

НАУЧНО-АНАЛИТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ
ПРИРОДНЫЕ И ТЕХНОГЕННЫЕ РИСКИ
(ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ И ПРИКЛАДНЫЕ АСПЕКТЫ)

NATURAL AND MAN-MADE RISKS
(PHYSICO-MATHEMATICAL AND APPLIED ASPECTS)

№ 3 (47)–2023

Редакционный совет

- Зыбина О.А.**
Председатель д.т.н., доц., Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, Санкт-Петербург, Россия
- Матвеев А.В.**
Главный редактор к.т.н., доц., Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, Санкт-Петербург, Россия
- Ивахнюк Г.К.** д.х.н., проф., лауреат премии Правительства Рос. Федерации в области науки и техники, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Санкт-Петербург, Россия
- Минкин Д.Ю.** д.т.н., проф., Санкт-Петербургский ГУП «Горэлектротранс», Санкт-Петербург, Россия
- Шарапов С.В.** д.т.н., проф., Санкт-Петербургский Пожарно-спасательный колледж, Санкт-Петербург, Россия
- Грешных А.А.** д.п.н., к.ю.н., проф., засл. работник высш. шк. Рос. Федерации, Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, Санкт-Петербург, Россия
- Максимов А.В.** к.т.н., доц., Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, Санкт-Петербург, Россия
- Барбин Н.М.** д.т.н., проф., почетный работник науки и техники, Уральский институт ГПС МЧС России, Екатеринбург, Россия; Научно-исследовательский институт физико-химических проблем и техносферной безопасности Уральского государственного аграрного университета, Екатеринбург, Россия
- Потапов А.И.** д.т.н., проф., засл. деятель науки Рос. Федерации, лауреат Государственной премии Российской Федерации и премии Правительства Российской Федерации в области науки и техники Северо-Западный государственный заочный технический университет, Санкт-Петербург, Россия
- Сильников М.В.** д.т.н., к.физ.-мат.н., проф., засл. деятель науки Рос. Федерации, Научно-производственное объединение специальных материалов, Санкт-Петербург, Россия
- Клюй В.В.** к.п.н., доц., Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, Санкт-Петербург, Россия
- Домничева А.В.**
Секретарь Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, Санкт-Петербург, Россия

Редакционная коллегия

Онов В.А. <i>Председатель</i>	к.т.н., доц., Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, Санкт-Петербург, Россия
Дмитриева И.В. <i>Заместитель председателя</i>	Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, Санкт-Петербург, Россия
Таранцев А.А.	д.т.н., проф., засл. работник высш. шк. Рос. Федерации, Институт проблем транспорта им Н.С. Соломенко РАН, Санкт-Петербург, Россия
Антюхов В.И.	к.т.н., проф., засл. работник высш. шк. Рос. Федерации, Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, Санкт-Петербург, Россия
Романов Н.Н.	к.т.н., доц., Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, Санкт-Петербург, Россия
Виноградов В.Н.	к.т.н., доц., Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, Санкт-Петербург, Россия
Болотова П.А. <i>Секретарь</i>	Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, Санкт-Петербург, Россия



Editorial council

- Zybina O.A.**
Chairman DSc, associate prof., Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia, Saint-Petersburg, Russia
- Matveev A.V.**
Editor-in-Chief PhD, associate prof., Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia, Saint-Petersburg, Russia
- Ivakhnyuk G.K.** DSc, prof., laureate of the Russian Government prize. federation in the field of science and technology, Saint-Petersburg State technological institute (technical university), Saint-Petersburg, Russia
- Minkin D.Yu.** DSc, prof., Saint-Petersburg state unitary enterprise «Gorelektrotrans», Saint-Petersburg, Russia
- Sharapov S.V.** DSc, prof., Saint-Petersburg fire and rescue college, Saint-Petersburg, Russia
- Greshnykh A.A.** DSc, PhD, prof., honored worker of the higher school of the Russian Federation, Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia, Saint-Petersburg, Russia
- Maksimov A.V.** PhD, associate prof., Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia, Saint-Petersburg, Russia
- Barbin N.M.** DSc, prof., honored worker of science and technology, Ural institute of State fire service of EMERCOM of Russia, Yekaterinburg, Russia; Research institute of physico-chemical problems and technosphere safety of the Ural state agrarian university, Yekaterinburg, Russia
- Potapov A.I.** DSc, prof., honored scientist of the Russian Federation, winner of the state prize of the Russian Federation and the prize of the government of the Russian Federation in the field of science and technology of the North-Western state correspondence technical university, Saint-Petersburg, Russia
- Silnikov M.V.** DSc, PhD, prof., honored scientist of the Russian Federation, Scientific and production association of special materials, Saint-Petersburg, Russia
- Klyuj V.V.** PhD, associate prof., Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia, Saint-Petersburg, Russia
- Domnicheva A.V.**
Secretary Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia, Saint-Petersburg, Russia

Editorial board

Onov V.A. <i>Chairman</i>	PhD, associate prof., Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia, Saint-Petersburg, Russia
Dmitrieva I.V. <i>Deputy chairman</i>	Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia, Saint-Petersburg, Russia
Tarantsev A.A.	DSc, prof., honored worker of the higher school of the Russian Federation, N.S. Solomenko institute of transport problems of the Russian academy of sciences, Saint-Petersburg, Russia
Antyukhov V.I.	PhD, prof., honored worker of the higher school of the Russian Federation, Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia, Saint-Petersburg, Russia
Romanov N.N.	PhD, associate prof., Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia, Saint-Petersburg, Russia
Vinogradov V.N.	PhD, associate prof., Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia, Saint-Petersburg, Russia
Bolotova P.A. <i>Secretary</i>	Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia, Saint-Petersburg, Russia

Полная или частичная перепечатка, воспроизведение, размножение
либо иное использование материалов, опубликованных в журнале
«Природные и техногенные риски (физико-математические и прикладные аспекты)»,
без письменного разрешения редакции не допускается

ББК Ц.9.3.2
УДК 504+614.8(051.2)

Отзывы и пожелания присылать по адресу: 196105, Санкт-Петербург, Московский проспект, 149. Редакция журнала «Природные и техногенные риски (физико-математические и прикладные аспекты)»; тел. (812) 645-20-35. E-mail: redakziaotdel@yandex.ru. Официальный интернет-сайт Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России: WWW.IGPS.RU

ISSN 2307-7476

© Санкт-Петербургский университет Государственной противопожарной службы МЧС России, 2023

СОДЕРЖАНИЕ

МОНИТОРИНГ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПРИРОДНЫХ И ТЕХНОГЕННЫХ РИСКОВ

Савчук О.Н., Троянов О.М. Экологическая безопасность в контексте прогнозов развития традиционной и альтернативной энергетики..... 6

ИНЖЕНЕРНОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ

Луценко С.Г., Колесников Е.Ю. Цифровые технологии Единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций: анализ решений и перспективы развития..... 22

Путинцева Е.Н., Воронцова А.А., Лобова С.Ф. Совершенствование программно-технических средств систем ЦУКС территориальных органов МЧС России..... 29

Ахунова Д.Г. Программный модуль определения оптимальных маршрутов доставки сил и средств в зону происшествий на территории Санкт-Петербурга..... 36

Воронцова А.А., Логвинов И.Д., Лобова С.Ф. Применение кроссплатформенного приложения Gnuplot для визуализации областей радиационного заражения..... 44

