in emergency situations // Trends and management. – 2013. – No. 2. – P. 134-155 – EDN RCHLMF.

7. *Berestevich M.O., Kalaidov A.N., Kopytov D.O.* Management of natural and man-made risk using a software and hardware complex for ensuring natural and man-made safety // Problems of safety and emergency situations. – 2022. – No. 3. – P. 61-74. – EDN XECSEK.

8. *Ilchenko A.N., Butko E.V.* Information and

methodological support for the task of modeling economic risks and optimizing projected costs for eliminating emergency situations // Modern science-intensive technologies. Regional application. – 2015. – No. 3 (43). – P. 79-90. – EDN UMMDYN.

9. *Vodakhova V.A., Maksimov A.V., Matveev A.V.* A complex mathematical model of the process of managing the forces and means of the fire protection garrison // Problems of risk management in the technosphere. – 2015. – No. 2 (34). – P. 85-96 – EDN UGLUTN.

10. *Krupkin A.A., Maksimov A.V., Matveev A.V.* Methodology for assessing the effectiveness of managing the forces and means of the fire protection garrison // Scientific and analytical journal «Bulletin of the St. Petersburg University of the State Fire Service of the Ministry of Emergency Situations of Russia». – 2015. – No. 4. – P. 30-34. – EDN VHNSPZ.

11. *Sergeev I.Yu., Molotkov Yu.I., Martinovich N.V., Shkaberina T.V., Bushmakin A.A.* Analysis of approaches to solving problems of risk assessment within the framework of modern concepts // Siberian Fire and Rescue Bulletin. – 2021. – No. 4 (23). – P. 104-108. – EDN DEACAD.

12. *Avdeeva M.O., Savelyev D.I.* Development of an extended model for simulating the collection and evacuation of the population in an emergency based on Anylogic // XXI century: results of the past and problems of the present plus. – 2020. – T. 9. – No. 4 (52). – P. 126-130. – EDN GHPPME.

13. *Tarakanov D.V., Sattarov I.F.* Computer model of fire extinguishing for tactical training of firefighters // Technologies of technosphere safety. – 2014. – No. 6 (58). – P. 14. – EDN TMPMUL.

14. *Sukhodolov A.P., Andriyanov V.N., Marenko V.A., Lozhnikov V.E.* Application of cognitive modeling to study aspects of emergency situations // Bulletin of Tyumen State University. Physical and mathematical modeling. Oil, gas, energy. – 2018. – T. 4. – No. 4. – P. 235-248. – EDN YRQFZB.

15. *Ponomarev V.M.* System for quickly maintaining the pace of restoration work during liquidation of the consequences of emergencies in railway transport // Transport of the Urals. – 2011. – No. 3 (30). – P. 32-35. – EDN OGIPXN.

16. *Dumachev V.N., Peshkova N.V., Kalach A.V., Chudakov A.A.* Situational modeling of the operation of the Zeya hydroelectric power station during abnormal floods // Bulletin of the Voronezh Institute of the State Fire Service of the Ministry of Emergency Situations of Russia. – 2014. – No. 2 (11). – P. 18-25. – EDN SECWKN.

17. *Vilkov V.B., Fedorova N.V., Chernykh A.K.* On an approach to assessing the probabilities of emergency prevention based on the use of game theory // Security Service in Russia: experience, problems, prospects. Modern methods and technologies for preventing and preventing the occurrence of emergency situations: Materials of the XI All-Russian Scientific and Practical Conference, St. Petersburg, September 27, 2019. – St. Petersburg: St. Petersburg University of the State Fire Service of the Ministry of Emergency Situations of Russia, 2019. – P. 63-67. – EDN UGEWV.

18. *Lyashenko E.N.* Formalization of expert knowledge on managing the processes of eliminating the consequences of large-scale emergency situations // Bulletin of the Kherson National Technical University. – 2017. – No. 4 (63). – P. 167-173. – EDN YRZAZC.

19. *Topolsky N.G. and others.* Neural network modeling of the effectiveness of emergency response in a multi-level control system // Technologies of technosphere safety. – 2021. – No. 2 (92). – P. 79-93. – EDN CBJJJW.

20. *Moskvina N.V.* Application of artificial intelligence in system-112 // Stolypin Bulletin. – 2023. – Vol. 5. – No. 4. – EDN ERLYGT.

21. *Yusupova N.I., Shakhmametova G.R., Enikeeva K.R., Penzina V.Yu.* Models and methods of knowledge management to support decision-making in emergency situations during drilling and transportation of oil // Problem of collection, preparation and transportation of oil and petroleum products. – 2011. – No. 2. – P. 182. – EDN ONHCBR.

22. *Kolesenkov A.N., Kostrov B.V., Ruchkin V.N.* Neural networks for monitoring emergency situations based on remote sensing data // News of Tula State University. Technical science. – 2014. – No. 5. – P. 220-225. – EDN STINNN.

23. *Matveev A., Maximov A., Bogdanova E.*

Intelligent decision support system for transportation emergency response // *Transportation Research Procedia*. – 2020. – No. 50. – P. 444-450. – EDN FACOLJ.

24. *Matveev A.V., Maksimov A.V., Popivchak I.I.* Promising directions of information and analytical activities in the field of fire safety // *Geopolitics and security*. – 2015. – No. 2(30). – P. 113-117. – EDN VMLY.

*Статья поступила в редакцию 11 апреля 2023 г.*

*Принята к публикации 27 июня 2023 г.*

**Ссылка для цитирования:** Максимов А.В. Методы поддержки принятия решений в оперативном управлении при чрезвычайных ситуациях: обзор исследований // *Национальная безопасность и стратегическое планирование*. 2023. № 2(42). С. 91-102. DOI: <https://doi.org/10.37468/2307-1400-2023-2-91-102>

**For citation:** Maksimov A.V. Decision-making during fires in mountainous areas: a comparative analysis of monitoring methods // *National security and strategic planning*. 2023. № 2(42). pp. 91-102. DOI: <https://doi.org/10.37468/2307-1400-2023-2-91-102>

#### **Сведения об авторах:**

**МАКСИМОВ АЛЕКСАНДР ВИКТОРОВИЧ** – кандидат технических наук, доцент, заместитель начальника кафедры прикладной математики и информационных технологий, Санкт-Петербургский университет Государственной противопожарной службы МЧС России имени Героя Российской Федерации генерала армии Е.Н. Зиничева, г. Санкт-Петербург, Россия

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4607-7519>

SPIN-код: 6109-6682

e-mail: [he1nze@mail.ru](mailto:he1nze@mail.ru)

#### **Information about authors:**

**MAKSIMOV ALEXANDER V.** – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Deputy head of the department of applied mathematics and information technologies, St. Petersburg University of the State Fire Service of the Ministry of Emergency Situations of Russia named after Hero of the Russian Federation, Army General E.N. Zinichev, St. Petersburg, Russia

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4607-7519>

SPIN-код: 6109-6682

e-mail: [he1nze@mail.ru](mailto:he1nze@mail.ru)