

Научная статья

УДК 004.622; DOI: 10.61260/2307-7476-2023-3-36-43

ПРОГРАММНЫЙ МОДУЛЬ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОПТИМАЛЬНЫХ МАРШРУТОВ ДОСТАВКИ СИЛ И СРЕДСТВ В ЗОНУ ПРОИСШЕСТВИЙ НА ТЕРРИТОРИИ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА

✉ Ахунова Дарья Геннадьевна.

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, Санкт-Петербург, Россия

✉ shurakova.darya@bk.ru

Аннотация. Представлен прототип программного модуля определения оптимальных маршрутов доставки спасателей в зону происшествий на территории Санкт-Петербурга. В основе расчетных механизмов программного модуля лежит алгоритм Дейкстры, позволяющий реализовывать качественный инструмент для точных вычислений. Данный программный продукт при его реализации и внедрении в работу спасательных служб гипотетически позволит проводить поиск кратчайших путей следования их сил и средств в условиях многофакторности внешней среды и возможной недоступности интернета и отсутствия GPS соединений.

Ключевые слова: оптимальный маршрут, программный модуль, происшествия, алгоритм

Для цитирования: Ахунова Д.Г. Программный модуль определения оптимальных маршрутов доставки сил и средств в зону происшествий на территории Санкт-Петербурга // Природные и техногенные риски (физико-математические и прикладные аспекты). 2023. № 3 (47). С. 36–43. DOI: 10.61260/2307-7476-2023-3-36-43.

Scientific article

THE SOFTWARE MODULE FOR DETERMINING THE OPTIMAL ROUTES FOR THE DELIVERY OF FORCES AND MEANS TO THE INCIDENT ZONE ON THE TERRITORY OF SAINT-PETERSBURG

✉ Akhunova Daria G.

Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia, Saint-Petersburg, Russia

✉ shurakova.darya@bk.ru

Abstract. The article presents a prototype of a software module for finding optimal routes for the delivery of rescuers to the accident zone on the territory of St. Petersburg. The calculation mechanisms of the software module are based on Dijkstra's algorithm, which has proven itself for a long time as a high-quality tool for accurate calculations. This software product, when implemented and introduced into the work of rescue services, will hypothetically make it possible to search for the shortest routes for their forces and means in conditions of a multifactorial external environment and the possible inaccessibility of the Internet and the lack of GPS connections.

Keywords: optimal route, software module, incidents, algorithm

For citation: Akhunova D.G. The software module for determining the optimal routes for the delivery of forces and means to the incident zone on the territory of Saint-Petersburg // Prirodnye i tekhnogennye riski (fiziko-matematicheskie i prikladnye aspekty) = Natural and man-made risks (physico-mathematical and applied aspects). 2023. № 3 (47). P. 36–43. DOI: 10.61260/2307-7476-2023-3-36-43.

Введение

В настоящее время Россия находится в ситуации сильного давления, ежемесячно вводятся новые пакеты санкций и ограничения, непосредственно влияющие на функционирование различных государственных структур. Применение информационных технологий в России в условиях санкций стало также вызывать определенные проблемы. Одной из главных проблем является ограниченный доступ к западным технологиям

© Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, 2023

и программному обеспечению, которые ранее широко использовались в различных организациях. Проблемой является ограничение доступа к западным цифровым платформам и сервисам. Это касается и цифровых технологий, применяющихся сотрудниками МЧС России при выполнении своих должностных задач. Все это приводит к необходимости находить альтернативные решения и разрабатывать собственные технологии.

Так, при следовании к месту происшествия спасательные подразделения для координации своего передвижения используют зависимые от интернета и спутникового соединения устройства и программные приложения, работа которых должна быть точной и безотказной. Это необходимо, так как от скорости прибытия подразделений зависит как количество спасенных материальных ценностей, так и жизни людей, оказавшихся в экстремальной ситуации.