Величко Т.В., Кабанов А.А. Роль и место системы кадрового обеспечения в МЧС России..... 50

Лабинский А.Ю. Особенности защиты информации от вредоносных программ, использующих RootKit-технологии..... 56

Авторам журнала «Природные и техногенные риски» (физико-математические и прикладные аспекты)..... 65

CONTENT

MONITORING AND FORECASTING OF NATURAL AND MAN-MADE RISKS

Savchuk O.N., Troyanov O.M. Environmental safety in the context of forecasts for the development of traditional and alternative energy..... 6

ENGINEERING AND INFORMATION SECURITY IN EMERGENCY SITUATIONS

Lucenko S.G., Kolesnikov E.Yu. Digital technologies of the Unified state system for the prevention and relief of emergency situations: analysis of solutions and development prospects..... 22

Putintseva E.N., Vorontsova A.A., Lobova S.F. Improvement of software and hardware of the CMC systems of the territorial bodies of EMERCOM of Russia..... 29

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..... 36

Vorontsova A.A., Logvinov I.D., Lobova S.F. Application of the Gnuplot cross-platform application for visualization of radiation contamination areas..... 44

Velichko T.V., Kabanov A.A. The role and place of the personnel support system in EMERCOM of Russia..... 50

Labinskiy A.Yu. The special feature of information protection from malware using RootKit technologies..... 56

To the authors of the journal «Natural and man-made risks» (physico-mathematical and applied aspects)..... 65

МОНИТОРИНГ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПРИРОДНЫХ И ТЕХНОГЕННЫХ РИСКОВ

Научная статья

УДК 001.18; DOI: 10.61260/2307-7476-2023-3-6-21

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ В КОНТЕКСТЕ ПРОГНОЗОВ РАЗВИТИЯ ТРАДИЦИОННОЙ И АЛЬТЕРНАТИВНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

✉ Савчук Олег Николаевич;

Троянов Олег Михайлович.

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

✉ oleg-savcuk@mail.ru

Аннотация. В связи с проблемой обеспечения экологической безопасности и, в частности, в связи с необходимостью преодоления низкого уровня экологического образования и экологической культуры населения рассматриваются результаты исследований по вопросам развития энергетики, использования возобновляемых источников энергии в планетарном масштабе и в России. Исследования в рамках настоящей статьи выполнялись, в том числе, с целью дальнейшего использования полученных результатов при разработке на кафедре сервис безопасности Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России учебно-методического пособия, содержание которого связано с теоретическим и практическим изучением на занятиях по дисциплинам экологической направленности и безопасности жизнедеятельности влияния на обеспечение экологической безопасности альтернативной энергетики, отдельных возобновляемых источников энергии. Приводятся прогнозные данные в области развития энергетики в мире, в отдельных странах и в России к 2050 г., опубликованные на сайте EES EAEC. Показаны перспективы развития электроэнергетики на обозримое будущее, до 2050 г. в целом в мире и в России, в соответствии с которыми предполагается существенное увеличение использования возобновляемых источников энергии и, следовательно, уменьшение негативного воздействия на окружающую среду, повышение экологической безопасности.

Ключевые слова: прогноз, экологическая безопасность, традиционная и альтернативная энергетика, возобновляемые и ископаемые источники

Для цитирования: Савчук О.Н., Троянов О.М. Экологическая безопасность в контексте прогнозов развития традиционной и альтернативной энергетики // Природные и техногенные риски (физико-математические и прикладные аспекты). 2023. № 3 (47). С. 6–21. DOI: 10.61260/2307-7476-2023-3-6-21.

Scientific article

ENVIRONMENTAL SAFETY IN THE CONTEXT OF FORECASTS FOR THE DEVELOPMENT OF TRADITIONAL AND ALTERNATIVE ENERGY

✉ Savchuk Oleg N.;

Trojanov Oleg M.

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

✉ oleg-savcuk@mail.ru

Abstract. In the article, in connection with the problem of ensuring environmental safety and, in particular, in connection with the need to overcome the low level of environmental education and environmental culture of the population, the results of research on the development of energy, the use of renewable energy sources on a planetary scale and in Russia are considered. The research in the framework of this article was carried out, among other things, with the aim of further using the results obtained in the development of an educational and methodological manual at the department of security

© Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, 2023

service of the Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia, the content of which is related to the theoretical and practical study in classes on the disciplines of environmental orientation and life safety of the impact on ensuring environmental safety of alternative energy, separate renewable energy sources. This article presents forecast data in the field of energy development in the world, in individual countries and in Russia by 2050, published on the EES EAEC website. The prospects for the development of the electric power industry for the foreseeable future, up to 2050 in the whole world and Russia, are shown, according to which a significant increase in the use of renewable energy sources is expected and, consequently, a reduction in the negative impact on the environment, an increase in environmental safety.

Keywords: forecast, environmental safety, traditional and alternative energy, renewable and fossil sources

For citation: Savchuk O.N., Troyanov O.M. Environmental safety in the context of forecasts for the development of traditional and alternative energy // *Prirodnye i tekhnogennye riski (fiziko-matematicheskie i prikladnye aspekty)* = Natural and man-made risks (physico-mathematical and applied aspects). 2023. № 3 (47). P. 6–21. DOI: 10.61260/2307-7476-2023-3-6-21.

Введение и состояние вопроса

В настоящее время вопросы обеспечения экологической безопасности, охраны окружающей среды приобрели глобальный масштаб и значение важнейших проблем устойчивого развития.

Неоспоримым фактом сегодняшнего дня являются опасные последствия для окружающей среды, связанные с добычей, переработкой и использованием энергоресурсов. Известна экологическая опасность традиционной тепловой энергетики.

Последствия развития топливно-энергетического комплекса представляют одну из самых сложных глобальных проблем. Именно развитие мирового топливно-энергетического комплекса обуславливает опасный рост концентрации в атмосфере парниковых газов. Это, в свою очередь, меняет химический состав и физические свойства атмосферы и вызывает изменения климата, проявляющиеся прежде всего в увеличении средней температуры на планете. К числу других проявлений можно отнести изменение осадков, влажности почв, «фозы» и силы ветров, уровня океана, состояния тундры, снежного и ледяного покровов и т.д.

В рамках сформировавшегося в XX в. ресурсно-сырьевого и технологического уклада мировой энергетики Российская Федерация занимает уникальное место, являясь одновременно крупным производителем, потребителем и экспортером всех видов углеродных энергетических ресурсов, а также одним из мировых лидеров в атомной энергетике и гидроэнергетике [1].

Энергетика Российской Федерации, основой которой является топливно-энергетический комплекс, вносит значительный вклад в национальную безопасность и социально-экономическое развитие страны [2].

В публикациях, отражающих эколого-экономический аспект энергетики, зачастую используется образная характеристика современного этапа развития цивилизации как эпоха трех «Э» – «экономики, энергетики и экологии».

Сущность триады «экономика, энергетика и экология» состоит в следующем. Ничто новое в экономике, в жизнедеятельности людей: транспорт, производство, населенный пункт, просто дом не может быть создано, если недостаточно энергии или не создан новый источник энергии, в том числе источник электроэнергии, но при этом окружающая среда не должна подвергаться негативному воздействию, нарушающему экологическое равновесие с нарастающими экологическими проблемами.

