

ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ПРЕДЛОЖЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ЦЕНТРА МОНИТОРИНГА СИЛ И СРЕДСТВ

С. А. Бабкин¹, А. В. Кочегаров², А. А. Карбина³

¹ Воронежский институт повышения квалификации сотрудников ГПС МЧС России, г. Воронеж,
Россия

^{2,3} Воронежский государственный технический университет, г. Воронеж, Россия

¹ babkins@mail.ru

² kochiegharov77@mail.ru

³ lika.karebina@bk.ru

Аннотация. Статья посвящена внедрению системы мониторинга «Приток-МПО» для транспорта пожарной части. Предложены решения по развёртыванию центра мониторинга и оснащению автомобилей бортовыми комплектами с ГЛОНАСС\GPS. Выбор системы обоснован методом экспертных оценок. Разработанный проект обеспечивает надежный контроль над подвижными объектами с резервированием каналов связи.

Ключевые слова: «Приток-МПО», мониторинг транспорта, ГЛОНАСС\GPS, создание центра мониторинга, оборудование транспортных средств, экспертная оценка эффективности.

ASSESSMENT THE FEASIBILITY OF USING THE PROPOSED EQUIPMENT AND MONITORING FOR CENTER FOR FORCES AND ASSETS

S. A. Babkin¹, A. Viktorovich Kochegarov², Azhelika Andreevna Karebina³

¹ Voronezh Institute for Advanced Training of Employees of the State Fire Service of the EMERCOM
of Russia, Voronezh, Russia¹,

^{2,3} Voronezh State Technical University, Voronezh, Russia

¹ babkins@mail.ru

² kochiegharov77@mail.ru

³ lika.karebina@bk.ru

Abstract. The article is devoted to the implementation of the «Pritok-MPO» monitoring system for fire department vehicles. Solutions are proposed for deploying a monitoring center and equipping vehicles with onboard kits featuring GLONASS/GPS. The system selection is justified using the method of expert evaluations. The developed project ensures reliable control over mobile objects with communication channel redundancy.

Keywords: «Pritok-MPO», vehicle monitoring, GLONASS/GPS, monitoring center setup, vehicle equipment, expert performance evaluation.

Рассмотрим возможность применения системы позиционирования «Приток-МПО», которую мы выбрали методом экспертных оценок.

Для этого проанализируем технические требования к размещению системы данного вида:

Программное обеспечение АРМ Приток-МПО, предназначенное для обеспечения работы личного состава центра мониторинга с информацией системы мониторинга Приток-МПО, в том числе и с архивными данными. ПО необходимо установить на

компьютер (сервер центра мониторинга Приток-МПО) с операционной системой семейства Windows. С техническими характеристиками: процессор 1,7-2,5 ГГц, оперативная память не менее 2 ГБ, жесткий диск не менее 250 ГБ, сетевой адаптер и источник бесперебойного питания

Программное обеспечение может использоваться совместно в составе интегрированной системы Приток-А на пульте централизованного наблюдения подразделения вневедомственной позиционирования.

Размещение на транспортном средстве базовый модуля Приток-А-Р-БМ -01 или Приток-А-Р-БМ -02, который осуществляет мониторинг объектов по УКВ-радиоканалу и реализует: прием информации с БК и передачу команд управления на БК по УКВ-радиоканалу; связь с рабочими станциями системы через каналы, по протоколу ТСР/IP. Либо базового модуля Приток-А-БМ -03(GSM), осуществляет мониторинг подвижных объектов по каналам сотовой связи и обеспечивает: связь с рабочими станциями системы через каналы, по протоколу ТСР/IP; поддержку работы с бортовыми комплектами и персональными трекерами в режимах GPRS, SMS и дозвона.

Помимо сказанного выше «Приток-МПО» имеет сертификат соответствия МЧС № МЧС.RU.0001.H00506 и поэтому может быть применен для достижения поставленных целей.