Анализ параметров оперативной пожарной обстановки в Санкт-Петербурге показал, что количество пожаров, начиная с 2013 г. по настоящее время, постепенно снижается, однако остается на достаточно высоком уровне (рис. 1).

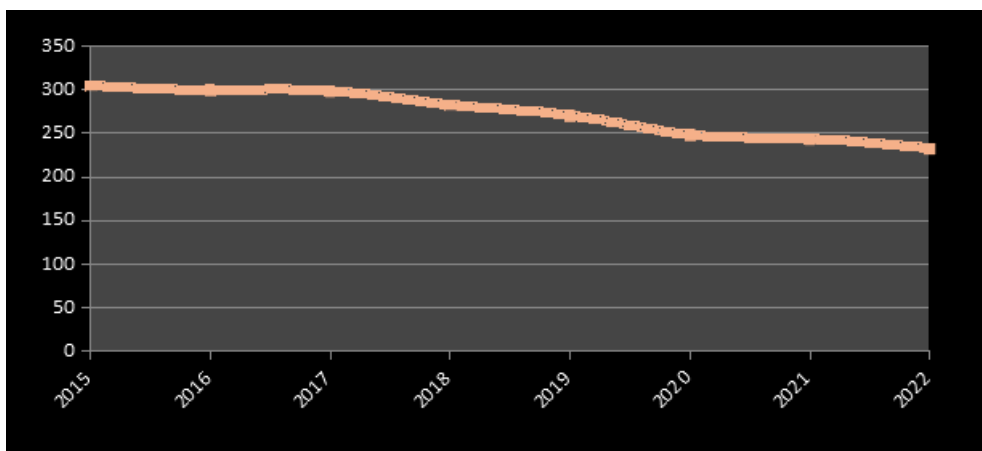


Рис. 1. Количество пожаров в Санкт-Петербурге за период 2015–2022 гг.

Несмотря на снижение общего количества пожаров, происходит изменение транспортной инфраструктуры, а также возрастает число внешних факторов, влияющих на скорость передвижения спасательных подразделений, например, постоянно меняющиеся дорожные развязки, уплотняющийся поток автотранспорта и его общее количество и т.д. [1–3].

Относительно динамики пострадавших на пожарах в Санкт-Петербурге, начиная с 2013 г., также заметна положительная тенденция, хотя и не столь значительная за последние четыре года (рис. 2).