Развитие электроэнергетики – это в первую очередь создание новых электростанций, которые усиливают негативное воздействие на окружающую среду. С ростом народонаселения и, соответственно, потребностей в электроэнергетическом обеспечении растет количество объектов топливно-энергетического комплекса и, как следствие, существенно увеличивается и нагрузка на окружающую среду. В настоящее время не видно предпосылок к тому, что в будущем потребление электроэнергии может сократиться.

Таким образом, в триаде «экономика, энергетика и экология» актуальными являются исследовательские задачи, решение которых позволит ответить на следующие вопросы:

1. Каковы перспективы развития энергетики и электроэнергетики, ее компонентов в мире и в России?

2. Какая существует в настоящее время альтернативная электроэнергетика и каковы перспективные направления ее развития?

Приводимые в настоящей статье результаты проведенного исследования связаны с задачами, решение которых в той или иной степени дает ответы на вопросы об использовании возобновляемых источников энергии в мире и в России с учетом перспективных направлений развития энергетики и электроэнергетики в целом.

Актуальность исследования в рамках настоящей статьи состоит в том, что изложенные материалы дополняют и развивают теоретические знания в сфере использования возобновляемых источников как одной из составляющих обеспечения экологической безопасности.

Практическая значимость исследования в рамках настоящей статьи заключается в том, что изложенные материалы предполагается использовать в процессе разработки на кафедре сервис безопасности Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России учебно-методического пособия, содержание которого связано с изучением альтернативной энергетики и практическим исследованием на занятиях отдельных возобновляемых источников энергии.

Заключения и выводы в рамках настоящей статьи основываются на данных информационно-аналитического энергетического сайта EES EAEC, основанного в апреле – ноябре 2011 г., с использованием сервисов Google: Google Workspace, Google Maps, Google Earth, Google Street View, You Tube, а также материалов NASA, Earth Observation Group. В частности, в настоящей статье исследуются данные, аргументирующие прогноз: «потребление возобновляемой энергии на планете сравняется с потреблением жидкого топлива к 2050 г.» [3].

Здесь уместно отметить экологическую роль, отводимую в отечественных государственных программах возобновляемым источникам энергии, особенно в связи с известными проблемами изменения климата. Государственная программа Российской Федерации «Развитие энергетики» содержит подпрограмму «Развитие использования возобновляемых источников энергии», которая декларирует задачу «развития отечественной научно-технологической базы и освоение передовых технологий в области использования возобновляемых источников энергии» в интересах эколого-экономического баланса [4].

Результаты проведенного исследования связаны с решением основных задач в области обеспечения экологической безопасности по следующим направлениям: активизация фундаментальных и прикладных научных исследований в области охраны окружающей среды и природопользования, включая экологически чистые технологии; развитие системы экологического образования и просвещения; повышение квалификации кадров в области обеспечения экологической безопасности [5].

Приведенные аргументы обуславливают актуальность и необходимость процесса изучения дисциплин экологической направленности формирования знаний у обучающихся в Санкт-Петербургском университете ГПС МЧС России в сфере альтернативной энергетики. Такой подход в полной мере соответствует требованиям ст. 71 Федерального закона от 10 января 2002 г. № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» о всеобщности и комплексности экологического образования.

Исследовательская часть

Население планеты продолжает расти. Вместе с ростом населения растут потребности в энергетическом обеспечении развивающейся цивилизации. При этом, безусловно, увеличивается нагрузка на окружающую среду. Формируются глобальные опасные экологические проблемы.

Прогнозная оценка увеличения населения планеты к 2050 г. представлена в табл. 1.

Прогноз динамики населения мира и отдельных крупных стран до 2050 г. [3]

Страны	Население, 2020–2050 гг., млн чел.					
	2025 г.	2030 г.	2035 г.	2040 г.	2045 г.	2050 г.
Весь мир	8 112	8 475	8 812	9 122	9 403	9 655
Отдельные крупные страны						
Бразилия	219	224	227	229	230	229
Индия	1 447	1 505	1 555	1 594	1 621	1 640
Канада	40	42	44	46	47	49
Китай	1 458	1 464	1 461	1 449	1 429	1 402
Россия	145	143	141	139	137	136
США	342	353	362	371	379	386
Южная Корея	51	51	51	50	48	47
Япония	124	121	117	114	110	106

Для наглядности изменения населения в отдельных крупных странах показаны в гистограммах на рис. 1.

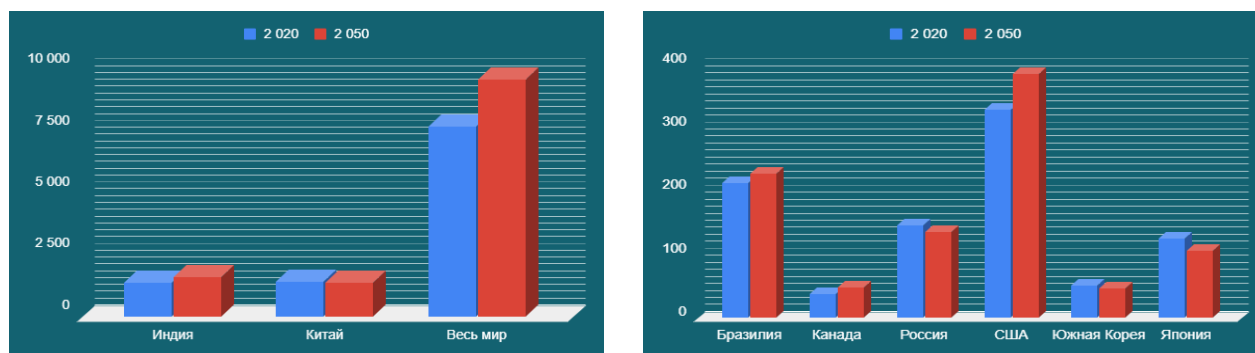


Рис. 1. Прогнозная оценка изменений народонаселения в отдельных странах к 2050 г. в сравнении с 2020 г. [3]

Прогнозная оценка роста общего потребления в мире различных энергоносителей и потребления энергоносителей, связанных с производством электроэнергии (в миллионах тонн условного топлива (тут), до 2050 г. представлена в табл. 2.

Таблица 2

Прогноз динамики конечного потребления энергоносителей в мире до 2050 г., млн тут [3]

Энергоносители	Годы					
	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Потребление энергии в электроэнергетике						
Жидкие продукты	252	109	50	26	15	11
Природный газ	1 897	1 942	1 877	1 861	1 870	1 922
Уголь	3 056	2 897	3 027	3 136	3 231	3 196
Ядерное топливо	1 079	1 107	1 157	1 167	1 141	1 142
Возобновляемые	3 030	3 774	4 508	5 285	6 112	6 902
Всего	9 313	9 830	10 620	11 475	12 369	13 173
Общее потребление энергии						
Жидкие продукты	7 516	7 762	8 043	8 338	8 659	8 947
Природный газ	5 703	5 993	6 169	6 413	6 662	6 955
Уголь	5 680	5 610	5 841	6 059	6 278	6 361
Ядерное топливо	1 111	1 141	1 194	1 205	1 177	1 178
Возобновляемые	4 021	4 883	5 733	6 621	7 562	8 466
Всего	24 031	25 388	26 980	28 635	30 339	31 907

Прогнозная динамика до 2050 г. общего потребления энергоносителей и потребления энергоносителей, связанных с производством электроэнергии, в России показана в табл. 3.