Учитывая сказанное выше необходимо оборудовать центр мониторинга и транспортные средства ПЧ. (Рисунок – 1)

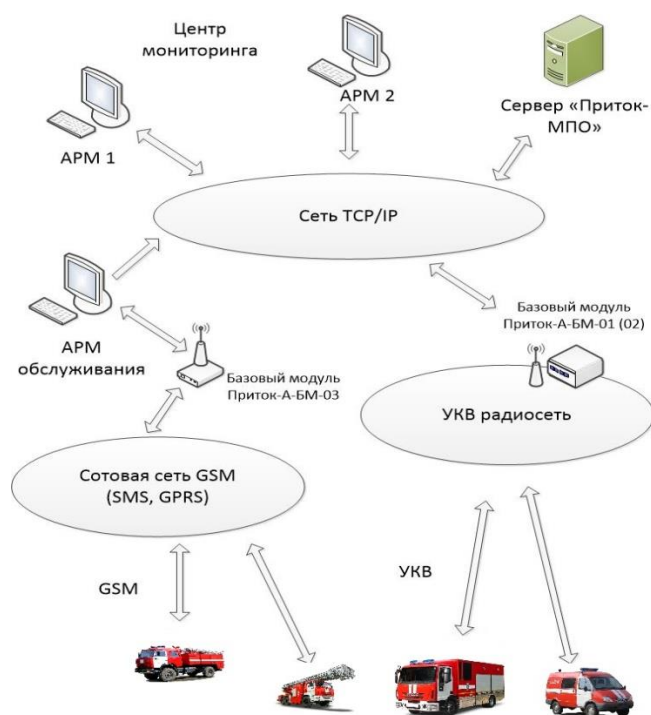


Рисунок 1– Предлагаемая структурная схема центра мониторинга

Figure 1 – Proposed Monitoring Center Structure Diagram

Для обеспечения позиционирования и мониторинга автомобильных транспортных средств ПЧ, основываясь на информации, приведенной в предыдущих главах, осуществим разработку предложений по созданию структуры системы позиционирования и оборудованию диспетчерского центра и центра мониторинга ПЧ, представленные на рисунке 2.

Основные предложения по организации центра мониторинга:

1. Центр мониторинга необходимо развернуть на базе дежурной части.

2. Для размещения серверной части программного обеспечения использовать выделенный сервер с характеристиками, обеспечивающими полноценную работу данного специализированного программного обеспечения.

3. Организовать как минимум два автоматизированных рабочих места с клиентской частью программного обеспечения «Приток-МПО», находящихся в одной локальной сети с сервером.

4. Для приема [21] от объектов мониторинга использовать базовые модули: для GSM канала Приток-А-БМ-03, для УКВ канала Приток-А-01 (02). Базовые модуль должны быть подключены к локальной вычислительной сети по протоколу ТСР/ІР.

5. Организовать автоматизированное рабочее место для обслуживания системы позиционирования.

6. Обеспечить электропитание устройств системы, в том числе и резервное, с резервом минимум на 2 часа автономной работы.

7. Организовать возможность применения WEB интерфейса для работы с системой:

Основным назначением программы «Приток-МПО-WEB» является мониторинг подвижных объектов в реальном времени с использованием WEB-интерфейса. Основные функции «Приток-МПО-WEB»:

- контроль местоположения и технического состояния транспортных средств, оснащенных бортовыми комплексами (Приток--А--БК--01, Приток--А--БК--011, Приток--А--БК--02, Приток--А--БК--021, Приток--А--БК--03, Приток--А--БК--031, Приток--А--БК--032 и др.);

- отслеживание местоположения и статуса переносных GPS-трекеров и других портативных устройств;

- контроль состояния местоположения охраняемых неподвижных объектов;

- наблюдение за текущим статусом всех объектов, находящихся в программе;

- формирование и предоставление детальных отчетов о работе объектов.

Транспортные средства должны быть оснащены бортовыми комплектами «Приток-МПО». Назначение бортового комплекта (БК): это устройство, устанавливаемое на транспорт, которое отслеживает его местоположение с помощью спутников, вычисляет координаты, скорость и направление движения, а также контролирует работу охранной сигнализации. Вся эта информация передается на базовый модуль (БМ). (Рисунок – 1.2)

1. Транспортные средства оборудовать бортовым комплектом риток-БК-032 ГЛОНАСС\GPS (GSM + VHF\UHF). Который может передать информацию на центр мониторинга как по GSM канал, так и по УКВ каналу. Что обеспечит резервирование канала связи с центром мониторинга и обеспечит более уверенный прием и передачу извещений.

