

УДК 004.021

DOI 10.48612/ntp/eghf-fu36-t47p

СИСТЕМА ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ДЕЖУРНОЙ СМЕНЫ ЦЕНТРА УПРАВЛЕНИЯ В КРИЗИСНЫХ СИТУАЦИЯХ

А. О. СЕМЕНОВ¹, Л. В. СУХОВЕРХОВА², А. В. СМИРНОВ², С. В. ОРЕШКОВ²

¹ Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России,
Российская Федерация, г. Иваново

² Академия ГПС МЧС России,
Российская Федерация, г. Москва

E-mail: ao-semenov@mail.ru, l.suhoverhova@academygps.ru, An.Smirnov@academygps.ru

Проведенный в статье анализ чрезвычайных ситуаций и материального ущерба, наносимого экономике страны, показывает актуальность задач по совершенствованию прогнозирования чрезвычайных ситуаций и управления силами и средствами при угрозе их возникновения. Работа посвящена разработке системы информационной поддержки деятельности оперативной дежурной смены центра управления в кризисных ситуациях, позволяющей начальнику смены рационально распределять задачи, контролировать сроки их выполнения и устранять ошибки. Задача формулируется в виде исходных предположений и ограничений, в которых отражены основные положения и начальные данные, на основании которых создается информационная система. Решение задачи строится с использованием теоретических положений системного анализа, теории управления и информатики. В статье проведен анализ чрезвычайных ситуаций различной природы и характера, рассмотрена организационная структура оперативной дежурной смены, предложено описание трехуровневой архитектуры системы и блок-схема алгоритма ее функционирования. Дано подробное описание каждого блока алгоритма. В заключении сделан вывод о преимуществах, перспективах внедрения и возможном использовании программного обеспечения для повышения уровня управляемости силами и средствами оперативной дежурной смены в повседневной деятельности и в условиях чрезвычайных ситуаций.

Ключевые слова: оперативная дежурная смена, информационная система, управление в чрезвычайных ситуациях, автоматизация контроля.

INFORMATION SUPPORT SYSTEM FOR CRISIS MANAGEMENT CENTER DUTY SHIFT OPERATIONS

A. O. SEMENOV¹, L. V. SUKHOVERKHOVA², A. V. SMIRNOV², S. V. ORESHKOV²

¹ Federal State Budget Educational Establishment of Higher Education
«Ivanovo Fire Rescue Academy of State Firefighting Service of Ministry of Russian Federation
for Civil Defense, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters»,
Russian Federation, Ivanovo

² Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education
«Academy of the State Fire Service of the Ministry of the Russian Federation
for Civil Defense, Emergencies and Disaster Relief»
Russian Federation, Moscow

E-mail: ao-semenov@mail.ru, l.suhoverhova@academygps.ru, An.Smirnov@academygps.ru

The analysis of emergency situations and the material damage inflicted on the country's economy, as presented in the article, demonstrates the urgency of improving emergency forecasting and the management of forces and resources when such threats arise. This work is dedicated to developing an information support system for the operational duty shift of a crisis management center. The system enables the shift supervisor to allocate tasks rationally, monitor their execution deadlines, and eliminate errors. The problem is formulated as a set of initial assumptions and constraints that reflect the core principles and baseline data used to build the information system. The solution is developed using the theoretical foundations of systems analysis, control theory, and computer science. The article provides an analysis of emergencies of various natures and types, examines the organizational structure of the operational duty shift, and proposes a description of the system's three-tier architecture along with a flowchart of its operational algorithm. A detailed description of

each algorithm block is provided. In conclusion, the advantages, implementation prospects, and potential uses of the software are summarized. Its application is aimed at enhancing the management level of the operational duty shift's forces and resources during both day-to-day operations and emergency situations.

Key words: operational shift on duty, information system, emergency management, automation of control.

Введение

Государственная политика Российской Федерации в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера является одной из важнейших задач и является частью системы государственного управления в сфере национальной безопасности Российской Федерации¹. На протяжении десятилетий высокий уровень защиты гражданского населения обеспечивается благодаря созданной и непрерывно совершенствующейся единой государственной системе предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (далее – РСЧС).