Таблица 3

Прогноз динамики конечного потребления энергоносителей в России до 2050 г., млн тунт [3]

Энергоносители	Годы					
	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Потребление энергии в электроэнергетике						
Жидкие продукты	5	0	0	0	0	0
Природный газ	172	183	175	176	176	175
Уголь	74	74	90	91	91	91
Ядерное топливо	87	89	89	89	89	87
Возобновляемые	61	65	73	81	83	88
Всего	399	411	427	436	440	440
Общее потребление энергии						
Жидкие продукты	289	292	302	309	317	322
Природный газ	664	700	718	743	764	781
Уголь	191	195	215	221	224	226
Ядерное топливо	91	93	93	93	93	90
Возобновляемые	71	75	85	94	97	102
Всего	1 306	1 355	1 413	1 460	1 496	1 521

Показатели энергосбережения и энергетической эффективности характеризуют успешность реализации политики повышения энергоэффективности в государстве. Главным индикатором для мониторинга успешности реализации политики повышения энергоэффективности считается изменение энергоемкости за счет технологического фактора.

Текущее состояние энергоэффективности экономики России связано с недостаточным уровнем внедрения технологий высокой энергетической эффективности. Уровень внедрения светодиодных светильников в системах наружного освещения в субъектах Российской Федерации растет, в то же время их доля пока еще не достигла 50 % (41,2 % от общего количества применяемых светильников). Наибольшая доля (51 %) применения светодиодных светильников в настоящее время наблюдается в Дальневосточном федеральном округе, а наименьшая (31 %) – в Северо-Кавказском федеральном округе [6].

Прогноз развития тепловой энергетики, включающий тепловые электростанции, сжигающие жидкое топливо, природный газ и уголь, в мире в целом и в отдельных странах до 2050 г. представлен в табл. 4.

Таблица 4

Прогноз развития тепловой энергетики до 2050 г. в мире и отдельных странах (производства тепловыми электростанциями электроэнергии-нетто, млрд кВт.ч) [3]

Страны	Прогноз					
	2025 г.	2030 г.	2035 г.	2040 г.	2045 г.	2050 г.
Бразилия	81	69	53	36	32	32
Индия	679	652	629	590	517	464
Канада	107	99	110	141	167	183
Китай	4 536	4 250	4 272	4 299	4 338	4 359
Россия	723	752	763	770	772	768
США	2 267	2 267	2 246	2 334	2 439	2 553
Южная Корея	349	357	339	322	292	293
Япония	679	652	629	590	517	464
Весь мир	15 157	14 636	14 617	14 851	15 225	15 451

Анализ данных табл. 4 показывает незначительный рост в целом в мире производства электроэнергии тепловыми электростанциями. Мировое прогнозируемое производство электроэнергии тепловыми электростанциями в 2050 г. если и увеличится, то всего лишь на 0,5 %. В отдельных странах прогнозируется сокращение тепловой энергетики (например, в Японии). Однако в некоторых странах ожидается существенный рост тепловой энергетики (например, в Канаде).

Следует отметить предполагаемые в 2050 г., в сравнении с 2020 г., существенные изменения в структуре установленной мощности тепловых электростанций в мире в целом в пользу природного газа. Предполагается, что доля использования природного газа в мировой тепловой электроэнергетике увеличится с 16,8 % в 2020 г. до более чем 50 % в 2050 г. При этом доля использования жидкого топлива с 46,1 % в 2020 г. в 2050 г. практически будет сведена на нет – сократится до 1,4 %.

Приведенная в таблицах информация наглядно показывает, что существенную часть электроэнергии как в целом в мире, так и в отдельных странах получают за счет сжигания ископаемого топлива, в первую очередь природного газа, угля, нефти. Потребителями жидкого топлива, природного газа и угля являются тепловые электростанции. Именно тепловые электростанции приносят в атмосферу значительное количество парниковых газов, влияющих на изменение климата Земли, увеличивая планетарную экологическую опасность.

Изменения структуры установленной мощности тепловых электростанций всего мира в 2050 г., в сравнении с 2020 г., показывают диаграммы на рис. 2.

Аналогично диаграммы на рис. 3 иллюстрируют изменения структуры установленной мощности тепловых электростанций Российской Федерации в 2050 г., в сравнении с 2020 г.

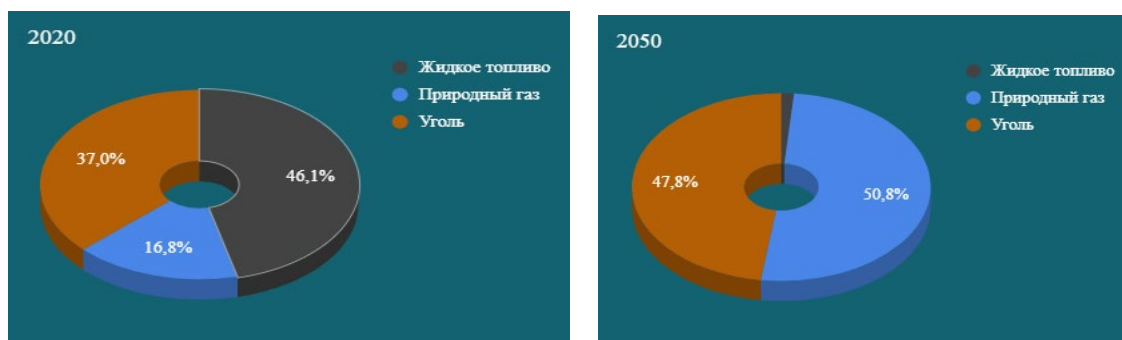


Рис. 2. Структура установленной мощности тепловых электростанций мира в 2020 г. и в прогнозируемом 2050 г. [3]

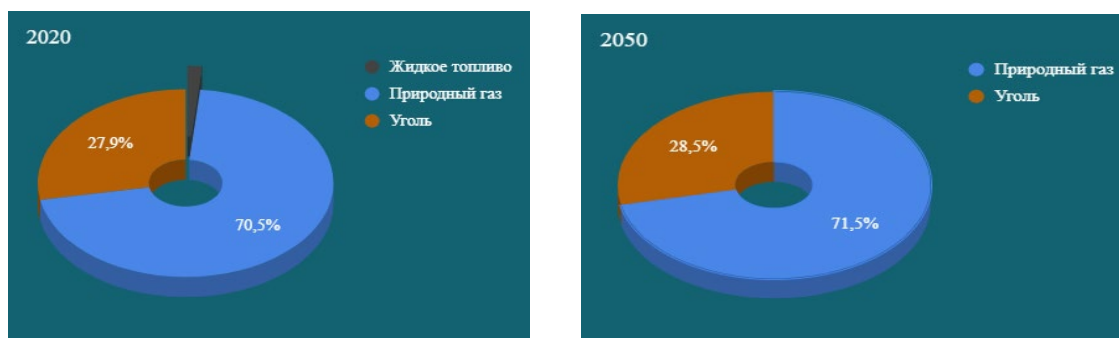


Рис. 3. Структура установленной мощности тепловых электростанций Российской Федерации в 2020 г. и в прогнозируемом 2050 г. [3]

В ряду экологических последствий сокращения использования жидкого топлива в мировой тепловой электроэнергетике следует ожидать сокращения загрязнения атмосферы, но при этом не уменьшатся выбросы парниковых газов, вызывающих изменение климата.