2. При установке бортового комплекта в него устанавливается SIM-карта с телефонным номером в сети GSM, разрешенными SMS и GPRS сервисами и положительным балансом на лицевого счете.

3. Питание бортового комплекта осуществить от бортовой сети ТС напряжением от 10,8 до 30 В. Питание УКВ радиостанции производится напряжением от 11 до 14 В.

4. В память бортового комплекта записываются телефонные номера базовых модулей Приток-А-БМ-03 (доступ с других номеров телефонов невозможен).

5. Антенны должны устанавливаться внутри салона автомобиля в местах, где экранирование сигнала минимальное (на передней панели автомобиля, заднем или переднем стекле). Следует учитывать, что лобовые стекла современных автомобилей оборудованы обогревом (в состав таких стекол входит металл), что может мешать приему [21] от навигационных спутников.

6. УКВ радиостанцию необходимо запрограммировать на рабочую частоту и мощность передачи (если до этого она не была настроена на заводе изготовителе). Не рекомендуется устанавливать мощность радиостанции более 15-25 Вт, так это может привести к помехам на другое оборудование ТС.

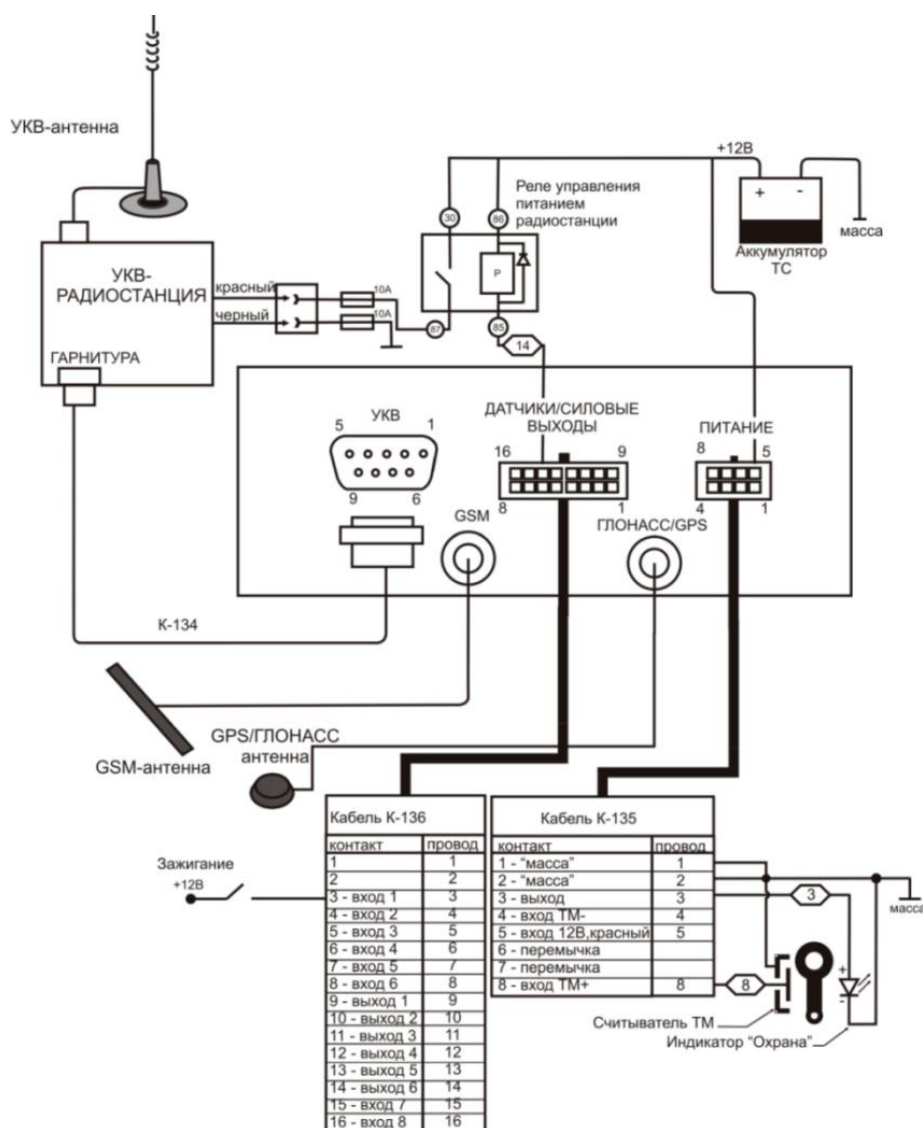


Рисунок 2 – Схема подключений бортового комплекта
Figure 2 – Onboard Kit Connection Diagram

Монтаж бортового комплекта производить в следующем порядке: выбор места и установка бортового комплекта и УКВ радиостанции, антенн GSM, Глонасс/GPS и УКВ; Подключение к бортовому комплекту шлейфов сигнализации, цепей управления исполнительными устройствами, считывателя ключа ТМ и т.д., согласно схеме подключения; Инициализация SIM-карты бортового комплекта; Программирование параметров бортового комплекта и режимов работы; Занесение в память бортового комплекта электронных ключей; Проверка приема спутников ГЛОНАСС/GPS и прохождения SMS-сообщений от бортового комплекта до АРМ ЦМ; Проверка прохождения тревожных сообщений от шлейфов сигнализации; Проверка работы цепей управления исполнительными устройствами; Сдача пользователю и обучение первоначальным навыкам работы с бортовым комплектом;

Для того чтобы произвести качественный выбор технических средств необходимо провести выбор оптимального состава экспертной группы, которая будет осуществлять выбор. Эксперты должны обладать глубокими профессиональными знаниями в соответствующей области, значительным практическим опытом и способностью формулировать взвешенные и объективные заключения.