Анализ источников, рассматривающий вопросы состояния защиты населения и территорий Российской Федерации от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера за последние десять лет² показывает, что в период с 2015 год по 2019 год наблюдается переход от относительно стабильного режима к фазе роста (рис. 1). Рост чрезвычайных ситуаций (далее – ЧС) в 2020 году совпадает с

началом пандемии COVID-19 и достигает пиковых значений в 2021 году, что соответствует теоретическим положениям о глобальных кризисных явлениях, как катализаторах возникновения ЧС различной природы и характера. На рис. 2 представлена динамика материального ущерба, наносимого экономике страны в результате чрезвычайных ситуаций, в период с 2014 года по 2024 год. Анализ показывает синхронность динамики материального ущерба с частотными характеристиками ЧС (рис. 1). Начиная с 2019 года, наблюдается акселерация роста экономических потерь с наибольшим значением в 2020 году (около 164 млн руб.).

Представленный анализ показывает достаточно высокий уровень работы органов государственной власти Российской Федерации в рамках РСЧС относительно современных вызовов. Однако, выявленные тренды указывают на то, что задачи по совершенствованию прогнозирования ЧС, управления силами и средствами при угрозе и наступлении чрезвычайных ситуаций остаются актуальными.



Рис. 1. Чрезвычайные ситуации в Российской Федерации в период с 2015 года по 2024 год

¹ Указ Президента РФ от 11 января 2018 года №12 «Об утверждении Основ государственной политики Российской Федерации в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций на период до 2030 года»

² Государственный доклад «О состоянии защиты населения и территорий Российской Федерации от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в 2017 году». М.: МЧС России. ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2018, 376 с.



Рис. 2. Материальный ущерб от чрезвычайных ситуаций с 2015 года по 2024 год

В Российской Федерации функционируют Национальный центр управления в кризисных ситуациях Главного управления МЧС России (далее – НЦУКС), межрегиональные и региональные Центры управления в кризисных ситуациях Главного управления МЧС России (далее – ЦУКС). Вместе они составляют важную часть повседневного управления РСЧС. Эффективная работа НЦУКС и ЦУКС базируется на оперативном реагировании в случае возникновения чрезвычайной ситуации. Оперативное реагирование наиболее эффективно, если выполнены следующие условия:

- 1) предусмотрена укомплектованность личным составом реагирующих подразделений силами и средствами;
- 2) разработан план реагирования в условиях ЧС (принятие обоснованного управленческого решения в рамках дефицита времени);
- 3) организовано несение оперативного дежурства (качественная обработка полученной информации, своевременная передача сведений о ЧС)³.

Основная работа по мониторингу и реагированию возложена на оперативную дежурную смену (далее – ОДС) ЦУКС, которая функционирует круглосуточно. У каждого специалиста в задачах присутствует строгий регламент представления информационно-отчетных документов в зависимости от режимов, которых различают: а) повседневная деятельность – при

отсутствии угрозы возникновения чрезвычайной ситуации; б) повышенная готовность – при угрозе возникновения чрезвычайной ситуации; в) чрезвычайная ситуация – при возникновении и ликвидации чрезвычайной ситуации [2]. На рис. 3 представлена типизированная усредненная модель, которая иллюстрирует качественную разницу между двумя режимами работы ОДС ЦУКС «повседневная деятельность» и «чрезвычайная ситуация».

ОДС – это статическая структура, состав ее неизменен для каждого региона и рассчитывается согласно ГОСТ Р 22.7.01-2021, поэтому для повышения уровня оперативного реагирования необходимо сокращать время обработки информации и повышать ее качество. В современных условиях этого возможно достичь, если автоматизировать рутинные повседневные действия ОДС⁴, а также внедрить систему автоматизированного контроля для руководителя ОДС. Старший оперативный дежурный является руководителем смены и несет ответственность за ее работу. От его профессионализма зависят скорость и точность распределения задач, а также контроль над их исполнением.

Настоящая работа посвящена совершенствованию системы информационного обеспечения ОДС, позволяющего руководителю смены качественно распределять задачи, контролировать сроки их выполнения и исключать ошибки.

