

Научная статья
УДК 614.842.661
doi: 10.34987/vestnik.sibpsa.2025.25.34.002

Подход к управлению высылкой пожарных подразделений по повышенным рангам на этапе предварительного планирования

Дидархан Сактапбергенович Увалиев
Сергей Викторович Соколов

Академия Государственной противопожарной службы МЧС России, Москва, Россия
Автор, ответственный за переписку: Дидархан Сактапбергенович Увалиев,
starik1791@mail.ru

Аннотация. В статье рассматриваются перспективы применения оффлайн и онлайн автоматизированных систем управления пожарно-спасательным гарнизоном с использованием геоинформационных систем для оптимизации процесса управления высылкой пожарных подразделений на пожары по повышенным рангам. Особое внимание уделяется вопросам повышения оперативного сосредоточения. Рассмотрены ключевые аспекты в управлении привлечением пожарных подразделений: текущее местоположение подразделений, загруженность дорожной сети, состояние дорожного покрытия, технические характеристики пожарной и спасательной техники, а также прогнозируемое время прибытия. Также представлен альтернативный подход разработки документа предварительного планирования – расписания выезда подразделений пожарно-спасательного гарнизона для тушения пожаров и проведения аварийно-спасательных работ, основанный на сравнительном анализе минимального времени реагирования каждого подразделения без применения современных информационных технологий. Установлено, что деление подрайонов выезда на секторы выезда способствует сокращению расчетного времени прибытия пожарных подразделений. Применение такого подхода предполагает более точное определение зоны обслуживания при пожарах по повышенным рангам, что важно для эффективного управления в условиях многозадачной и постоянной динамики пожарно-спасательного гарнизона. Более глубокое деление на меньшие секторы выезда увеличивает координацию и взаимодействие между подразделениями. Это обеспечивает более рациональное использование сил и средств, сокращение времени на принятие решений и повышение общей эффективности пожарно-спасательного гарнизона.

Ключевые слова: сравнительный анализ, расписание выезда, гарнизон, подразделение, реагирование, сектор выезда, оперативное сосредоточение

Для цитирования: Увалиев Д.С., Соколов С.В. Подход к управлению высылкой пожарных подразделений по повышенным рангам на этапе предварительного планирования // Сибирский пожарно-спасательный вестник. 2025. № 1 (36). С. 18-31. <https://doi.org/10.34987/vestnik.sibpsa.2025.25.34.002>

Improving the efficiency of engagement of fire units to fires of higher levels through the introduction of the sector of departure

Didarkhan S. Uvaliev

Sergey V. Sokolov

Academy of State Fire Service of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

Corresponding author: Didarkhan S. Uvaliev, starik1791@mail.ru

Abstract. The article considers the prospects of application of offline and online automated systems of fire-rescue garrison management with the use of geo-information systems, to optimise the process of attracting firefighting units to fires on higher ranks. Special attention is paid to the issues of increasing operational concentration. The key aspects for the involvement of fire units are considered: current location of units, traffic congestion, road surface condition, technical characteristics of fire and rescue equipment, and predicted time of arrival. An alternative approach to the development of a pre-planning document - the schedule of departure of units of the fire and rescue garrison to extinguish fires and carry out rescue operations - is also presented, based on a comparative analysis of the minimum response time of each unit without the use of modern information technologies. It is established that the division of sub-areas of departure into sectors of departure contributes to the reduction of the estimated time of arrival of fire units. Application of this approach implies a more accurate definition of the service area at fires of higher ranks, which is important for effective management in the conditions of multitasking and constant dynamics of fire-rescue garrison. Deeper division into smaller sectors of departure increases co-ordination and interaction between units. This results in more efficient use of forces and resources, reduced decision-making time and improved overall efficiency of the fire and rescue garrison.

Key words: benchmarking, departure schedule, garrison, unit, response, sector of departure, operational concentration

For citation: Uvaliev D.S., Sokolov S.V. Improving the efficiency of engagement of fire units to fires of higher levels through the introduction of the sector of departure // Siberian Fire and Rescue Bulletin. 2025. № 1 (36). С. 18-31. (In Russ.) <https://doi.org/10.34987/vestnik.sibpsa.2025.25.34.002>

Введение

Организация оперативного реагирования пожарно-спасательного гарнизона (ПСГ) является важным аспектом обеспечения безопасности населения и защиты объектов инфраструктуры и, несмотря на сложившуюся дислокацию пожарных подразделений, вопрос совершенствования их оперативного реагирования остается актуален.

В соответствии с приказом МЧС России от 25.10.2017 № 467 «Об утверждении Положения о пожарно-спасательных гарнизонах», система реагирования в местных ПСГ основывается на территориальном разделении муниципальных образований на районы выезда пожарных подразделений. Основной задачей такого разделения является обеспечение прибытия первого подразделения в наиболее удаленную точку района выезда в минимально возможное время, что напрямую влияет на эффективность ликвидации пожаров и аварийно-спасательных работ.

Эффективность реагирования пожарных подразделений в условиях исторической сложившейся дислокации во многом зависит от рационального планирования высылки сил и средств. Это планирование реализуется в расписании выезда ПСГ для тушения пожаров и проведения аварийно-спасательных работ (далее расписание выезда) – документ предварительного планирования, где каждому подразделению гарнизона определяется территория первоочередного обслуживания. Важно, чтобы для каждого подразделения границы районов выезда определялись с учетом как географических, так и транспортных особенностей, обеспечивая максимально быстрое прибытие пожарных расчетов [1].

Многие авторы исследовали эти вопросы, где помимо определения границ районов выезда, значительное внимание уделяется внутренней организации подрайонов выезда, которые могут охватывать как отдельные участки, так и целые территории районов выезда других подразделений [2-7].

В данной статье авторы предлагают пути совершенствования реагирования на пожары по повышенным рангам. В предыдущих исследованиях уже были предложены алгоритмы и модели привлечения пожарных подразделений на пожары по повышенным рангам, направленные на улучшение системы реагирования, в том числе путем оптимизации маршрутов и границ районов выезда [8,9]. Однако внедрение этих решений в оперативную деятельность зачастую требует наличия специализированного программного обеспечения и вычислительных ресурсов [6,7].