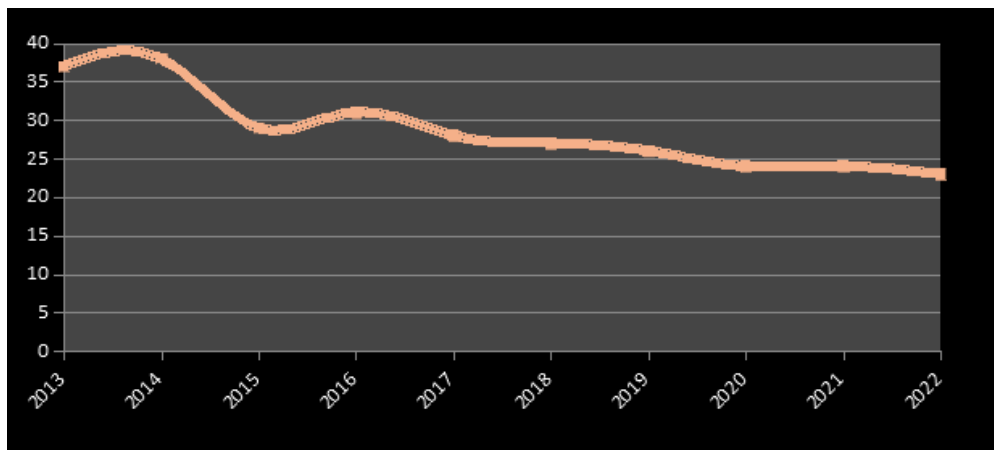


Рис. 2. Количество погибших на пожарах в Санкт-Петербурге

Таким образом, работа в направлении снижения масштабов бедствий и количества пострадавших является актуальной задачей на сегодняшний день. Она должна быть выполнена в новых условиях нестабильной обстановки в мире, где путем ограничений на использование технологий и цифровых ресурсов происходит давление на Российскую Федерацию. Все чаще возникают сбои в работе зарубежного программного обеспечения, используемого спасателями при построении маршрутов следования к месту вызова. Неоптимальные маршруты следования способны приводить к снижению эффективности при реагировании на пожары и чрезвычайные ситуации [4–6]. В такой ситуации требуется разработка отечественных программ навигации, способных в кратчайшие сроки заменить зарубежные аналоги. Основной особенностью данных новаций должна стать независимость от интернет соединения и спутниковой связи, что позволит безотказно выполнять поставленные задачи по доставке сил и средств к месту вызова в пределах нормативного времени [7–9].

Методы исследования

В настоящей статье представлен прототип нового программного модуля, позволяющего находить оптимальные маршруты доставки спасателей в зону происшествий на территории Санкт-Петербурга. В основе программных механизмов модуля лежит алгоритм Дейкстры, который вычисляет наикратчайший путь передвижения с учетом влияния внешних факторов [2, 10].

В качестве примера произведен расчет доставки сил и средств пожарно-спасательного подразделения к месту пожара на территории образовательного учреждения (табл.).

Таблица

Результаты вычислений пути доставки с помощью алгоритма Дейкстры

Итерация	Метка	Вершины											
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
0	L	0	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞
	Q												
1	L	0	300	170	100	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞
	Q		0	0	0								
2	L	0	300	170	100	∞	350	∞	∞	∞	∞	∞	∞
	Q		0	0	0		3						
3	L	0	300	170	100	∞	350	430	∞	∞	∞	∞	∞
	Q		0	0	0		3	2					
4	L	0	300	170	100	450	350	430	∞	∞	∞	∞	∞
	Q		0	0	0	1	3	2					
5	L	0	300	170	100	450	350	430	∞	420	∞	∞	∞
	Q		0	0	0	1	3	2		5			
6	L	0	300	170	100	450	350	430	∞	420	1120	∞	∞
	Q		0	0	0	1	3	2		5	8		
7	L	0	300	170	100	450	350	430	780	420	1120	∞	∞
	Q		0	0	0	1	3	2	6	5	8		
8	L	0	300	170	100	450	350	430	620	420	1120	∞	∞
	Q		0	0	0	1	3	2	4	5	8		
9	L	0	300	170	100	450	350	430	620	420	1120	1220	∞
	Q		0	0	0	1	3	2	4	5	8	7	
10	L	0	300	170	100	450	350	430	620	420	1120	1220	∞
	Q		0	0	0	1	3	2	4	5	8	7	

В графическом виде расчеты имеют следующий вид (рис. 3).



Рис. 3. Визуализация работы алгоритма Дейкстры

На базе имеющихся расчетных материалов разработан прототип программного модуля определения оптимальных маршрутов доставки спасателей в зону происшествий на территории Санкт-Петербурга, на основе которого планируется разработка полноценно функционирующего модуля.

Программу планируется исполнить на языке программирования «JavaScript», с визуализацией при помощи «HTML5» и «CSS3».

Программа обладает следующим алгоритмом взаимодействия оператора с интерфейсом при решении поставленной задачи по определению маршрута:

1. Произвести выбор следующего к месту происшествия подразделения.
2. Произвести выбор места следования.
3. Произвести выбор текущего времени суток.
4. Нажать кнопку показать маршрут.

При первоначальном запуске программный модуль будет обладать графическим пользовательским интерфейсом, представленным на рис. 4.