³ Приказ МЧС России №1131 от 01.11.2023 г. «Об утверждении Положения об организации оперативного дежурства в органах повседневного управления МЧС России»

⁴ Методические рекомендации территориальным органам Министерства Российской Федерации по

делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий по организации оповещения и информирования органов управления населения при возникновении (угрозе) чрезвычайной ситуации» (утв. МЧС России 25.01.2012)

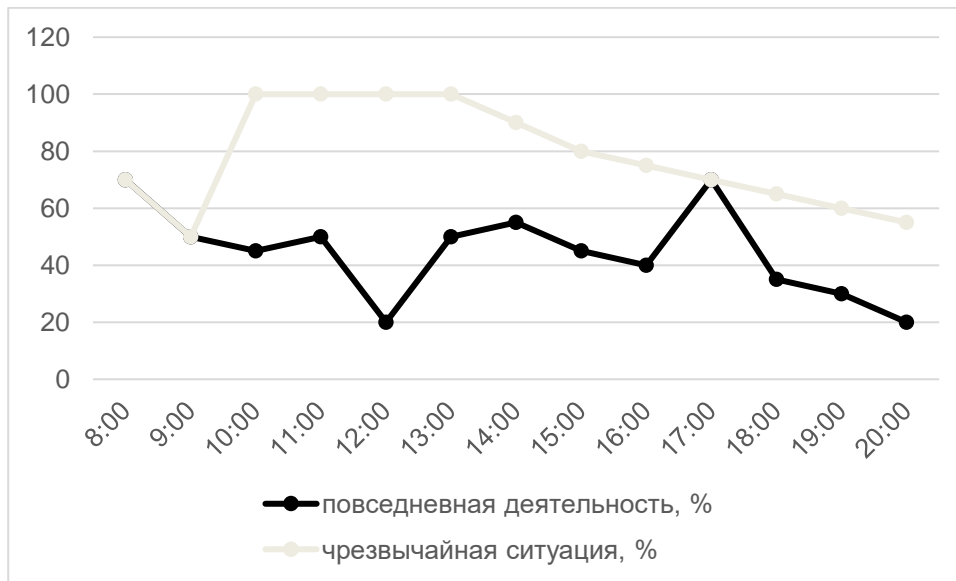


Рис. 3. Уровень загрузки ОДС в режиме «повседневная деятельность» и «чрезвычайная ситуация»

Постановка задачи

Введем исходные допущения и ограничения.

Ω_1 : построение информационной системы будем вести для регионального ЦУКС. На рис. 4 приведена схема взаимодействия сотрудников ЦУКС, где АРМ1 – старший оперативный дежурный (СОД); АРМ2 – начальник дежурной смены; АРМ3 – специалист по оповещению и информированию; АРМ4 – специалист по применению сил и средств; АРМ5 – специалист по анализу и подготовке оперативных данных; АРМ6 – специалист по реагированию на ЧС (старший оперативной группы); АРМ7 – специалист по учёту сил и контролю за пожарной обстановкой; АРМ8 – специалист по цифровой информации, ГИС-технологиям; АРМ9 – специалист по мониторингу и прогнозу развития ЧС; АРМ10 – диспетчер службы оперативного обеспечения диспетчерской связи; АРМ11 – специалист по техническому обеспечению, организации связи (организация связи (ВКС) в районе ЧС в составе оперативной группы); АРМ12 – специалист по видеоконференцсвязи – дежурный по связи, ГУ – главное управление, ЕДДС – единая дежурно-диспетчерская служба.

Ω_2 : задачи Z_{ik} ($i = \overline{2, m}$ – номер оператора АРМ, m – количество операторов в региональном ЦУКС, $k = \overline{1, n}$ – номер задачи, n – количество задач) для сотрудников ОДС ставятся и контролируются старшим оперативным дежурным (АРМ1).

Ω_3 : действия сотрудников ОДС имеют регламент. Для каждой задачи Z_{ik} назначается

время ее выполнения t_{ik} .