Важно также отметить, что в России жидкое топливо, которое уже сейчас занимает незначительную долю в тепловой электроэнергетике страны – 1,6 %, по прогнозу к 2050 г. практически не будет использоваться для производства электроэнергии. При этом в Российской Федерации в 2050 г. основными энергоносителями в тепловой энергетике будут оставаться: природный газ – 71,5 % и уголь – 28,5 %.

Таким образом, в динамике развития электроэнергетического комплекса мира к 2050 г. следует предположить стабильность производства электроэнергии тепловыми электростанциями и определенный прирост производства электроэнергии за счет опережающего развития возобновляемой энергетики.

Предполагается, что именно развитие альтернативной энергетики позволит существенно снизить экологические риски, связанные с «парниковым эффектом» и изменением климата Земли.

В составе возобновляемой энергетики, как правило, выделяют две составляющих. Одна составляющая – это относительно традиционная электроэнергетика, включающая использование гидроэнергетического потенциала на гидроэлектростанциях. Другая составляющая включает нетрадиционные возобновляемые источники электроэнергии, получившие широко распространенное название – альтернативные источники энергии. Для производства электроэнергии на альтернативных источниках энергии используются естественные процессы, в которых циркулируют разные виды практически неиссякаемой природной энергии.

Возобновляемые источники энергии: энергия солнца, энергия ветра, энергия вод (в том числе энергия сточных вод), за исключением случаев использования такой энергии на гидроаккумулирующих электроэнергетических станциях, энергия приливов, энергия волн водных объектов, в том числе водоемов, рек, морей, океанов, геотермальная энергия с использованием природных подземных теплоносителей, низкопотенциальная тепловая энергия земли, воздуха, воды с использованием специальных теплоносителей, биомасса, включающая в себя специально выращенные для получения энергии растения, в том числе деревья, а также отходы производства и потребления, за исключением отходов, полученных в процессе использования углеводородного сырья и топлива, биогаз, газ, выделяемый отходами производства и потребления на свалках таких отходов, газ, образующийся на угольных разработках [7].

Подробно прогноз развития возобновляемой энергетики в мире, а также в отдельных странах к 2050 г. показан в табл. 5.

Таблица 5

**Прогноз развития возобновляемой энергетики до 2050 г. в мире и отдельных странах
(производства электроэнергии-нетто, млрд кВт.ч) [3]**

Страны	Прогноз					
	2025 г.	2030 г.	2035 г.	2040 г.	2045 г.	2050 г.
Бразилия	550	601	668	732	770	804
Индия	882	1 510	2 028	2 565	3 279	4 325
Канада	2 990	3 660	4 190	4 853	5 513	5 869
Китай	2 990	3 660	4 190	4 853	5 513	5 869
Россия	206	218	247	271	281	295
США	1 324	1 578	1 794	1 942	2 104	2 312
Южная Корея	39	60	95	152	205	220
Япония	214	228	256	314	407	472
Весь мир	10 171	12 749	15 249	17 923	20 762	23 477

В табл. 5 учтены суммарные показатели производства электроэнергии в гидроэнергетике, ветроэнергетике, геотермальной энергетике, солнечной энергетике и в некоторых других видах производства электроэнергии, например, в биоэнергетике.

Структуру установленной мощности возобновляемых источников энергии мира и России в 2020 г. и в прогнозируемом 2050 г. наглядно демонстрируют диаграммы на рис. 5, 6. В России в настоящее время в структуре возобновляемых источников энергии доля гидроэнергетики составляет 96,3 %. К 2050 г. за счет развития ветроэнергетики и гелиоэнергетики прогнозируется сокращение доли гидроэнергетики до 61,4 %.



Рис. 5. Структура установленной мощности возобновляемых источников энергии мира в 2020 г. и в прогнозируемом 2050 г. [3]

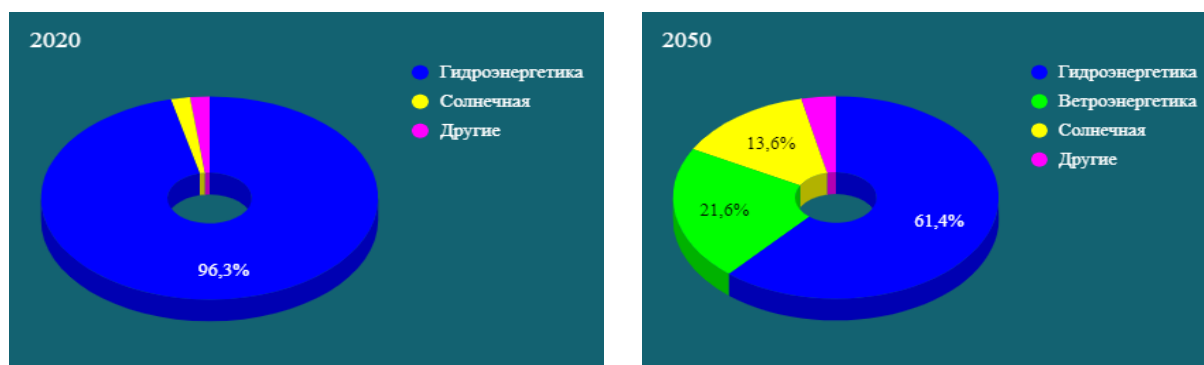


Рис. 6. Структура установленной мощности возобновляемых источников энергии в России в 2020 г. и в прогнозируемом 2050 г. [3]

Прогнозные показатели до 2050 г. производства электроэнергии в гидроэнергетике в мире, в отдельных странах, в том числе в России, приводятся в табл. 6.

Таблица 6

Прогноз развития гидроэнергетики до 2050 г. в мире и отдельных странах (производства электроэнергии-нетто, млрд кВт.ч) [3]

Страны	Прогноз					
	2025 г.	2030 г.	2035 г.	2040 г.	2045 г.	2050 г.
Бразилия	410	411	413	418	428	448
Индия	223	286	295	300	305	310
Канада	411	430	430	430	430	430
Китай	1 266	1 334	1 381	1 448	1 448	1 448
Россия	203	203	205	206	208	209
США	295	295	295	294	294	294
Южная Корея	4	4	5	5	5	5
Япония	86	86	86	86	86	86
Весь мир	4 620	4 921	5 065	5 211	5 337	5 548

Перспективы развития и использования альтернативных источников энергии, в первую очередь ветровой и солнечной энергии в решении глобальных и локальных экологических проблем, должны снизить негативное воздействие на окружающую среду и должны способствовать обеспечению экологической безопасности за счет сокращения использования невозобновляемых природных ресурсов.

В табл. 7, 8 представлены прогнозные показатели до 2050 г. производства электроэнергии в мире, в отдельных странах, в том числе в России, альтернативными источниками энергии в ветроэнергетике и солнечной энергетике.