Автоматизированные системы управления пожарно-спасательным гарнизоном

В настоящее время в ряде ПСГ внедряются и используются автоматизированные системы управления (АСУ), которые выполняют функции учета, анализа и оптимизации оперативной деятельности. Эти системы позволяют более точно планировать и координировать действия подразделений в повседневной деятельности и при пожарах. Управление высылкой сил и средств ПСГ традиционно осуществляется на основании заранее разработанного и загруженного в АСУ расписания выезда, что позволяет выполнять основные принципы и задачи системы реагирования. Однако, расписание выезда не лишено недостатков, так как оно основано на делении территории на районы и подрайоны выезда и не всегда способны учитывать динамически меняющиеся условия, такие как дорожная обстановка и число одновременно занятых подразделений.

Современные АСУ, оснащенные интеграцией с географическими информационными системами (ГИС), имеют значительно больший потенциал для повышения оперативной эффективности. Такие системы способны в онлайн режиме привлекать не задействованные и наиболее оперативные подразделения к месту происшествия, осуществляя анализ широкого спектра параметров: текущее местоположение подразделений, загруженность дорожной сети, состояние дорожного покрытия, технические характеристики пожарной и спасательной техники, а также прогнозируемое время прибытия [10]. На основе полученных данных система способна автоматически рассчитывать и предлагать наиболее быстрый и оптимальный маршрут следования к месту происшествия. Это позволяет также отказаться от фиксированных границ районов и подрайонов выезда, обеспечивая гибкость в распределении ресурсов и реагировании на изменяющиеся условия оперативной обстановки пожарно-спасательного гарнизона [11].

Несмотря на очевидные преимущества и перспективы внедрения таких технологий, их повсеместное применение сдерживается существующими нормативно-правовыми ограничениями, которые не позволяют в полной мере использовать весь функциональный потенциал автоматизации для рационального управления высылкой пожарных подразделений. А в нынешних геополитических условиях навигационная система может быть не всегда стабильна. Дополнительно, высокие затраты на разработку, внедрение и обслуживание таких технологий представляют собой значительный финансовый барьер. Эти факторы усложняют повсеместное внедрение данных решений, что ограничивает их доступность для многих ПСГ [12].

Так, важно разработать универсальный подход, который бы помог руководителям ПСГ обеспечить оперативное сосредоточение пожарных подразделений на пожары по повышенным рангам без дополнительных затрат и имеющимися ресурсами.

Секторы выезда

Для совершенствования системы управления высылки пожарных подразделений на этапе предварительного планирования предлагается дальнейшая декомпозиция районов и подрайонов выезда на секторы выезда. Методом сравнительного анализа оценить минимальное время прибытия пожарных подразделений в различные сектора выезда с последующим интегрированием результатов этого анализа в расписание выезда. Такой подход предполагает не только улучшение уже существующих процедур формирования расписания выезда, но и создание нового подхода предварительного планирования высылки пожарных подразделений, что особенно актуально в условиях растущих требований к оперативности реагирования на пожары по повышенным рангам.

На примере N-ого местного пожарно-спасательного гарнизона исследуется возможность деления территорий района выезда на более мелкие зоны ответственности – сектора выезда. Такое деление позволяет не только повысить точность прогнозов времени прибытия подразделений на место происшествия, но и улучшить координацию и взаимодействие между различными подразделениями гарнизона, особенно в ситуациях с одновременными пожарами повышенного ранга. Таким образом, внедрение секторов выезда и их интеграция в расписание выезда ПСГ является перспективным направлением развития системы реагирования, направленным на повышение общей эффективности работы подразделений в условиях чрезвычайных ситуаций, без существенных затрат.

Одной из ключевых задач при разработке расписания выезда является оптимизация распределения территорий между пожарными подразделениями для обеспечения минимального времени прибытия к месту пожара или чрезвычайной ситуации.

Для анализа рассмотрим расписание выезда N-ого местного ПСГ на примере 5-й пожарно-спасательной части (ПСЧ). Рассмотрение данного примера позволяет выделить основные подходы, применимые для улучшения общей эффективности реагирования.

Для наглядности, из расписания выезда исключены столбцы и строки, не имеющие отношения к исследованию (Табл.1).

В рассматриваемом ПСГ, система градации предусматривает 5 уровней сложности пожаров, максимальный из которых ранг пожара №4.

Табл.1. Расписание выезда подразделений N-ого местного ПСГ

Подразделение пожарной охраны	Перечень населенных пунктов, входящих в район (подрайон) выезда подразделения	Номер (ранг) пожара:									
		№ 1		№ 1-БИС		№ 2		№ 3		№ 4	
		Привлекаемые подразделения	Расчетное время прибытия к наиболее удаленной точке района выезда	Привлекаемые подразделения	Расчетное время прибытия к наиболее удаленной точке района выезда	Привлекаемые подразделения	Расчетное время прибытия к наиболее удаленной точке района выезда	Привлекаемые подразделения	Расчетное время прибытия к наиболее удаленной точке района выезда	Привлекаемые подразделения	Расчетное время прибытия к наиболее удаленной точке района выезда
5 ПСЧ	г. N (подрайон 1 ПСЧ)	АСМ 5 ПСЧ	10 мин	АЦ 1 ПСЧ	14 мин	АЦ 6 ПСЧ	19 мин	АЦ 12 ПСЧ	21 мин	АЦ 9 ПСЧ	33 мин
		АЦ 5 ПСЧ	10 мин	АЦ 2 ПСЧ	18 мин	АЦ 4 ПСЧ	19 мин	АЦ 7 ПСЧ	21 мин	АЦ 9 ПСЧ	33 мин
		АЦ 1 ПСЧ	14 мин	АЦ 2 ПСЧ	18 мин	АЦ 4 ПСЧ	19 мин	АЦ 7 ПСЧ	21 мин	АЦ 10 ПСЧ	33 мин
						АЦ 3 ПСЧ	20 мин	АЦ 8 ПСЧ	28 мин	АЦ 10 ПСЧ	33 мин
						АЦ 3 ПСЧ	20 мин	АЦ 8 ПСЧ	28 мин	АЦ 11 ПСЧ	33 мин
Итого по видам		АЦ-2, АСМ-1		АЦ-5, АСМ-1		АЦ-10, АСМ-1		АЦ-15, АСМ-1		АЦ-20, АСМ-1	