Ω_4 : задача Z_{ik} считается выполненной, если за время $\tau \leq t_{ik}$, где τ – фактическое время выполнения задачи, сформирован корректный отчет R_{ik} .

Ω_5 : оптимизацию по времени для управления деятельностью ОДС запишем в виде

$$\min \sum_{i=2}^m \sum_{k=1}^n [\alpha \tau_{ik} + \beta \max(0, \tau_{ik} - t_{ik}) + \gamma(1 - R_{ik})], \quad (1)$$

где α, β, γ – весовые коэффициенты приоритетов, которые подбираются на основе экспертных оценок и статистических данных, для повышения эффективности управляемости ОДС.

1. Ограничение на корректность отчетов

$$R_{ik} = \begin{cases} 1, & \text{если отчет корректен;} \\ 0, & \text{если отчет с ошибками.} \end{cases} \quad (2)$$

2. Ограничение на время выполнения

$$\tau_{ik} > 0, \quad \forall i = 2, \dots, m, \quad \forall k = 1, \dots, n. \quad (3)$$

3. Условие выполнения оптимизации по времени

$$Z_{ik} \text{ выполнена} \iff \tau_{ik} \leq t_{ik} \text{ и } R_{ik} = 1 \quad (4)$$

Требуется разработать для исходных данных $\Omega_1 - \Omega_5$ систему информационного обеспечения деятельности дежурной смены ЦУКС.