В состав экспертной группы, решающей задачу выбора технических средств для организации оптимальной системы мониторинга могут входить следующие специалисты: начальник ОВО, заместитель начальника по технике, начальник МТО, инженер-инспектор, инспектор-дежурный, дежурный МТО.

Для определения оптимального состава экспертной группы выбран метод парных сравнений. Этот метод является одним из самых распространенных для определения весовых объектов, сравниваемых по качественному признаку. Метод парных сравнений основан на поочередном сравнении всех объектов экспертизы друг с другом, и эксперту каждый раз необходимо определить, какой из предъявленных ему объектов лучше по рассматриваемому признаку. При этом порядок предъявления эксперту пар не имеет значения, так как не влияет на результаты парных сравнений. Далее полученную информацию используют для вычисления количественных оценок.

При групповой экспертизе определения относительных весовых объектов по заданному качественному признаку, каждый эксперт представляет для групповой обработки свою матрицу парных сравнений объектов. На основании индивидуальных матриц парных сравнений составляется групповая матрица.

Опрос экспертов производился методом анкетирования.

В первую очередь задача сводится к сведению многокритериальной оптимизации при помощи однокритериальной. Согласно анализу, необходимо найти один, наиболее значимый критерий оптимальности, по которому будем сравнивать систему мониторинга. Для его нахождения необходимо определить значения весовых коэффициентов для каждой из характеристик, и выбрать тот, у которого значение весового коэффициента наибольшее. Т.е. целевая функция сводится к максимуму.

Нахождение критерия будем проводить путем опроса экспертов, методом парных сравнений. В результате будет составлена матрица размером n на n , где n – количество сравниваемых объектов. Матрица будет иметь следующий вид (Таблица 1)

Матрица парных сравнений формируется следующим образом: каждый ее элемент a_{ij} отражает результат сравнения i -й и j -й характеристик:

- 1, присваивается, когда характеристики равны ($i = j$),
- 2, указывает на предпочтительность характеристики i над j ($i > j$),
- 0 означает, что характеристика j предпочтительнее характеристики i ($i < j$).