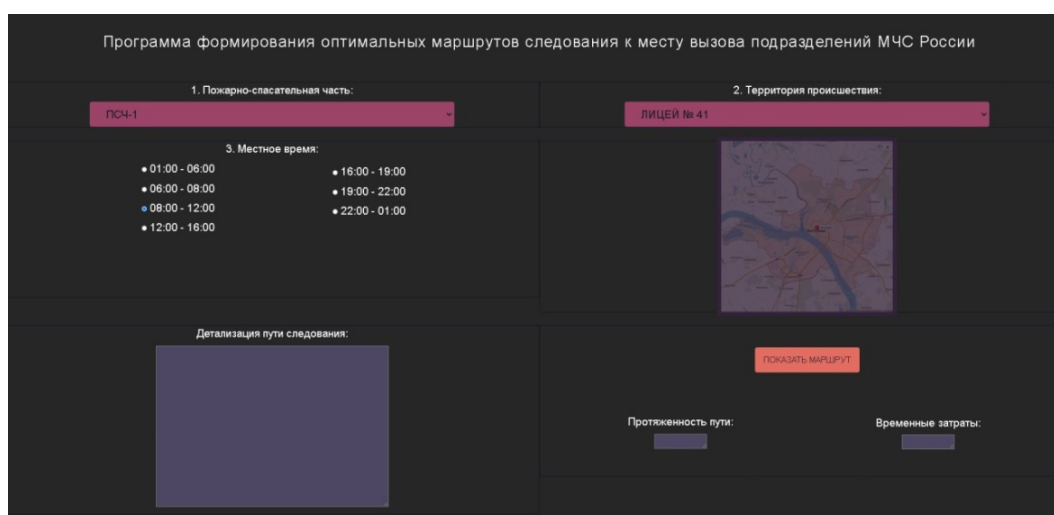


Рис. 4. Внешний вид интерфейса при первоначальном запуске

Программный продукт реализован с автоматической способностью автономно адаптироваться под любые разрешения экранов, обеспечивая тем самым гибкость и удобство использования (рис. 5).

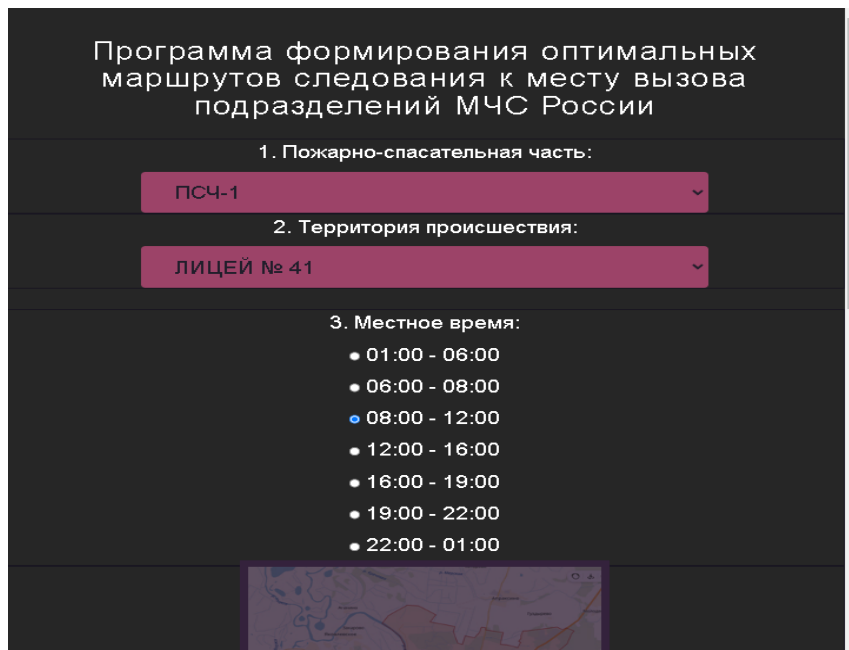


Рис. 5. Мобильный вид прототипа программы

Для запуска и использования программного модуля необходим любой браузер: «Yandex», «Chrome», «Firefox» или «InternetExplorer», который послужит визуализирующим средством программы.