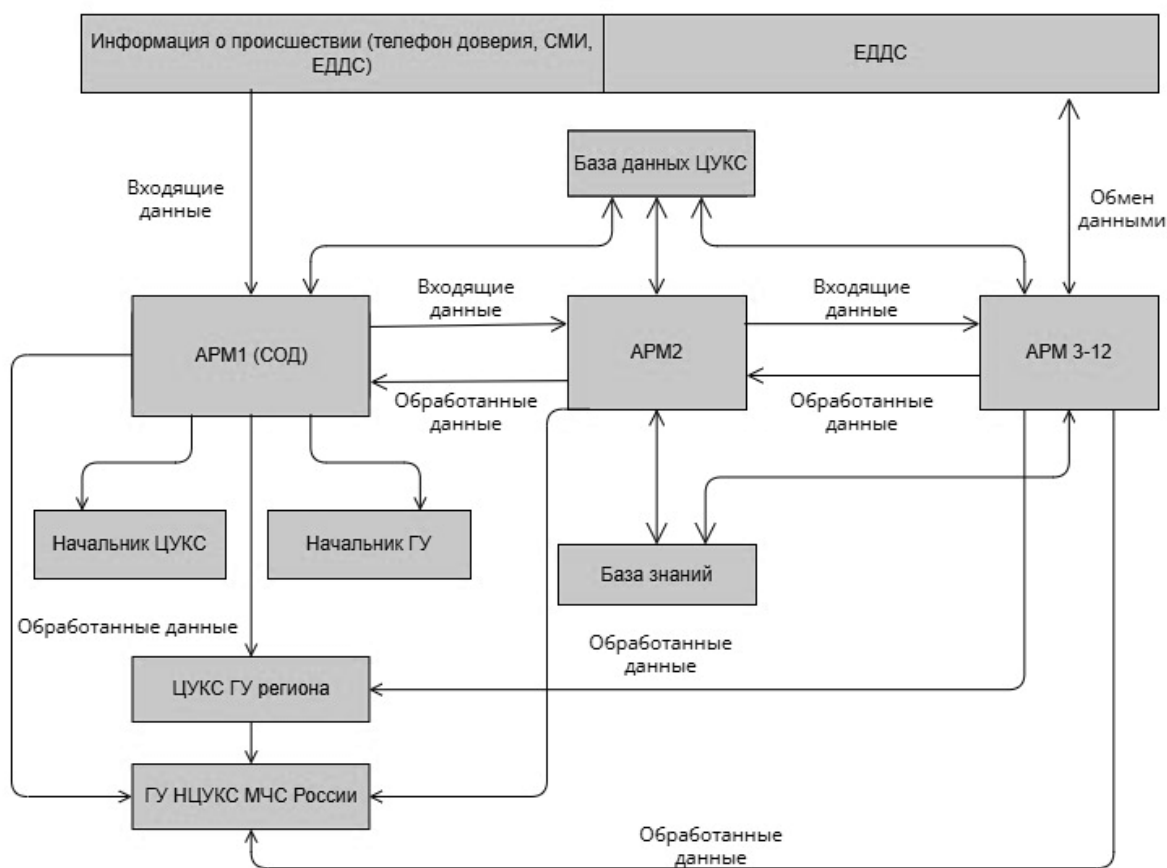


Рис. 4. Схема взаимодействия оперативной дежурной смены регионального ЦУКС

Результат исследования

Для разработки архитектуры информационной системы деятельности ОДС следует выделить основные требования, предъявляемые к ней:

- необходимость в реальном времени отслеживать деятельность оперативной дежурной смены;
- обеспечивать быструю передачу актуальной информации между различными модулями системы;
- устойчивость (масштабируемость) к пиковым нагрузкам в режиме «чрезвычайная ситуация», а также для будущего ее совершенствования в соответствии с меняющимися условиями работы;
- надежность и безопасность.

Указанным требованиям в большей степени отвечает трехуровневая клиент-серверная модель [3], представленная на рис. 5.

Описание компонентов уровней информационной системы обеспечения деятельности

ОДС, их назначение и функции представим в табл. 1–3.

Уровень Сервера приложений (табл. 2) является ядром информационной системы обеспечения деятельности ОДС, реализующее основную функциональность. Взаимодействие между модулями системы осуществляется через внутренние API, обеспечивая высокую скорость передачи данных и минимизацию задержек. Модули могут обмениваться информацией как в однонаправленном, так и в двунаправленном режиме (рис. 5).

Алгоритм работы информационной системы обеспечения деятельности ОДС формализуем в виде блок-схемы, представленный на рис. 6.

Работа алгоритма начинается с момента поступления сигнала об инциденте – первый блок, регистрация инцидента (создание карточки) происходит во втором блоке, далее СОД назначает задачи Z_{ik} сотрудникам ОДС с указанием сроков t_{ik} .



Рис. 5. Трехуровневая архитектура информационной системы обеспечения деятельности ОДС

Таблица 1. Уровень данных (сервер базы данных)

№	Название	Назначение	Использование в ИС
1.	База данных ЦУКС	Сбор, хранение оперативной и справочной информации (оцифрованные регламенты, приказы, должностные инструкции и пр.).	Модуль анализа соответствия (уровень Сервер приложений) использует ее как эталон для автоматической проверки действий сотрудников.
2.	База знаний	Сбор, хранение информации о типе и месте события, на основании которой выбирается заранее подготовленный экспертами план, данных контроля о ходе исполнения плана, которые используются для его коррекции в соответствии с оперативной обстановкой, складывающейся на месте события.	Сервер приложений подписывается на события и периодически опрашивает Базу знаний для фиксации действий сотрудников АРМ 2-12.
3.	База данных ИС (вновь создаваемая)	Хранение данных, генерируемых непосредственно информационной системой обеспечения деятельности ОДС.	Применяется для заполнения: а) Таблицы поставленных задач: ID, инцидент, исполнитель (АРМ), описание, срок, статус. б) Таблицы журнала действий: ID, сотрудник, действие, временная метка, инцидент. в) Таблицы уведомлений: ID, тип, описание, получатель, статус прочтения. г) Таблицы отчетов.

Таблица 2. Уровень Сервера приложений

№	Название	Назначение
1.	Модуль контроля задач	Прием команд от АРМ1 на постановку задач, их регистрация в БД, рассылка уведомлений исполнителям (АРМ 3-12), отслеживание статусов выполнения (не начато, в работе, выполнено, просрочено).
2.	Модуль анализа соответствия регламентам	Постоянный мониторинг Базы данных ЦУКС и сопоставление действий сотрудников с правилами из Базы знаний. При обнаружении отклонения (например, невыполненное обязательное действие) формирует инцидент и передает данные в Модуль уведомлений.