Таблица № 1 – Матрица экспертных оценок, полученная методом парных сравнений
Table 1 – Matrix of expert assessments obtained by the method of paired comparisons

	1	2	...	j	...	n
1	a_{11}	a_{12}	...	a_{1j}	...	a_{1n}
2	a_{21}	a_{22}	...	a_{2j}	...	a_{2n}
...	...	...	...	...	...	...
i	a_{i1}	a_{i2}	...	a_{ij}	...	a_{in}
...	...	...	...	...	...	...
n	a_{n1}	a_{n2}	...	a_{nj}	...	a_{nn}

После этого считаем сумму полученных оценок, выставленных экспертами, для каждого столбца построчно.

$$S_j = \sum_{i=1}^n a_{ij} \quad (1)$$

Потом считаем сумму результирующего значения во всех столбцах.

$$S_1 = \sum_{j=1}^n S_j \quad (2)$$

где S_j – сумма оценок одного эксперта в одном столбце.

Теперь нормируем результаты, полученные в формуле (2). Таким образом, получаем значения весовых коэффициентов для каждого обеспечения и каждой характеристики, определенные путем опроса одного эксперта. Для получения максимально точного результата возьмем среднее значение из весовых коэффициентов, полученные в результате опроса всех экспертов, для каждого обеспечения и характеристики РС.

$$b_r = \frac{1}{m} \sum_{p=1}^m b_p \quad (3)$$

где m - количество опрашиваемых экспертов, b_p - весовой коэффициент, полученный для каждого обеспечения характеристики, полученный в результате опроса одного эксперта.

Экспертное оценивание – процесс, в котором оценка проблемы формируется под влиянием мнения группы экспертов. Основа данного метода является достаточная точность.

Были проведены опрос специалистов по месту службы, занятых непосредственно в сфере обеспечения связи и являющимися пользователями техническими средствами. Были опрошены следующие должности: 1) Главный специалист отдела связи. 2) Главный инженер отдела связи. 3) Главный инженер отдела технической и криптографической защиты информации. 4) Начальник МТО. 5) Главный инженер отдела специальной связи и защиты информации. Опрос был проведен по: 1) значимости различных видов обеспечения системы мониторинга подвижных объектов; 2) оценке эффективности базовых станций. 3) экспертной оценке весовых коэффициентов характеристик базовых станций. Применялся метод парных сравнений и предложен алгоритм.

Оценка весовых коэффициентов проводилось методом анкетирования. (ТО - техническое обеспечение, ПО - программное обеспечение, КО - кадровое обеспечение, НПО - нормативно правовое обеспечение, ИО -информационное обеспечение), $P=1$, (номер эксперта). Оценки выставлялись по шкале: «важнее» (3 балла), «одинаково» (2 балла), «менее важно» (1 балл). В ходе опроса были получены следующие результаты (Таблица 2).

Таблица 2 – экспертная оценка обеспечений системы связи, данная первым экспертом ($P = 1$)
Table 2 – Expert assessment of the communication system's provisions, provided by the first expert

		j=1	j=2	j=3	j=4	j=5
		ТО	ПО	КО	ИО	Н-П
i=1	ТО		1	2	2	2
i=2	ПО	3		2	2	2
i=3	КО	2	3		1	1
i=4	ИО	2	2	2		1
i=5	НПО	2	3	2	2	
	S_j	9	9	8	7	6

Проведем расчет нормированных весовых коэффициентов обеспечений. Для этого в соответствии с вышеприведенным алгоритмом высчитываем, сумму полученных оценок, выставленных Р =1 экспертом, исходя из таблицы (2). Где j – номер столбца; i – номер строки.

$$S_j = S_{j=1} = \sum_{j=1}^n a_j = \sum_{j=1}^n = 3 + 2 + 2 + 2 = 9$$

$$S_2 = 1 + 3 + 2 + 3 = 9$$

$$S_3 = 2 + 2 + 2 + 2 = 8$$

$$S_4 = 2 + 2 + 2 + 1 = 7$$

$$S_5 = 2 + 2 + 1 + 1 = 6$$

Далее рассчитываем сумму баллов присвоенных всем обеспечениям р=1 экспертом:

$$S_{\sum_{p=2}^1} = \sum_{j=1}^n S_{\sum_{j=1}} = 9 + 9 + 8 + 7 + 6 = 39$$

Высчитываем значение нормированного весового коэффициента i=1 обеспечения для Р =1 эксперта по формуле:

$$b_{jp} = \frac{S_{jp}}{S_{\sum}} = b_{11} = \frac{S_{11}}{S_{\sum}} = 9/39 = 0,23$$

$$b_{21} = 9/39 = 0,23$$

$$b_{31} = 8/39 = 0,20$$

$$b_{41} = 7/39 = 0,17$$

$$b_{51} = 6/39 = 0,15$$

Далее был опрошен второй эксперт. Были получены следующие значения. (Таблица – 3)

Таблица № 3 – экспертная оценка обеспечений системы связи МЧС РФ, данная вторым экспертом (Р = 2).