Всего:		3		6		11		16		21	
5 ПСЧ	г. N (подрайон 2 ПСЧ)	АСМ 5 ПСЧ	10 мин	АЦ 2 ПСЧ	15 мин	АЦ 1 ПСЧ	16 мин	АЦ 12 ПСЧ	22 мин	АЦ 10 ПСЧ	28 мин
		АЦ 5 ПСЧ	10 мин	АЦ 6 ПСЧ	15 мин	АЦ 3 ПСЧ	17 мин	АЦ 7 ПСЧ	23 мин	АЦ 10 ПСЧ	28 мин
		АЦ 2 ПСЧ	15 мин	АЦ 1 ПСЧ	16 мин	АЦ 3 ПСЧ	17 мин	АЦ 7 ПСЧ	23 мин	АЦ 8 ПСЧ	29 мин
						АЦ 4 ПСЧ	22 мин	АЦ 9 ПСЧ	28 мин	АЦ 8 ПСЧ	29 мин
						АЦ 4 ПСЧ	22 мин	АЦ 9 ПСЧ	28 мин	АЦ 11 ПСЧ	29 мин
Итого по видам		АЦ-2, АСМ-1		АЦ-5, АСМ-1		АЦ-10, АСМ-1		АЦ-15, АСМ-1		АЦ-20, АСМ-1	
Всего:		3		6		11		16		21	

В текущем расписании выезда 5 ПСЧ район выезда разделен на два подрайона – 1 ПСЧ и 2 ПСЧ. Эти подрайоны представлены на Рис.1, где каждый подрайон выделен соответствующей линией (зеленой для 1 ПСЧ и синей для 2 ПСЧ). Такое деление позволяет более точно распределить силы, однако при анализе оперативности реагирования выявляется необходимость дальнейшего деления подрайонов на еще более мелкие участки – сектора.

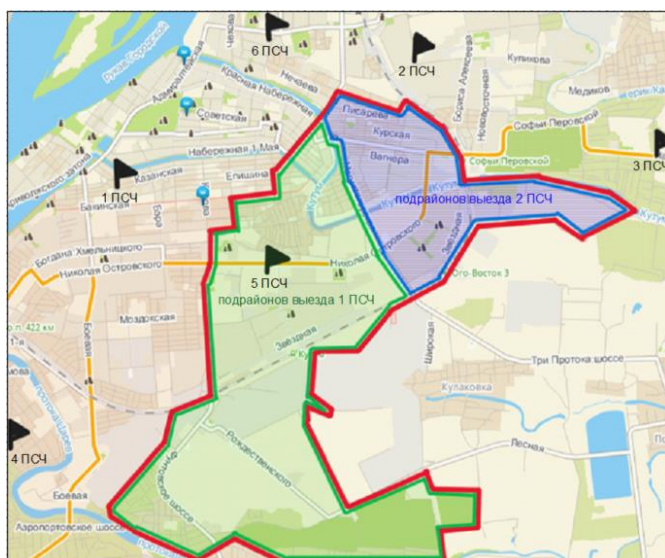


Рис.1. Район выезда 5 ПСЧ с двумя подрайонами выезда 1 и 2 ПСЧ

Принцип дальнейшего деления основан на последовательном моделировании привлечения ближайших пожарных подразделений, что включает выбор условного места сосредоточения, прокладку маршрутов следования и определение времени прибытия с использованием ГИС (Рис.2,3). Для каждого участка проводится оценка времени прибытия подразделений, и на основе этих данных определяется оптимальная граница сектора.

Важными параметрами (переменными) при моделировании являются скоростные возможности пожарной техники, число перекрестков, ширина проезжей части, наличие естественных преград и других элементов инфраструктуры, которые могут влиять на оперативность реагирования.

Возможности определения скорости следования пожарного автомобиля ранее были описаны в [8]. В данной работе время прибытия рассчитано с использованием ГИС «2GIS», в промежутки времени от 22.00 до 01.00 по московскому времени.

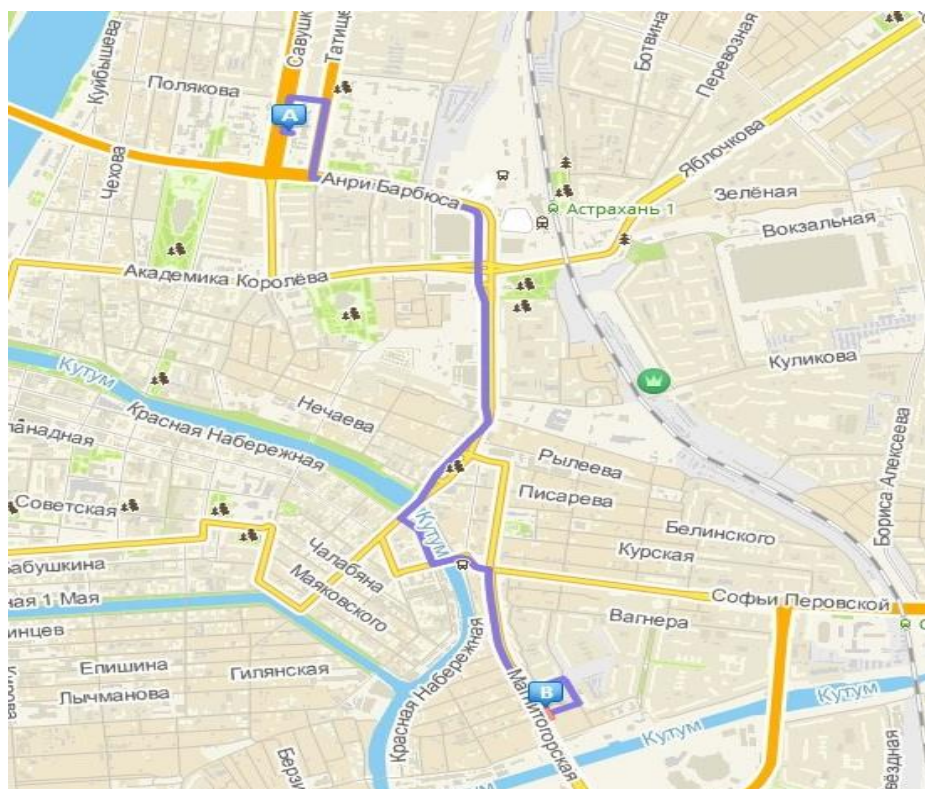


Рис.2. Путь следования при моделировании привлечения 6 ПСЧ в подрайон выезда 2 ПСЧ района выезда 5 ПСЧ