№	Название	Назначение
3.	Модуль отчетности	Автоматическое формирование отчетов на основе данных из всех БД: сменные рапорты, отчеты по инцидентам, статистика работы смены и пр.
4.	Сервис реального времени	Поддержка постоянного соединения с уровнем пользователей для мгновенной передачи уведомлений СОД и обновления данных на панели управления без перезагрузки страницы.
5.	REST API (Application Programming Interface) – архитектурный стиль	Обеспечение стандартизированного и безопасного взаимодействия между сервером и всеми пользовательскими приложениями (СОД, АРМ 2-12, мобильное приложение).

Таблица 3. Пользовательский уровень

№	Пользователь	Функциональные возможности
1.	АРМ1 (панель управления СОД)	а) Сводная панель (Dashboard): отображение активных инцидентов, статусов задач по всем АРМ, графика нарушений в реальном времени. б) Модуль постановки задач: форма для назначения задач с выбором исполнителя и срока. в) Журнал событий: фильтруемая лента всех действий смены. г) Центр уведомлений: всплывающие оповещения о просрочках и нарушениях регламента.
2.	АРМ 2-12 (Интерфейс исполнителя)	Просмотр назначенных задач, изменение их статуса, внесение отчетов о проделанной работе.
3.	Мобильное приложение для СОД (оповещения)	Получение push-уведомлений о критических событиях (просрочка высокой важности, нарушение ключевого регламента) когда СОД не находится за своим основным АРМ.



Рис. 6. Алгоритм работы информационной системы обеспечения деятельности ОДС

В четвертом блоке происходит выполнение задач, а также фиксация результатов работ в системе. Пунктирная стрелка ведет к блоку 3 и показывает обратную связь с СОД. В пятом блоке производится: 1) автоматический контроль сроков выполнения; 2) сверка действий с регламентами (нормативной базой); 3) формирование уведомлений для СОД при нарушениях. В шестом блоке происходит автоматическое ведение электронного журнала, формирование отчетов R_{ik} (сменных, по инцидентам, статистических). Пятый и шестой блоки соответствуют Серверу приложений (рис. 5) – ядро системы. Архивация данных по инциденту, закрытие карточки осуществляется в седьмом блоке. Алгоритм завершается в восьмом блоке закрытием карточки инцидента. Базы данных алгоритма описаны в табл. 1.

Выводы

Внедрение разработанной информационной системы обеспечения деятельности ОДС позволит принципиально повысить уровень управляемости и эффективности ее работы за счет следующих ключевых факторов:

- система в реальном времени отслеживает соблюдение регламентов и сроков, а также заблаговременно предупреждает СОД о рисках срыва задач, что позволит предотвращать сбои, а не просто реагировать на них;

– достижение прозрачности действий сотрудников, что упрощает анализ и повышает ответственность;

– система выступает в роли «интеллектуального помощника», которая автоматизирует рутинный контроль и акцентирует внимание СОД только на отклонениях и критических точках через систему оповещений, что позволяет СОД сконцентрироваться на стратегических решениях, а не на тактическом контроле;

– положения приказов и инструкций транслируются в исполняемые системой алгоритмы, что гарантирует действия каждого сотрудника по утвержденному плану, минимизируя вероятность ошибок в критических ситуациях;

– СОД получает актуальную сводку по обстановке в режиме реального времени на единой панели управления. Автоматическое формирование отчетов и журналов высвобождает время для непосредственного управления ситуацией;

– накопленная статистика по времени реакции, типичным ошибкам и эффективности процедур позволит выявлять «узкие места», оптимизировать регламенты и целенаправленно

работать над повышением квалификации сотрудников.

Разработанная система представляет собой качественно новую среду управления, которая для старшего оперативного дежурного становится источником получения объективной информации в условиях дефицита времени. Для ОДС – создает дисциплинирующую и поддерживающую среду, где регламенты не просто написаны на бумаге, а являются реальной основой ежедневной работы. Для руководства ЦУКС – предоставляет объективные данные для стратегического планирования и оценки эффективности. В будущем при накоплении статистических данных разрабатываемая система позволит совершенствовать управление ОДС, реализуя математические соотношения из Ω_5 .