Совместно с основным файлом запуска программы («system.html») в папке программного продукта будут находиться папка «js» с файлами скриптов, «css» с файлами стилей и «img» с набором оптимальных маршрутов в виде карт, которые готовятся заблаговременно сотрудниками центра управления в кризисных ситуациях.

Результаты исследования и их обсуждение

После нажатия кнопки «Показать маршрут» на дисплее отобразится кратчайший путь следования в соответствии с указанными параметрами, а также в графе «Информация о маршруте» отобразится текстовая информация о маршруте следования, времени в пути и расстоянии (рис. 6).

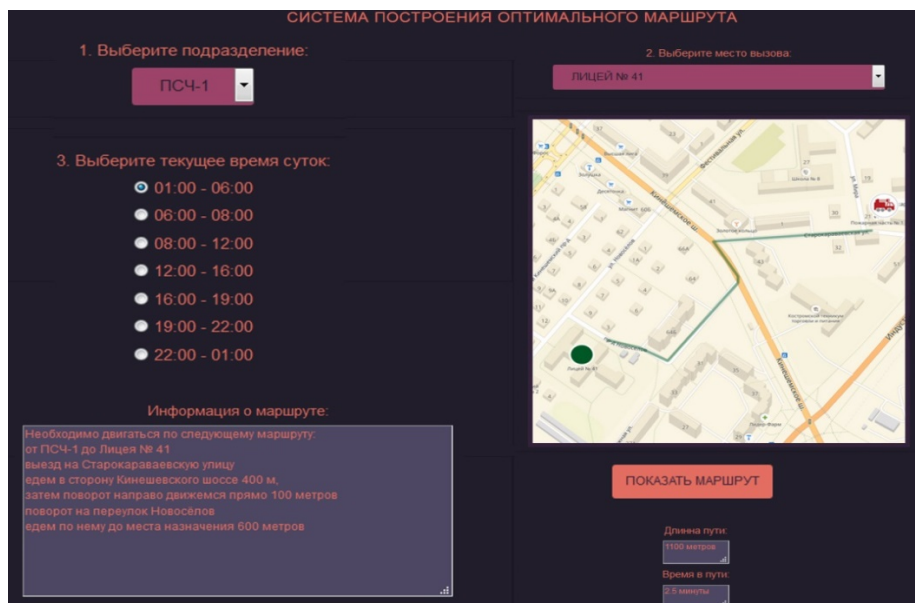


Рис. 6. Результат работы программы

Таким образом, данный программный продукт гипотетически станет незаменимым помощником в работе экстренных служб при доставке сил и средств к месту вызова в случаях недоступности интернет и GPS соединений.

Заключение

В условиях существующей проблемы возможного ограничения доступа к западным цифровым платформам и сервисам стоит задача разработки собственных информационных технологий, использующихся в деятельности государственных структур.

В настоящей статье предложен прототип авторского программного модуля нахождения оптимальных маршрутов доставки спасателей в зону происшествий на территории Санкт-Петербурга, позволяющего решить проблему ограничения доступа к западным цифровым платформам и сервисам. В дальнейшем планируется реализация данного программного продукта и его внедрение (при удачном испытании) в деятельность спасательных служб.

Гипотетически программный модуль станет незаменимым помощником в работе экстренных служб при доставке сил и средств к месту вызова в случаях недоступности интернета и отсутствия GPS соединений.

Работа выполнена при поддержке Комитета по науке и высшей школе в рамках гранта молодыми учеными, молодыми кандидатами наук, отраслевых и академических институтов, расположенных на территории Санкт-Петербурга.