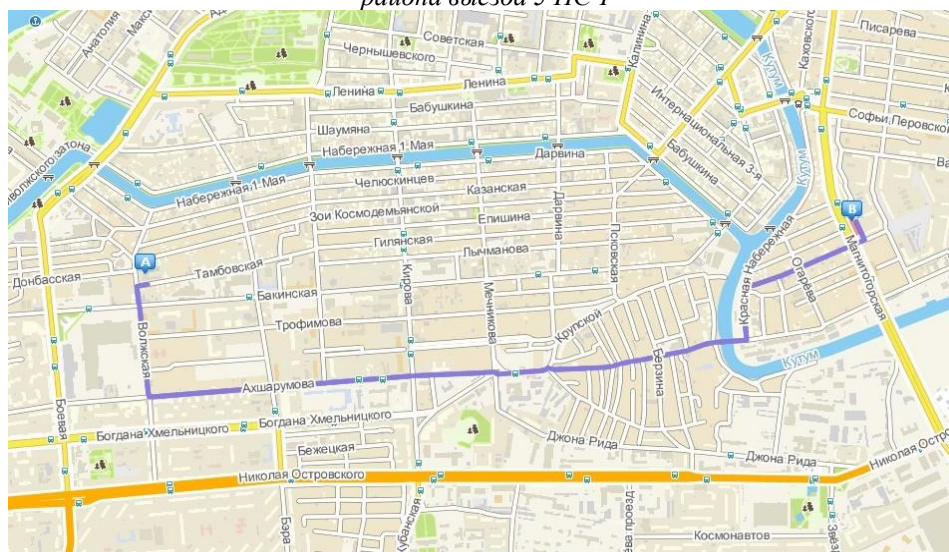


Рис.3. Путь следования при моделировании привлечения 1 ПСЧ в подрайон выезда 2 ПСЧ района выезда 5 ПСЧ

По результатам моделирования подрайон выезда 2 ПСЧ был разделен на два сектора: первый сектор, куда быстрее прибудет 6 ПСЧ, и второй сектор, куда, по прогнозам, быстрее прибудет 1 ПСЧ. В дальнейшем моделировании были выявлены дополнительные возможности для дальнейшего деления на сектора, что позволило еще более точно определить границы зон ответственности и оптимизировать время прибытия (Рис.4).

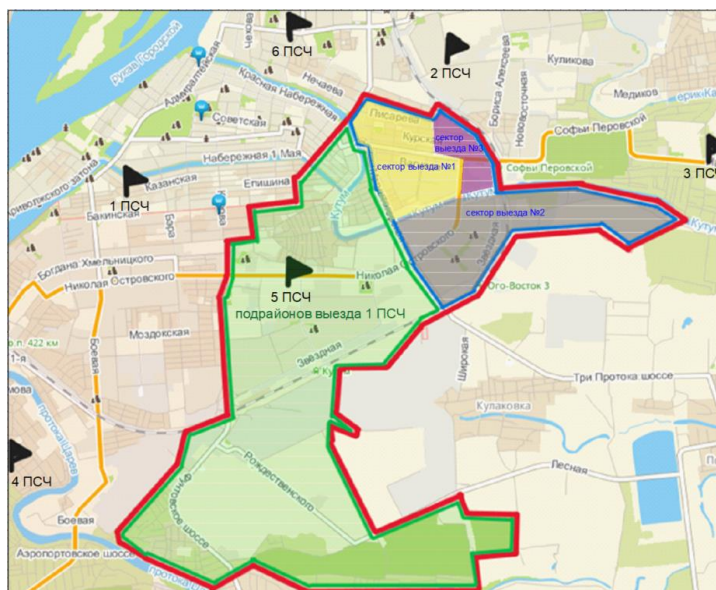


Рис.6. Район выезда 5 ПСЧ, где подрайон выезда 2 ПСЧ разделен на 3 сектора выезда

Далее смоделировано привлечение следующих ближайших пожарных подразделений во второй сектор выезда. Это: сектор выезда 1 ПСЧ, подрайон выезда 2 ПСЧ в районе выезда 5 ПСЧ (описан зеленой линией внутри синей). По прогнозам, следующего пожарного подразделения к сосредоточению – 6 ПСЧ. Представляется возможность данный сектор разделить между 6 ПСЧ (описан желтой линией внутри зеленой) – первый сектор выезда, и 3 ПСЧ (фиолетовая линия внутри зеленой) – четвертый сектор выезда (Рис.7).

По результатам моделирования, для всего района выезда 5 ПСЧ было сформировано два подрайона (для 1 ПСЧ и 2 ПСЧ), каждый из которых дополнительно разделен на четыре сектора выезда, как показано на Рис.8. Эти сектора определяют зоны ответственности каждого подразделения, обеспечивая их прибытие на место происшествия в оптимально короткие сроки. Итоговое переработанное Расписание выезда для 5 ПСЧ представлено в Табл.2 и демонстрирует улучшенную очередность высылки пожарных подразделений в условиях повышенного ранга пожара.

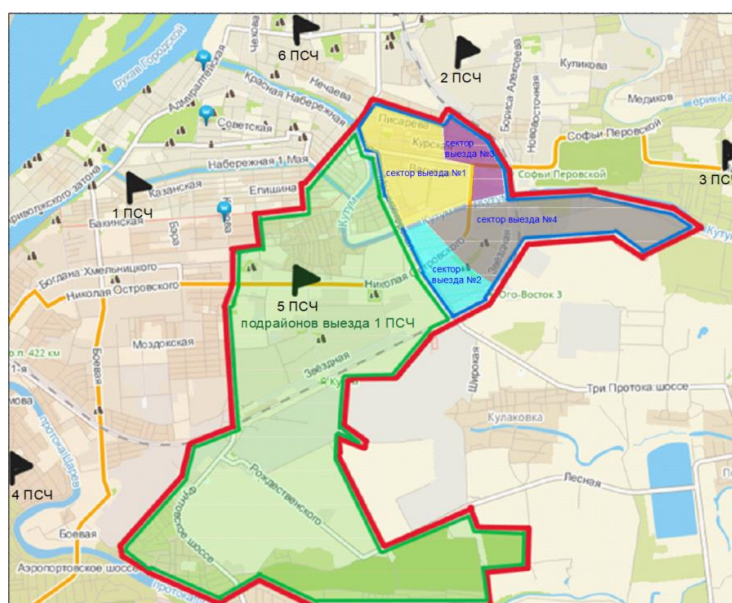


Рис.7. Район выезда 5 ПСЧ, где подрайон выезда 2 ПСЧ разделен на 4 сектора выезда