Table 3 – Expert assessment of the provisions of the communication system of the EMERCOM of Russia, provided by the second expert.

		j=1	j=2	j=3	j=4	j=5
		НПО	ИО	КО	ПО	ТО
i=1	НПО		2	3	2	2
i=2	ИО	2		2	1	2
i=3	КО	1	2		2	2
i=4	ПО	2	3	2		2
i=5	ТО	2	2	2	2	
	S_j	7	9	9	7	8

Проведем расчет нормированных весовых коэффициентов обеспечений. Для этого в соответствии с вышеприведенным алгоритмом высчитываем, сумму полученных оценок, выставленных Р =2 экспертом, исходя из таблицы (3). Где j – номер столбца; i – номер строки.

Рассчитываем по таблице 3.

$$S_j = S_{j=1} = \sum_{j=1}^n a_j = \sum_{j=1}^n = 2 + 1 + 2 + 2 = 7$$

$$S_2 = 2 + 2 + 3 + 2 = 9$$

$$S_3 = 3 + 2 + 2 + 2 = 9$$

$$S_4 = 2 + 1 + 2 + 2 = 7$$

$$S_5 = 2 + 2 + 2 + 2 = 8$$

Далее рассчитываем сумму баллов присвоенных всем обеспечениям Р=2 экспертом по таблице 4.3

$$S_{\sum_{p=2}^2} = \sum_{j=1}^n S_{jp=1} = 7+9+9+7+8=40$$

$$b_{jp} = \frac{S_{jp}}{S_{\sum}} = b_{12} = 7 / 40 = 0,17$$

$$b_{22} = 9 / 40 = 0,22$$

$$b_{32} = 9 / 40 = 0,22$$

$$b_{42} = 7 / 40 = 0,17$$

$$b_{52} = 8 / 40 = 0,2$$

Аналогичным способом проведен опрос еще 3-х экспертов. Для них получили следующие значения:

- 1) третий эксперт (Р=3) - $b_{13}=0,2$; $b_{23}=0,22$; $b_{33}=0,22$; $b_{43}=0,22$; $b_{53}=0,15$;
- 2) четвертый эксперт (Р=4) - $b_{14}=0,1$; $b_{24}=0,15$; $b_{34}=0,23$; $b_{44}=0,23$; $b_{54}=0,23$;
- 3) пятый эксперт (Р=5) - $b_{15}=0,23$; $b_{25}=0,23$; $b_{35}=0,17$; $b_{45}=0,12$; $b_{55}=0,23$;

Следующим шагом высчитываем среднее значение всех весовых коэффициентов

b_j

$$b_{1cp} = (b_{11} + b_{12} + b_{13} + b_{14} + b_{15})/5 = (0,23 + 0,23 + 0,2 + 0,17 + 0,15)/5 = 0,196$$

$$b_{2cp} = (b_{21} + b_{22} + b_{23} + b_{24} + b_{25})/5 = (0,17 + 0,22 + 0,22 + 0,17 + 0,2)/5 = 0,196$$

$$b_{3cp} = (b_{31} + b_{32} + b_{33} + b_{34} + b_{35})/5 = (0,2 + 0,22 + 0,22 + 0,22 + 0,15)/5 = 0,202$$

$$b_{41cp,,} = (b_{41} + b_{42} + b_{43} + b_{44} + b_{45})/5 = (0,1 + 0,15 + 0,23 + 0,23)/5 = 0,188$$

$$b_{51p} = (b_{51} + b_{52} + b_{53} + b_{54} + b_{55})/5 = (0,23 + 0,23 + 0,17 + 0,12 + 0,23)/5 = 0,196$$

Таким образом, проведен расчет весовых коэффициентов различных видов обеспечения системы. Проведена экспертная оценка эффективности применения системы с расчетом нормированных весовых коэффициентов обеспечений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Колеганов, С. В. Организация деятельности территориальных органов МЧС России в области реагирования пожарно-спасательных подразделений на дорожно-транспортные происшествия в субъектах Российской Федерации в I полугодии 2012 года / С. В. Колеганов, В. В. Тимакова, В. С. Иванов // Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций. – 2012. – № 6. – С. 69–75.