Таблица 7

**Прогноз развития ветроэнергетики до 2050 г. в мире и отдельных странах
(производства электроэнергии-нетто, млрд кВт.ч) [3]**

Страны	Прогноз					
	2025 г.	2030 г.	2035 г.	2040 г.	2045 г.	2050 г.
Бразилия	81	122	181	235	259	270
Индия	219	376	614	918	1 124	1 147
Канада	65	87	118	151	184	215
Китай	899	1 001	1 001	1 001	1 001	1 001
Россия	0	6	28	48	54	61
США	630	673	731	748	762	790
Южная Корея	9	24	55	113	167	181
Япония	20	34	62	120	212	277
Весь мир	2 814	3 583	4 533	5 526	6 410	6 833

Таблица 8

**Прогноз развития солнечной энергетике до 2050 г. в мире и отдельных странах
(производства электроэнергии-нетто, млрд кВт.ч) [3]**

Страны	Прогноз					
	2025 г.	2030 г.	2035 г.	2040 г.	2045 г.	2050 г.
Бразилия	4	4	4	5	5	5
Индия	168	334	440	526	725	1 140
Канада	3	3	3	3	3	3
Китай	399	602	801	1 052	1 330	1 480
Россия	1	4	6	7	8	12
США	167	252	317	372	439	519
Южная Корея	11	15	17	17	17	17
Япония	55	55	55	55	55	55
Весь мир	1 181	1 804	2 375	3 006	3 772	4 640

Атомная энергетика не считается возобновляемой, так как она зависит от использования добытого конечного энергетического ресурса. Она остается важным источником электроэнергии в мире, хотя прогнозируется сокращение доли энергоблоков атомных электростанций в мировой структуре установленной мощности электростанций в 2050 г. до 2,9 %. Этот показатель в настоящее время составляет примерно 5,2 %. При этом прогнозируется увеличение номинального количества энергоблоков атомных электростанций в мире с 374 в настоящее время до 427 в 2050 г.

Здесь следует отметить, что с учетом постоянно растущих потребностей в энергии атомная энергетика становится все более привлекательной в тех случаях, когда спрос на энергию быстро растёт, как, например, в Китае и Индии. В Китае прогнозируется увеличение

номинального количества энергоблоков атомных электростанций с 48 до 143 в 2050 г. В Индии предполагается увеличение номинального количества энергоблоков атомных электростанций с 6 до 26 в 2050 г.

В Российской Федерации в структуре установленной мощности электростанций доля энергоблоков атомных электростанций прогнозируется неизменной. Этот показатель сохранится на уровне примерно в 10 %. Не прогнозируется существенных изменений и в номинальном количестве энергоблоков российских атомных электростанций. В России 27 действующих энергоблоков атомных электростанций. В 2050 г. в России может быть 31 действующий энергоблок атомных электростанций. Перспективным в строительстве будущих АЭС в России будут АЭС с реакторами на быстрых нейтронах и более безопасными в радиационном отношении теплоносителями.

Приведенные выше данные подтверждаются показателями прогнозных оценок до 2050 г. производства электроэнергии атомной энергетикой в мире и в отдельных странах, в том числе в России, представленными в табл. 9.

Таблица 9

Прогноз развития атомной энергетики до 2050 г. в мире и отдельных странах (производства электроэнергии-нетто, млрд кВт.ч) [3]

Страны	Прогноз						
	2020 г.	2025 г.	2030 г.	2035 г.	2040 г.	2045 г.	2050 г.
Бразилия	14	14	23	23	23	18	18
Индия	36	52	69	76	106	128	151
Канада	87	71	77	72	51	39	28
Китай	331	416	538	674	795	905	1 002
Россия	204	229	234	234	234	234	227
США	785	745	630	609	595	599	594
Южная Корея	178	228	228	226	196	186	183
Япония	58	115	139	139	121	102	102
Весь мир	2 630	2 836	2 914	3 053	3 084	3 020	3 025

Прогнозируемые изменения в структуре установленной совокупной мощности различных электростанций всего мира в 2050 г. в сравнении с 2020 г., наглядно демонстрируются на диаграммах, приведенных на рис. 7.

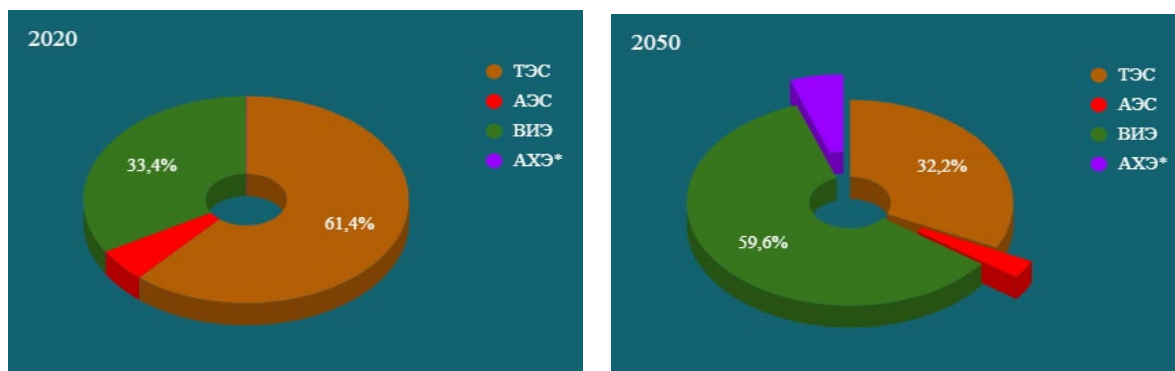


Рис. 7. Структура установленной совокупной мощности различных электростанций всего мира в 2020 г. и в прогнозируемом 2050 г. [3]

Предполагается, что в первую очередь эти изменения будут связаны с почти двукратным увеличением использования возобновляемых источников энергии и также практически двукратным сокращением тепловой энергетики.

Диаграммы, приведенные на рис. 8, отражающие изменения в структуре установленной совокупной мощности различных электростанций России в 2050 г. в сравнении 2020 г., существенно не отличаются друг от друга.

Однако следует отметить повышение почти на 10 % использования возобновляемых источников энергии при значительном увеличении доли ветроэнергетики и солнечной энергетики, что иллюстрируется на рис. 8. Следует также отметить сокращение почти на 10 % использования мощностей тепловых электростанций.

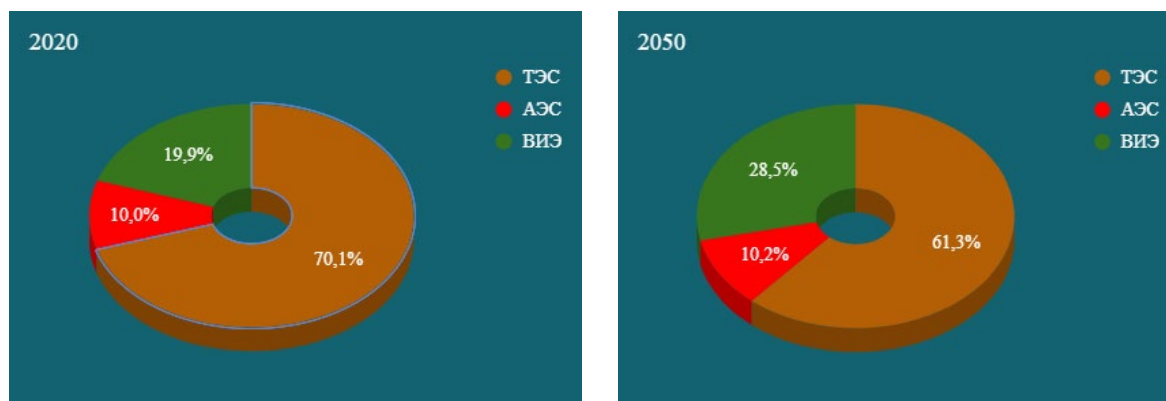


Рис. 8. Структура установленной совокупной мощности различных электростанций России в 2020 г. и в прогнозируемом 2050 г. [3]

В табл. 10 приводятся прогнозные показатели развития электроэнергетики всего мира до 2050 г. в сводном, интегральном варианте.