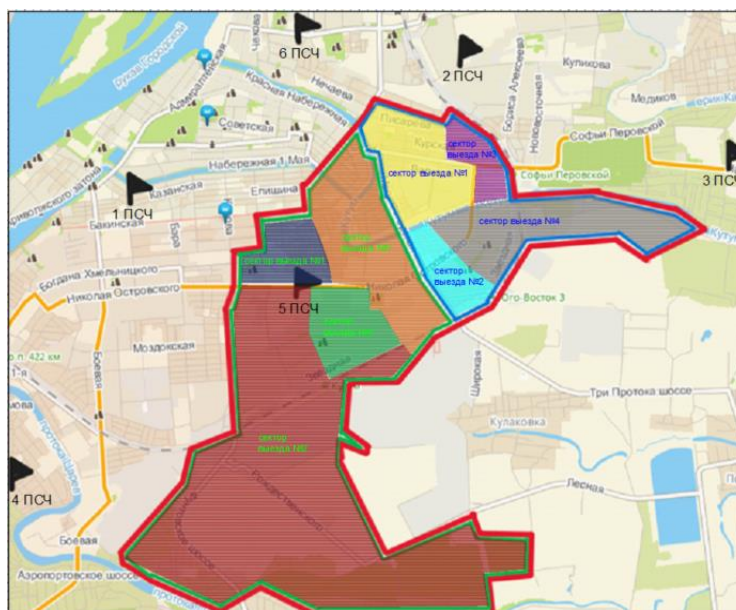


Рис.8. Район выезда 5 ПСЧ, где подрайон выезда 1 и 2 ПСЧ разделены на 4 сектора выезда

На основе проведенного моделирования привлечения пожарных подразделений, переработано расписание выезда, с учетом деления на сектора выезда. Это позволило значительно улучшить оперативность реагирования пожарных подразделений. В Табл.2 приведены результаты переработанного расписания выезда для подрайона 1 и 2 ПСЧ района выезда 5 ПСЧ, включающие новые деления на сектора выезда, с указанием прогнозируемого времени прибытия пожарных подразделений для каждого ранга пожара.

Эти данные подтверждают, что внедрение подхода, основанного на делении подрайонов выезда на более мелкие сектора, способствует снижению времени прибытия. Это также позволяет более гибко распределять ресурсы в условиях изменяющейся оперативной обстановки.

Табл.2. Переработанное расписание выезда подразделений N-ого местного ПСГ с учетом деления на сектора выезда

Подразделение пожарной охраны	Перечень населенных пунктов, входящих в район (подрайон) выезда подразделения	Номер (ранг) пожара:									
		№ 1		№ 1-БИС		№ 2		№ 3		№ 4	
		Привлекаемые подразделения	Расчетное время прибытия к наиболее удаленной точке района выезда	Привлекаемые подразделения	Расчетное время прибытия к наиболее удаленной точке района выезда	Привлекаемые подразделения	Расчетное время прибытия к наиболее удаленной точке района выезда	Привлекаемые подразделения	Расчетное время прибытия к наиболее удаленной точке района выезда	Привлекаемые подразделения	Расчетное время прибытия к наиболее удаленной точке района выезда
5 ПСЧ	Сектор № 1 город N (подрайон 1 ПСЧ)	АСМ 5 ПСЧ	6 мин	АЦ 1 ПСЧ	8 мин	АЦ 6 ПСЧ	9 мин	АЦ 12 ПСЧ	17 мин	АЦ 10 ПСЧ	22 мин
		АЦ 5 ПСЧ	6 мин	АЦ 2 ПСЧ	8 мин	АЦ 3 ПСЧ	10 мин	АЦ 7 ПСЧ	14 мин	АЦ 10 ПСЧ	22 мин
		АЦ 1 ПСЧ	8 мин	АЦ 2 ПСЧ	8 мин	АЦ 3 ПСЧ	10 мин	АЦ 7 ПСЧ	14 мин	АЦ 9 ПСЧ	25 мин
						АЦ 4 ПСЧ	17 мин	АЦ 8 ПСЧ	20 мин	АЦ 9 ПСЧ	25 мин
						АЦ 4 ПСЧ	17 мин	АЦ 8 ПСЧ	20 мин	АЦ 11 ПСЧ	24 мин