2. Кочегаров, А. В. Оптимизация маршрутов прибытия пожарных автомобилей в условиях сложных транспортных систем / А. В. Кочегаров, А. Б. Плаксицкий, М. С. Денисов // Вестник Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России. – 2016. – № 1. – С. 74–79.
3. Методы экспертных оценок – Режим доступа: <https://habr.com/ru/post/189626/>. – Дата доступа: 24.10.2025.
4. Таранцев, А. А. Применение теории нечетких множеств к решению пожарно-тактических задач / А. А. Таранцев, П. В. Ширинкин // Пожаровзрывобезопасность. – 2010. – № 8. – С. 59–63.
5. Чубуков, А. Б. Методология оценки состояния дорожно-транспортной аварийности в регионах Российской Федерации : : 05.26.02 / А. Б. Чубуков ; М-во трансп. РФ, Моск. автомобил.-дорож. гос. техн. ун-т (МАДИ). – Орел, 2016. – 397 с.
6. Ширинкин, П. В. Оценка уровня готовности подразделения пожарной охраны к действиям по тушению пожаров : : 05.26.03 / П. В. Ширинкин ; Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России. – СПб., 2010. – 197 с.
7. Crauser, A. A Parallelization of Dijkstra's Shortest Path Algorithm / A. Crauser, K. Mehlhorn, U. Meyer, P. Sanders // Mathematical Foundations of Computer Science : Proceedings / Lecture Notes in Computer Science. – Berlin, Heidelberg : Springer, 1998. – Vol. 1450. – P. 722–731. – DOI: 10.1007/BFb0055823.

REFERENCES

1. Koleganov, S. V. Organization of the activities of the territorial bodies of the Ministry of Emergency Situations of Russia in the field of responding fire and rescue units to road accidents in the subjects of the Russian Federation in the first half of 2012 / S. V. Koleganov, V. V. Timakova, V. S. Ivanov // Problems of safety and emergency situations. - 2012. – No. 6. – pp. 69-75.
2. Kochegarov, A.V. Optimization of routes of arrival of fire trucks in conditions of complex transport systems / A.V. Kochegarov, A. B. Plaksitsky, M. S. Denisov // Bulletin of the St. Petersburg University of the Ministry of Emergency Situations of Russia. - 2016. – No. 1. – pp. 74-79.
3. Methodical index – Access mode: <https://habr.com/ru/post/189626/> /. – Access date: 10/24/2025.
4. Tarantsev, A. A. Application of the theory of fuzzy sets to solving fire-tactical tasks / A. A. Tarantsev, P. V. Shirinkin // Fire and explosion safety. - 2010. – No. 8. – pp. 59-63.
5. Chubukov, A. B. Methodology for assessing the state of road traffic accidents in the regions of the Russian Federation : 05.26.02 / A. B. Chubukov ; Moscow Transport. RF, Moscow. the car.-expensive state technical un-t (MADI). – Orel, 2016. – 397 p.
6. Shirinkin, P. V. Assessment of the level of readiness of the fire protection unit for fire extinguishing operations : 05.26.03 / P. V. Shirinkin ; St. Petersburg University of the Ministry of Emergency Situations of Russia. – St. Petersburg, 2010. – 197 p.
7. Krauser, A. Parallelization of Dijkstra's shortest path algorithm / A. Krauser, K. Melhorn, W. Meyer, P. Sanders // Mathematical Foundations of computer Science : Materials / Lecture notes on computer science. – Berlin, Heidelberg: Springer, 1998. – Volume 1450. – pp. 722-731. – DOI: 10.1007/BFb0055823.