Таким образом, внедрение системы позволит повысить уровень управления ОДС за счет синергии человека и технологии, где человек (СОД) отвечает за стратегическое мышление и принятие сложных решений, а технология берет на себя гарантированное выполнение тактического контроля, мониторинга и обеспечения данными.

Список литературы

1. Очередыко М. В., Белоусов Р. Л., Рыбаков А. В. О результатах системного анализа оперативности реагирования центра управления в кризисных ситуациях при ликвидации чрезвычайных ситуаций // Научные и образовательные проблемы гражданской защиты. 2019. № 2 (41). С. 51–60.

2. Суховерхова Л. В., Сороковинова Е. В. Программное обеспечение для обработки информации в кризисной ситуации на примере Иркутской области / Системы безопасности – 2023: сборник материалов 32 Международной научно-технической конференции, М.: Академия Государственной противопожарной службы. С. 109–112.

3. Ананченко И. В., Войтюк Т. Е., Марченко Е. В. Архитектура информационных систем: учебное пособие. СПб.: Университет ИТМО, 2024. 58 с.

References

1. Ochered'ko M. V., Belousov R. L., Rybakov A. V. O rezultatakh sistemnogo analiza operativnosti reagirovaniya tsentra upravleniya v krizisnykh situatsiyakh pri likvidatsii chrezvychnykh situatsiy [On the results of the systemic analysis of the crisis management center's response timeliness during emergency response] *Nauchnye i obrazovatel'nye problemy grazhdanskoy zashchity*, 2019, vol. 2 (41). pp. 51–60.

2. Sukhoverkhova L. V., Sorokovikova E. V. Programmnoye obespecheniye dlya obrabotki informatsii v krizisnoy situatsii na primere Irkutskoy oblasti [Software for information processing in a crisis situation using the Irkutsk Region as a case study]. *Sistemy bezopasnosti – 2023: sbornik materialov 32 Mezhdunarodnoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii*, 2023, Moscow: Akademiya Gosudarstvennoy protivopozharnoy sluzhby. Pp. 109–112.

3. Ananchenko I. V., Voytyuk T. E., Marchenko E. V. *Arkhitektura informatsionnykh sistem: uchebnoye posobiye* [Architecture of Information Systems: A Textbook]. SPb.: Universitet ITMO, 2024. 58 p.

Семенов Алексей Олегович

Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России,
Российская Федерация, г. Иваново

кандидат технических наук, доцент кафедры

E-mail: ao-semenov@mail.ru

Seменов Alexey Olegovich

Federal State Budget Educational Establishment of Higher Education «Ivanovo Fire Rescue Academy of State Firefighting Service of Ministry of Russian Federation for Civil Defense, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters»,

Russian Federation, Moscow

candidate of technical sciences, associate professor of the department

E-mail: ao-semenov@mail.ru

Суховерхова Людмила Васильевна

Академия ГПС МЧС России,

Российская Федерация, г. Москва

кандидат технических наук

E-mail: l.suhoverhova@academygps.ru

Suhoverhova Lyudmila Vasil`evna

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Academy of the State Fire Service of the Ministry of the Russian Federation for Civil Defense, Emergencies and Disaster Relief»,

Russian Federation, Ivanovo

Candidate of Technical Sciences

E-mail: l.suhoverhova@academygps.ru

Смирнов Андрей Владимирович

Академия ГПС МЧС России,

Российская Федерация, г. Москва

кандидат технических наук

E-mail: An.Smirnov@academygps.ru

Smirnov Andrej Vladimirovich

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Academy of the State Fire Service of the Ministry of the Russian Federation for Civil Defense, Emergencies and Disaster Relief»,

Russian Federation, Moscow

Candidate of Technical Sciences

E-mail: An.Smirnov@academygps.ru

Орешков Сергей Владимирович

Академия ГПС МЧС России,

Российская Федерация, г. Москва

E-mail: myurkhin@mail.ru

Oreshkov Sergey Vladimirovich

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Academy of the State Fire Service of the Ministry of the Russian Federation for Civil Defense, Emergencies and Disaster Relief»,

Russian Federation, Moscow

E-mail: myurkhin@mail.ru