Итого по видам		АЦ-2, АСМ-1		АЦ-5, АСМ-1		АЦ-10, АСМ-1		АЦ-15, АСМ-1		АЦ-20, АСМ-1	
Всего:		3		6		11		16		21	
5 ПСЧ	Сектор № 2 город N (подрайон 1 ПСЧ)	АСМ 5 ПСЧ	10 мин	АЦ 1 ПСЧ	14 мин	АЦ 4 ПСЧ	19 мин	АЦ 7 ПСЧ	21 мин	АЦ 8 ПСЧ	27 мин
		АЦ 5 ПСЧ	10 мин	АЦ 2 ПСЧ	18 мин	АЦ 4 ПСЧ	19 мин	АЦ 7 ПСЧ	21 мин	АЦ 8 ПСЧ	27 мин
		АЦ 1 ПСЧ	14 мин	АЦ 2 ПСЧ	18 мин	АЦ 6 ПСЧ	19 мин	АЦ 12 ПСЧ	23 мин	АЦ 11 ПСЧ	29 мин
						АЦ 3 ПСЧ	20 мин	АЦ 10 ПСЧ	24 мин	АЦ 9 ПСЧ	33 мин
						АЦ 3 ПСЧ	20 мин	АЦ 10 ПСЧ	24 мин	АЦ 9 ПСЧ	33 мин
Итого по видам		АЦ-2, АСМ-1		АЦ-5, АСМ-1		АЦ-10, АСМ-1		АЦ-15, АСМ-1		АЦ-20, АСМ-1	
Всего:		3		6		11		16		21	
5 ПСЧ	Сектор № 3 город N (подрайон 1 ПСЧ)	АСМ 5 ПСЧ	7 мин	АЦ 1 ПСЧ	10 мин	АЦ 6 ПСЧ	12 мин	АЦ 7 ПСЧ	16 мин	АЦ 8 ПСЧ	21 мин
		АЦ 5 ПСЧ	7 мин	АЦ 2 ПСЧ	11 мин	АЦ 3 ПСЧ	12 мин	АЦ 7 ПСЧ	16 мин	АЦ 8 ПСЧ	21 мин
		АЦ 1 ПСЧ	10 мин	АЦ 2 ПСЧ	11 мин	АЦ 3 ПСЧ	12 мин	АЦ 12 ПСЧ	16 мин	АЦ 9 ПСЧ	24 мин
						АЦ 4 ПСЧ	15 мин	АЦ 10 ПСЧ	18 мин	АЦ 9 ПСЧ	24 мин
						АЦ 4 ПСЧ	15 мин	АЦ 10 ПСЧ	18 мин	АЦ 11 ПСЧ	26 мин
Итого по видам		АЦ-2, АСМ-1		АЦ-5, АСМ-1		АЦ-10, АСМ-1		АЦ-15, АСМ-1		АЦ-20, АСМ-1	
Всего:		3		6		11		16		21	
5 ПСЧ	Сектор № 4 город N (подрайон 1 ПСЧ)	АСМ 5 ПСЧ	2 мин	АЦ 1 ПСЧ	7 мин	АЦ 3 ПСЧ	12 мин	АЦ 7 ПСЧ	15 мин	АЦ 10 ПСЧ	21 мин
		АЦ 5 ПСЧ	2 мин	АЦ 2 ПСЧ	11 мин	АЦ 3 ПСЧ	12 мин	АЦ 7 ПСЧ	15 мин	АЦ 10 ПСЧ	21 мин
		АЦ 1 ПСЧ	7 мин	АЦ 2 ПСЧ	11 мин	АЦ 6 ПСЧ	13 мин	АЦ 12 ПСЧ	17 мин	АЦ 9 ПСЧ	26 мин
						АЦ 4 ПСЧ	14 мин	АЦ 8 ПСЧ	21 мин	АЦ 9 ПСЧ	26 мин
						АЦ 4 ПСЧ	14 мин	АЦ 8 ПСЧ	21 мин	АЦ 11 ПСЧ	22 мин
Итого по видам		АЦ-2, АСМ-1		АЦ-5, АСМ-1		АЦ-10, АСМ-1		АЦ-15, АСМ-1		АЦ-20, АСМ-1	
Всего:		3		6		11		16		21	
Подразделение пожарной охраны	Перечень населенных пунктов, входящих в район (подрайон) выезда подразделения	Номер (ранг) пожара:									
		№ 1		№ 1-БИС		№ 2		№ 3		№ 4	
		Привлекаемые подразделения	Расчетное время прибытия к наиболее удаленной точке района выезда	Привлекаемые подразделения	Расчетное время прибытия к наиболее удаленной точке района выезда	Привлекаемые подразделения	Расчетное время прибытия к наиболее удаленной точке района выезда	Привлекаемые подразделения	Расчетное время прибытия к наиболее удаленной точке района выезда	Привлекаемые подразделения	Расчетное время прибытия к наиболее удаленной точке района выезда
5 ПСЧ	Сектор № 1 город N	АСМ 5 ПСЧ	6 мин	АЦ 2 ПСЧ	8 мин	АЦ 1 ПСЧ	9 мин	АЦ 4 ПСЧ	16 мин	АЦ 9 ПСЧ	21 мин
		АЦ 5	6 мин	АЦ 6	8 мин	АЦ 3	10 мин	АЦ 10	19 мин	АЦ 9	21 мин

	(подрайон 2 ПСЧ)	ПСЧ		ПСЧ		ПСЧ		ПСЧ		ПСЧ	
		АЦ 2 ПСЧ	8 мин	АЦ 1 ПСЧ	9 мин	АЦ 3 ПСЧ	10 мин	АЦ 10 ПСЧ	19 мин	АЦ 8 ПСЧ	25 мин
						АЦ 12 ПСЧ	13 мин	АЦ 7 ПСЧ	19 мин	АЦ 8 ПСЧ	25 мин
						АЦ 4 ПСЧ	16 мин	АЦ 7 ПСЧ	19 мин	АЦ 11 ПСЧ	25 мин
Итого по видам		АЦ-2, АСМ-1		АЦ-5, АСМ-1		АЦ-10, АСМ-1		АЦ-15, АСМ-1		АЦ-20, АСМ-1	
Всего:		3		6		11		16		21	
5 ПСЧ	Сектор № 2 город N (подрайон 2 ПСЧ)	АСМ 5 ПСЧ	4 мин	АЦ 2 ПСЧ	8 мин	АЦ 6 ПСЧ	9 мин	АЦ 4 ПСЧ	15 мин	АЦ 8 ПСЧ	22 мин
		АЦ 5 ПСЧ	4 мин	АЦ 1 ПСЧ	9 мин	АЦ 3 ПСЧ	10 мин	АЦ 7 ПСЧ	16 мин	АЦ 8 ПСЧ	22 мин
		АЦ 2 ПСЧ	8 мин	АЦ 1 ПСЧ	9 мин	АЦ 3 ПСЧ	10 мин	АЦ 7 ПСЧ	16 мин	АЦ 9 ПСЧ	23 мин
						АЦ 12 ПСЧ	13 мин	АЦ 10 ПСЧ	21 мин	АЦ 9 ПСЧ	23 мин
						АЦ 4 ПСЧ	15 мин	АЦ 10 ПСЧ	21 мин	АЦ 11 ПСЧ	23 мин
Итого по видам		АЦ-2, АСМ-1		АЦ-5, АСМ-1		АЦ-10, АСМ-1		АЦ-15, АСМ-1		АЦ-20, АСМ-1	
Всего:		3		6		11		16		21	
5 ПСЧ	Сектор № 3 город N (подрайон 2 ПСЧ)	АСМ 5 ПСЧ	7 мин	АЦ 2 ПСЧ	7 мин	АЦ 6 ПСЧ	10 мин	АЦ 4 ПСЧ	16 мин	АЦ 9 ПСЧ	21 мин
		АЦ 5 ПСЧ	7 мин	АЦ 3 ПСЧ	8 мин	АЦ 1 ПСЧ	10 мин	АЦ 7 ПСЧ	17 мин	АЦ 9 ПСЧ	21 мин
		АЦ 2 ПСЧ	7 мин	АЦ 3 ПСЧ	7 мин	АЦ 1 ПСЧ	10 мин	АЦ 7 ПСЧ	17 мин	АЦ 8 ПСЧ	24 мин
						АЦ 12 ПСЧ	12 мин	АЦ 10 ПСЧ	18 мин	АЦ 8 ПСЧ	24 мин
						АЦ 4 ПСЧ	16 мин	АЦ 10 ПСЧ	18 мин	АЦ 11 ПСЧ	24 мин
Итого по видам		АЦ-2, АСМ-1		АЦ-5, АСМ-1		АЦ-10, АСМ-1		АЦ-15, АСМ-1		АЦ-20, АСМ-1	
Всего:		3		6		11		16		21	
5 ПСЧ	Сектор № 4 город N (подрайон 2 ПСЧ)	АСМ 5 ПСЧ	9 мин	АЦ 2 ПСЧ	13 мин	АЦ 3 ПСЧ	14 мин	АЦ 4 ПСЧ	20 мин	АЦ 9 ПСЧ	27 мин
		АЦ 5 ПСЧ	9 мин	АЦ 1 ПСЧ	13 мин	АЦ 3 ПСЧ	14 мин	АЦ 7 ПСЧ	21 мин	АЦ 9 ПСЧ	27 мин
		АЦ 2 ПСЧ	13 мин	АЦ 1 ПСЧ	13 мин	АЦ 6 ПСЧ	16 мин	АЦ 7 ПСЧ	21 мин	АЦ 8 ПСЧ	28 мин
						АЦ 12 ПСЧ	19 мин	АЦ 10 ПСЧ	24 мин	АЦ 8 ПСЧ	28 мин
						АЦ 4 ПСЧ	20 мин	АЦ 10 ПСЧ	24 мин	АЦ 11 ПСЧ	29 мин
Итого по видам		АЦ-2, АСМ-1		АЦ-5, АСМ-1		АЦ-10, АСМ-1		АЦ-15, АСМ-1		АЦ-20, АСМ-1	
Всего:		3		6		11		16		21	