Список источников

1. Шуракова Д.Г., Вострых А.В. Компоненты специальной информационной технологии построения оптимальных маршрутов // Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании (АПИНО 2018): сб. науч. ст. VII Междунар. науч.-техн. и науч.-метод. конф.: в 4-х т. / под ред. С.В. Бачевского. СПб.: С.-Петерб. гос. ун-т телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, 2018. Т. 2. С. 213–218. EDN XWFTRB.
2. Решение задачи выбора оптимального маршрута следования сил и средств подразделений МЧС России к месту возникновения происшествий с помощью алгоритма Дейкстры / М.В. Буйневич [и др.] // Проблемы управления рисками в техносфере. 2018. № 3 (47). С. 68–79.
3. Черных А.К., Буданов Д.С., Нефедьев С.А. Методика определения оптимальных маршрутов на транспортной сети при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций на газотранспортной системе // Науч.-аналит. журн. «Вестник С.-Петерб. ун-та ГПС МЧС России». 2017. № 2. С. 94–99. EDN ZRPWPP.
4. Воднев С.А., Матвеев А.В. Оценка эффективности реагирования аварийно-спасательных служб на чрезвычайные ситуации на транспорте // Проблемы управления рисками в техносфере. 2019. № 2 (50). С. 110–117. EDN XDDTYZ.
5. Крупкин А.А., Максимов А.В., Матвеев А.В. Методика оценки эффективности управления силами и средствами гарнизона пожарной охраны // Науч.-аналит. журн. «Вестник С.-Петерб. ун-та ГПС МЧС России». 2015. № 4. С. 30–34. EDN VHNSPZ.
6. 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.
7. Николаев Д.В., Вострых А.В., Ашкен Э.М. Координация спецтранспорта МЧС России посредством визуализированной информационной технологии // Транспорт России: проблемы и перспективы – 2019: сб. материалов Междунар. науч.-практ. конф. СПб.: Институт проблем транспорта им. Н.С. Соломенко РАН, 2019. С. 188–191.
8. Рыбаков А.В., Чирков А.Н., Белоусов Р.Л. Общая постановка научной задачи выбора рационального маршрута передвижения колонны СЦ МЧС России к месту

проведения АСДНР в зоне ЧС при военных конфликтах // Моделирование сложных процессов и систем: сб. трудов секции № 12 XXX Междунар. науч.-практ. конф. Химки: Акад. гражданской защиты МЧС России, 2020. С. 79–89. EDN PMYINT.

9. Шидловский Г.Л., Терехин С.Н., Вострых А.В. Модернизация программ прогнозирования интенсивности пассажирских и транспортных потоков // Транспорт России: проблемы и перспективы – 2020: сб. материалов Юбилейной междунар. науч.-практ. конф. СПб.: С.-Петербург. ун-т ГПС МЧС России, 2020. С. 169–173.

10. Вострых А.В. Анализ инновационных технологий, обеспечивающих безопасность граждан в техносферных системах // Комплексные проблемы техносферной безопасности. Научный и практический подходы к развитию и реализации технологий безопасности: сб. ст. по материалам XVII Междунар. науч.-практ. конф. Воронеж, 2021. С. 205–210.

References

1. Shurakova D.G., Vostryh A.V. Komponenty special'noj informacionnoj tekhnologii postroeniya optimal'nyh marshrutov // Aktual'nye problemy infotelekkommunikacij v nauke i obrazovanii (APINO 2018): sb. nauch. st. VII Mezhdunar. nauch.-tekhn. i nauch.-metod. konf.: v 4-h t. / pod red. S.V. Bachevskogo. SPb.: S.-Peterb. gos. un-t telekkommunikacij im. prof. M.A. Bonch-Bruevicha, 2018. T. 2. S. 213–218. EDN XWFTRB.

2. Reshenie zadachi vybora optimal'nogo marshruta sledovaniya sil i sredstv podrazdelenij MCHS Rossii k mestu vzniknoveniya proisshestvij s pomoshch'yu algoritma Dejkstry / M.V. Bujnevich [i dr.] // Problemy upravleniya riskami v tekhnosfere. 2018. № 3 (47). S. 68–79.