Аналогично прогнозные показатели развития электроэнергетики России до 2050 г. в сводном, интегральном варианте приводятся в табл. 11.

Таблица 10

Интегральные прогнозные показатели развития электроэнергетики всего мира до 2050 г. [3]

№ п/п	Показатели	Единица измерения	2025 г.	2030 г.	2035 г.	2040 г.	2045 г.	2050 г.
Макроэкономические показатели								
1	Население	млн чел.	8 112	8 475	8 812	9 122	9 403	9 655
2	Конечное потребление энергоносителей	млн тунт	24 031	25 388	26 980	28 635	30 339	31 907
3	Потребление энергоносителей электроэнергетическим сектором (без собственных нужд)	млн тунт	9 313	9 830	10 620	11 475	12 369	13 173
Электроэнергетические комплексы								
4	Установленная мощность электростанций, в том числе:	млн кВт	8 601	9 579	10 568	11 784	13 252	14 747
4.1	Установленная мощность ТЭС	млн кВт	4 578	4 520	4 451	4 474	4 595	4 752
4.2	Установленная мощность АЭС	млн кВт	419	410	431	436	426	427

№ п/п	Показатели	Единица измерения	2025 г.	2030 г.	2035 г.	2040 г.	2045 г.	2050 г.
4.3	Установленная мощность ВИЭ, из которой:	млн кВт	3 593	4 593	5 553	6 604	7 718	8 790
4.3.1	Установленная мощность ГЭС	млн кВт	1 272	1 348	1 387	1 427	1 458	1 507
4.3.2	Установленная мощность ВЭС	млн кВт	940	1 204	1 531	1 903	2 213	2 362
4.3.3	Установленная мощность ГеоТЭС	млн кВт	19	26	29	32	34	34
4.3.4	Установленная мощность СЭС	млн кВт	1 181	1 804	2 375	3 006	3 772	4 640
4.4	Установленная мощность АХЭ	млн кВт	11	56	134	270	513	778
5	Производство электроэнергии-нетто, в том числе:	млрд кВт·ч	28 164	30 299	32 919	35 858	39 006	41 953
5.1	Производство электроэнергии-нетто на ТЭС	млрд кВт·ч	15 157	14 636	14 617	14 851	15 225	15 451
5.2	Производство электроэнергии-нетто на АЭС	млрд кВт·ч	2 836	2 914	3 053	3 084	3 020	3 025
5.3	Производство электроэнергии-нетто на ВИЭ, из которого:	млрд кВт·ч	10 171	12 749	15 249	17 923	20 762	23 477
5.3.1	Производство электроэнергии-нетто на ГЭС	млрд кВт·ч	4 620	4 921	5 065	5 211	5 337	5 548
5.3.2	Производство электроэнергии-нетто на ВЭС	млрд кВт·ч	2 814	3 583	4 533	5 526	6 410	6 833
5.3.3	Производство электроэнергии-нетто на ГеоТЭС	млрд кВт·ч	129	188	214	239	249	254
5.3.4	Производство электроэнергии-нетто на СЭС	млрд кВт·ч	2 275	3 656	4 949	6 391	8 145	10 152

Таблица 11

Интегральные прогнозные показатели развития электроэнергетики Российской Федерации до 2050 г. [3]

№ п/п	Показатели	Единица измерения	2025 г.	2030 г.	2035 г.	2040 г.	2045 г.	2050 г.
Макроэкономические показатели								
1	Население	млн чел.	145	143	141	139	137	136
2	Конечное потребление энергоносителей	млн тут	1 306	1 355	1 413	1 460	1 496	1 521
3	Потребление энергоносителей электроэнергетическим сектором (без собственных нужд)	млн тут	399	411	427	436	440	440

№ п/п	Показатели	Единица измерения	2025 г.	2030 г.	2035 г.	2040 г.	2045 г.	2050 г.
Электроэнергетические комплексы								
4	Установленная мощность электростанций, в том числе:	млн кВт	280	280	289	296	299	304
4.1	Установленная мощность ТЭС	млн кВт	191	188	188	187	187	187
4.2	Установленная мощность АЭС	млн кВт	33	32	32	32	32	31
4.3	Установленная мощность ВИЭ, из которой:	млн кВт	55	60	69	77	81	87
4.3.1	Установленная мощность ГЭС	млн кВт	52	52	53	53	53	54
4.3.2	Установленная мощность ВЭС	млн кВт	–	2	8	15	16	19
4.3.3	Установленная мощность ГеоТЭС	млн кВт	–	–	–	–	–	–
4.3.4	Установленная мощность СЭС	млн кВт	1	4	6	7	8	12
4.4	Установленная мощность АХЭ	млн кВт	–	–	–	–	–	–
5	Производство электроэнергии-нетто, в том числе:	млрд кВт·ч	1 158	1 204	1 243	1 274	1 286	1 290
5.1	Производство электроэнергии-нетто на ТЭС	млрд кВт·ч	723	752	763	770	772	768
5.2	Производство электроэнергии-нетто на АЭС	млрд кВт·ч	229	234	234	234	234	227
5.3	Производство электроэнергии-нетто на ВИЭ, из которого:	млрд кВт·ч	206	218	247	271	281	295
5.3.1	Производство электроэнергии-нетто на ГЭС	млрд кВт·ч	203	203	205	206	208	209
5.3.2	Производство электроэнергии-нетто на ВЭС	млрд кВт·ч	–	6	28	48	54	61
5.3.3	Производство электроэнергии-нетто на ГеоТЭС	млрд кВт·ч	1	1	1	1	1	1
5.3.4	Производство электроэнергии-нетто на СЭС	млрд кВт·ч	3	7	12	13	16	21

В табл. 10, 11 показано, что перспективы развития электроэнергетики на обозримое будущее (конкретно до 2050 г.) предполагают существенное увеличение использования возобновляемых источников энергии как в целом в мире, так и в России. Предполагается

также, что увеличение использования возобновляемых источников энергии позволит в определенной мере способствовать решению проблем обеспечения экологической безопасности и, в частности, глобальной экологической проблемы изменения климата.

Заключение

Таким образом, перспективы развития электроэнергетики на обозримое будущее предполагают существенное увеличение использования возобновляемых источников энергии как в целом в мире, так и в России.

Возобновляемые источники энергии уже сегодня и, безусловно, в перспективе становятся реальной альтернативой при производстве электроэнергии.

Никто сейчас не сомневается, что ископаемое топливо по природе не может быть вечным. Более того, в условиях быстрого роста населения Земли запасы ископаемых источников энергии будут быстрее приближаться к критическим показателям.

Следствием роста человеческой популяции является увеличение экологической нагрузки. В большинстве случаев электроэнергетика на возобновляемых источниках энергии экологически чистая по сравнению с традиционной энергетикой, как минимум из-за отсутствия вредных выбросов при производстве электроэнергии.

Солнце и ветер являются самыми распространенными источниками возобновляемой энергии.