Введение деления территорий подрайонов выезда на секторы выезда (или нумерация подрайонов выезда) на основе моделирования сосредоточения сил и средств в различных точках городского пространства значительно повышают оперативность и точность времени реагирования. Время прибытия пожарных подразделений по новому подходу разработки расписания выезда меньше или равно существующему порядку. Деление подрайонов выезда на сектора выезда (в рассматриваемом примере) позволило сократить расчетное время

прибытия: № 1 на 8 мин. (на 53%), № 1-БИС на 10 мин. (на 56%), № 2 на 7 мин. (на 32%), № 3 на 10 мин. (на 64%), № 4 на 11 мин. (на 67%), (Табл.3).

Табл.3. Данные о расчетном времени прибытия по каждому рангу пожара согласно предлагаемому подходу и существующему порядку разработки расписания выезда

№ п/п	Ранг пожара	Расчетное время прибытия пожарных подразделений, мин.							
		Предлагаемый подход разработки расписания выезда (Существующий порядок разработки расписания выезда)							
		Район выезда 5 ПСЧ подрайон выезда 1 ПСЧ сектор №1	Район выезда 5 ПСЧ подрайон выезда 1 ПСЧ сектор №2	Район выезда 5 ПСЧ подрайон выезда 1 ПСЧ сектор №3	Район выезда 5 ПСЧ подрайон выезда 1 ПСЧ сектор №4	Район выезда 5 ПСЧ подрайон выезда 2 ПСЧ сектор №1	Район выезда 5 ПСЧ подрайон выезда 2 ПСЧ сектор №2	Район выезда 5 ПСЧ подрайон выезда 2 ПСЧ сектор №3	Район выезда 5 ПСЧ подрайон выезда 2 ПСЧ сектор №4
1.	№1	8(14)	14(14)	10(14)	7(14)	8(15)	8(15)	7(15)	13(15)
2.	№1-БИС	8(18)	18(18)	11(18)	11(18)	9(16)	9(16)	7(16)	13(16)
3.	2	17(20)	20(20)	15(20)	14(20)	16(22)	15(22)	16(22)	20(22)
4.	3	20(28)	24(28)	18(28)	21(28)	19(28)	21(28)	18(28)	22(28)
5.	4	24(33)	33(33)	26(33)	22(33)	25(29)	23(29)	24(29)	29(29)

Заключение

Применение нового подхода, помимо прогнозируемого времени прибытия пожарных подразделений, также способствует более точному определению границ зон ответственности, что критически важно для эффективного управления ресурсами в условиях многозадачной и динамически изменяющейся оперативной обстановки.

Моделирование на примере N-ого местного ПСГ продемонстрировало, что дальнейшее деление территорий на более мелкие сектора выезда улучшает систему управления высылки, особенно при реагировании на пожары по повышенным рангам. Это обеспечивает более рациональное использование сил и средств, сокращает время принятия решения и повышает общую эффективность функционирования гарнизона.

Следует отметить, что данный подход актуален исключительно в рамках текущих условий, когда существуют ограничения нормативно-правовыми документами, технологиями и денежными ресурсами. В случае внесения изменений в нормативно-правовые акты потребуется разработка специализированного программного обеспечения и баз данных для офлайн-привлечения пожарных подразделений, что позволит повысить адаптивность и гибкость системы реагирования. При достаточном финансовом обеспечении целесообразно рассмотреть модификацию АСУ, интеграцию ГИС и результаты исследований [9,13] для онлайн-привлечения подразделений, что позволит учитывать динамически изменяющиеся условия, такие как фактическая скорость пожарных автомобилей, загруженность транспортной сети, текущее расположение подразделений и их тактико-технические характеристики.

Таким образом, развитие и внедрение предложенного подхода представляет собой перспективное направление для совершенствования системы реагирования и повышения уровня боеготовности ПСГ, а также защиты объектов инфраструктуры.