3. Chernyh A.K., Budanov D.S., Nefed'ev S.A. Metodika opredeleniya optimal'nyh marshrutov na transportnoj seti pri likvidacii posledstvij chrezvyhajnyh situacij na gazotransportnoj sisteme // Nauch.-analit. zhurn. «Vestnik S.-Peterb. un-ta GPS MCHS Rossii». 2017. № 2. S. 94–99. EDN ZRPWPP.

4. Vodnev S.A., Matveev A.V. Ocenka effektivnosti reagirovaniya avarijno-spasatel'nyh sluzhb na chrezvyhajnye situacii na transporte // Problemy upravleniya riskami v tekhnosfere. 2019. № 2 (50). S. 110–117. EDN XDDTYZ.

5. Krupkin A.A., Maksimov A.V., Matveev A.V. Metodika ocenki effektivnosti upravleniya silami i sredstvami garnizona pozharnoj ohrany // Nauch.-analit. zhurn. «Vestnik S.-Peterb. un-ta GPS MCHS Rossii». 2015. № 4. S. 30–34. EDN VHNSPZ.

6. Vodahova V.A., Maksimov A.V., Matveev A.V. Kompleksnaya matematicheskaya model' processa upravleniya silami i sredstvami garnizona pozharnoj ohrany // Problemy upravleniya riskami v tekhnosfere. 2015. № 2 (34). S. 85–96. EDN UGLUTN.

7. Nikolaev D.V., Vostryh A.V., Ashken E.M. Koordinaciya spectransporta MCHS Rossii posredstvom vizualizirovannoj informacionnoj tekhnologii // Transport Rossii: problemy i perspektivy – 2019: sb. materialov Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. SPb.: Institut problem transporta im. N.S. Solomenko RAN, 2019. S. 188–191.

8. Rybakov A.V., Chirkov A.N., Belousov R.L. Obshchaya postanovka nauchnoj zadachi vybora racional'nogo marshruta peredvizheniya kolonny SC MCHS Rossii k mestu provedeniya ASDNR v zone CHS pri voennyh konfliktah // Modelirovanie slozhnyh processov i sistem: sb. trudov sekcii № 12 HKHKH Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. Himki: Akad. grazhdanskoj zashchity MCHS Rossii, 2020. S. 79–89. EDN PMYINT.

9. Shidlovskij G.L., Terehin S.N., Vostryh A.V. Modernizaciya programm prognozirovaniya intensivnosti passazhirskih i transportnyh potokov // Transport Rossii: problemy i perspektivy – 2020: sb. materialov Yubilejnoj mezhdunar. nauch.-prakt. konf. SPb.: S.-Peterb. un-t GPS MCHS Rossii, 2020. S. 169–173.

10. Vostryh A.V. Analiz innovacionnyh tekhnologij, obespechivayushchih bezopasnost' grazhdan v tekhnosfernyh sistemah // Kompleksnye problemy tekhnosfernoj bezopasnosti. Nauchnyj i prakticheskij podhody k razvitiyu i realizacii tekhnologij bezopasnosti: sb. st. po materialam XVII Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. Voronezh, 2021. S. 205–210.

Информация о статье:

Поступила в редакцию: 17.07.2023

Принята к публикации: 14.08.2023

The information about article:

Article was received by the editorial office: 17.07.2023

Accepted for publication: 14.08.2023

Информация об авторах:

Ахунова Дарья Геннадьевна, научный сотрудник отдела испытаний и разработки научно-технической продукции в области пожарной безопасности НИИПИиИТвОБЖ Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), e-mail: shurakova.darya@bk.ru

Information about the authors:

Akhunova Darya G., research associate of the department of testing and development of scientific and technical products in the field of fire safety of the NIIPiIToBZH Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia (196105, Saint-Petersburg, Moskovsky ave., 149), e-mail: shurakova.darya@bk.ru