Список источников

1. Брушлинский Н.Н., Соколов С.В. О нормировании времени прибытия пожарных подразделений к месту пожара // Пожаровзрывобезопасность. 2011. Т. 20. № 9. С. 42–48.
2. Матюшин А.В., Порошин А.А., Бобринев Е.В., Кондашов А.А., Матюшин Ю.А., Терехов А.В. Современные геоинформационные технологии в проектировании гарнизонов пожарной охраны // Пожарная безопасность. 2012. №3. С. 107–119.
3. Матюшин А.В., Порошин А.А., Матюшин Ю.А., Бобринев Е.В., Кондашов А.А. Проектирование размещения подразделений пожарной охраны в населенных пунктах с использованием геоинформационных технологий // Bezpieczenstwo i Technika Pozarnicza. 2013. Т. 31. № 3. – С. 81–86.
4. Лобода А.В., Муконина И.А. Анализ расположения подразделений пожарной охраны в городах (на примере г. Воронежа). Вестник Воронежского института ГПС МЧС России. 2013. № 4(9). – С. 29–34.
5. Таранцев А.А. О проблеме размещения вновь создаваемых пожарных частей на территориях регионов // Пожаровзрывобезопасность. 2013. Т. 22. № 5. – С. 52–57.
6. Малютин О.С. Оптимизация границ районов выезда с использованием языка программирования Python и библиотеки OSMNX / Малютин О.С., Бабенышев С.В., Матеров Е.Н. // Сибирский пожарно-спасательный вестник. – 2023. – № 1(28). – С. 38-55.
7. Бабенышев С.В., Бойко Г.М., Малютин О.С., Матеров Е.Н. Применение геоинформационных инструментов для работы с большими данными при анализе пространственного распределения пожаров // Сибирский пожарно-спасательный вестник. – 2021. – № 2(21). – С. 70-77.
8. Увалиев Д.С. Очерёдность привлечения пожарно-спасательных подразделений по повышенным рангам пожаров. Увалиев Д.С. // Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация. – 2023. – №3. – С. 75-86.
9. Увалиев Д.С. Модель привлечения подразделений пожарной охраны на пожары по повышенным рангам методом анализа иерархий / Увалиев Д.С., Соколов С.В., Григорьева М.П. Технологии техносферной безопасности. – 2024. – № 2(104). – С. 55-72.
10. Мироненко Р.В. Использование машинного обучения в вопросе прогнозирования времени прибытия пожарно-спасательных подразделений / Мироненко Р.В., Сибиряков М.В., Соковнин А.И. // Современные проблемы гражданской защиты. – 2023. – № 4(49). – С. 76-83.
11. Краснов А.А. Проблема определения района выезда пожарных подразделений / Краснов А.А., Мироненко Р.В. // Социально-экономические аспекты принятия управленческих решений: Сборник материалов седьмого научного семинара, Москва, 23 марта 2023 года. – Москва: Академия Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, 2023. – С. 289-291.
12. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2020667504 Российская Федерация. Геоинформационная система расчета и оптимизации границ района выезда пожарных подразделений с учетом фактического состояния транспортной сети: № 2020667044: заявл. 24.12.2020; опубл. 24.12.2020. Малютин О.С., Назаров А.А., Мартинович Н.В.; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Сибирская пожарно-спасательная академия» Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий».
13. Сибиряков М.В. Анализ геоинформационных данных о следовании пожарно-спасательных подразделений к местам экстренных вызовов. Сибиряков М.В. Технологии техносферной безопасности. – 2016. – № 6(70). – С. 214-221.

References

1. Brushlinsky N.N., Sokolov S.V. On the standardization of arrival time of fire departments at the fire site // Fire and Explosion Safety. – 2011. – № 20(9). – pp. 42–48.
2. Matyushin A.V., Poroshin A.A., Bobrinev E.V., Kondashov A.A., Matyushin Yu.A., Terekhov A.V. Modern geoinformation technologies in the design of fire service garrisons // Fire Safety. – 2012. – № 3. – pp. 107–119.
3. Matyushin A.V., Poroshin A.A., Matyushin Yu.A., Bobrinev E.V., Kondashov A.A. Designing the placement of fire service units in settlements using geoinformation technologies // Bezpieczenstwo i Technika Pozarnicza. – 2013. – № 31(3). – pp. 81–86.
4. Loboda A.V., Mukonina I.A. Analysis of the location of fire service units in cities (on the example of Voronezh). Bulletin of the Voronezh Institute of the State Fire Service of the Ministry of Emergency Situations of Russia. – 2013. – № 4(9). – pp. 29–34.
5. Tarantsev A.A. On the problem of locating newly created fire departments in regional territories // Fire and Explosion Safety. – 2013. – № 22(5). – pp. 52–57.
6. Malyutin O.S., Babenyshev S.V., Materov E.N. Optimization of exit district boundaries using Python programming language and OSMNX library // Siberian Fire and Rescue Bulletin. – 2023. – № 1(28). – pp. 38–55.
7. Babenichev S.V., Boyko G.M., Malyutin O.S., Materov E.N. Application of geoinformation tools for working with big data in the analysis of spatial distribution of fires // Siberian Fire and Rescue Bulletin. – 2021. – № 2(21). – pp. 70–77.
8. Uvaliev D.S. Priority in engaging fire and rescue units for high-rank fires // Fire and Emergencies: Prevention, Elimination. – 2023. – № 3. – pp. 75–86.
9. Uvaliev D.S., Sokolov S.V., Grigoryeva M.P. A model for engaging fire departments for high-rank fires using the analytic hierarchy process // Technosphere Safety Technologies. – 2024. – № 2(104). – pp. 55–72.
10. Mironenko R.V., Sibiryakov M.V., Sokovnin A.I. Using machine learning in predicting the arrival time of fire and rescue units. Modern Problems of Civil Protection. – 2023. – № 4(49). – pp. 76–83.
11. Krasnov A.A. The problem of determining the area of departure of fire units / Krasnov A.A., Mironenko R.V. // Socio-economic aspects of management decision-making: Proceedings of the seventh scientific seminar, Moscow, 23 March 2023. - Moscow: Academy of State Fire Fighting Service of the Ministry of the Russian Federation for Civil Defence, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters, 2023. - pp. 289-291.
12. Certificate of state registration of computer programme №. 2020667504 Russian Federation. Geoinformation system for calculation and optimisation of the boundaries of the area of departure of firefighting units taking into account the actual state of the transport network: №. 2020667044: avv. 24.12.2020: published 24.12.2020. Malyutin O.S., Nazarov A.A., Martinovich N.V.; applicant Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education ‘Siberian Fire and Rescue Academy’ of the State Fire Fighting Service of the Ministry of the Russian Federation for Civil Defence, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters’.
13. Sibiryakov M.V. Analysis of geoinformation data on the movement of fire and rescue units to emergency call sites. Technosphere Safety Technologies. – 2016. – № 6(70). – pp 214–221.

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article. The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 26.01.2025, одобрена после рецензирования 07.03.2025, принята к публикации 20.03.2025.

The article was submitted 26.01.2025, approved after reviewing 07.03.2025, accepted for publication 20.03.2025