Основное предназначение возобновляемых источников энергии видится в развитии распределенной генерации в удаленных и изолированных энергорайонах, то есть в решении задачи устойчивого электроснабжения потребителей, не подсоединенных к Единой энергетической системе России. Вопросы экологии в такой трактовке поставленной задачи не поднимаются, но косвенно могут быть затронуты, например, поскольку используемые сейчас дизельные генераторы будут, вероятно, частично заменены объектами возобновляемых источников энергии, менее загрязняющими атмосферу [8].

Однако уже сейчас исключительно положительная оценка общего воздействия на окружающую среду возобновляемой энергетики не является абсолютно очевидной и требует дальнейших исследований. Например, пока сложно сравнивать стоимость энергии возобновляемых и не возобновляемых источников. Известны сложности, связанные с возможным дефицитом возобновляемой энергии во временных параметрах (временное отсутствие ветра, солнца).

Факторы планетарного масштаба, обусловленные стремительным развитием энергетических технологий, формированием кибернетических угроз и пандемии, в нынешнее и без того непростое время усложняют ситуацию в сфере мирового энергоснабжения, в энергетических отношениях между Западом и Россией. Возрастающая напряженность в мире ведет к политизации международных энергетических отношений.

В таком контексте Россия и другие государства не могут не сталкиваться с множеством вызовов и угроз надежному энергоснабжению, что делает обеспечение энергетической безопасности их ключевой проблемой вне зависимости от доступного ресурсного потенциала и иных возможностей [9].

Следует отметить, что в триаде «экономика, энергетика и экология» как в государственном, так и мировом масштабе еще очень много проблем, требующих быстрых, но непростых решений.

При этом следует также подчеркнуть наличие существенного положительного фактора в поиске проблемных решений. Сформировалось главное направление исследований, которое определяется прогнозом увеличения использования возобновляемых источников энергии в развитии электроэнергетики на ближайшее будущее в целом в мире, в отдельных странах, в том числе в России. По имеющимся оценкам, технический потенциал возобновляющихся источников энергии на территории России составляет порядка 4,6 млрд тут в год, то есть в пять раз превышает объем потребления всех топливно-энергетических ресурсов страны [10].

Увеличение использования возобновляемых источников энергии в перспективе непременно скажется на повышении экологической безопасности. Здесь видится связь расширения кругозора обучающихся в Санкт-Петербургском университете ГПС МЧС России в энергетической сфере с формированием культуры экологической безопасности в образовательном процессе [11].

В конечном счете, изложенный в данной статье материал направлен на преодоление внутренних вызовов экологической безопасности, к которым относится низкий уровень экологического образования и экологической культуры населения [5].

Список источников

1. Энергетическая стратегия Российской Федерации на период до 2035 года (утв. распоряжением Правительства Рос. Федерации от 9 июня 2020 г. № 1523-р). Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

2. Доктрина энергетической безопасности Российской Федерации (утв. Указом Президента Рос. Федерации от 13 мая 2019 г. № 216). Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

3. U.S. EIA's International Energy Outlook 2021, Release Date: October 6, 2021: доклад Управления энергетической информации США (EIA). URL: <https://www.eeseaec.org/мировая-энергетика-2020-2050-годы> (дата обращения: 20.01.2023).

4. Государственная программа Российской Федерации «Развитие энергетики» (утв. постановлением Правительства Рос. Федерации от 15 апр. 2014 г. № 321 (в ред. от 26 авг. 2020 г.)). Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

5. Стратегия экологической безопасности Российской Федерации на период до 2025 года (утв. Указом Президента Рос. Федерации от 19 апр. 2017 г. № 176). Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

6. О состоянии энергосбережения и повышении энергетической эффективности в Российской Федерации в 2020 году: Гос. доклад. М.: Мин. экон. развития Рос. Федерации, 2021. 100 с.

7. Об электроэнергетике: Федер. закон от 26 марта 2003 г. № 35-ФЗ (в ред. от 1 июля 2020 г.). Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

8. Иваненко А.И. Экологические проблемы России и потенциал энергетики в их решении // *Окружающая среда и энерговедение (ОСЭ)*. 2020. № 3. С. 23–29.

9. Бобровский Ю.В. Проблема энергетической безопасности в отношениях России с внешним миром: сотрудничество, конкуренция и соперничество (1991–2021 гг.): дис. ... д-ра истор. наук. М.: МГИМО (ун-т) МИД Рос. Федерации, 2022. 535 с.

10. Троянов О.М. Формирование культуры экологической безопасности в образовательном процессе СПбУ ГПС МЧС России // *Сервис безопасности в России: опыт, проблемы, перспективы. Формирование культуры безопасности жизнедеятельности: приоритеты, проблемы, решения: Материалы всерос. науч.-практ. конф. СПб.: С.-Петерб. ун-т ГПС МЧС России, 2018.*

11. Экологические основы использования возобновляющихся источников энергии / В.В. Волшаник [и др.] // *Вестник МГСУ*. 2010. № 4. С. 108.

References

1. Energeticheskaya strategiya Rossijskoj Federacii na period do 2035 goda (utv. rasporyazheniem Pravitel'stva Ros. Federacii ot 9 iyunya 2020 g. № 1523-r). Dostup iz sprav.-pravovoj sistemy «Konsul'tantPlyus».

2. Doktrina energeticheskoy bezopasnosti Rossijskoj Federacii (utv. Ukazom Prezidenta Ros. Federacii ot 13 maya 2019 g. № 216). Dostup iz sprav.-pravovoj sistemy «Konsul'tantPlyus».

3. U.S. EIA's International Energy Outlook 2021, Release Date: October 6, 2021: doklad Upravleniya energeticheskoy informacii SSHA (EIA). URL: <https://www.eeseaec.org/mirovaya-energetika-2020-2050-gody> (data obrashcheniya: 20.01.2023).

4. Gosudarstvennaya programma Rossijskoj Federacii «Razvitie energetiki» (utv. postanovleniem Pravitel'stva Ros. Federacii ot 15 apr. 2014 g. № 321 (v red. ot 26 avg. 2020 g.)). Dostup iz sprav.-pravovoj sistemy «Konsul'tantPlyus».
5. Strategiya ekologicheskoj bezopasnosti Rossijskoj Federacii na period do 2025 goda (utv. Ukazom Prezidenta Ros. Federacii ot 19 apr. 2017 g. № 176). Dostup iz sprav.-pravovoj sistemy «Konsul'tantPlyus».
6. O sostoyanii energosberezheniya i povyshenii energeticheskoj effektivnosti v Rossijskoj Federacii v 2020 godu: Gos. doklad. M.: Min. ekon. razvitiya Ros. Federacii, 2021. 100 s.
7. Ob elektroenergetike: Feder. zakon ot 26 marta 2003 g. № 35-FZ (v red. ot 1 iyulya 2020 g.)). Dostup iz sprav.-pravovoj sistemy «Konsul'tantPlyus».
8. Ivanenko A.I. Ekologicheskie problemy Rossii i potencial energetiki v ih reshenii // Okruzhayushchaya sreda i energovedenie (OSE). 2020. № 3. С. 23–29.
9. Bobrovskij Yu.V. Problema energeticheskoj bezopasnosti v otnosheniyah Rossii s vneshnim mirom: sotrudnichestvo, konkurenciya i sopernichestvo (1991–2021 gg.): dis. ... d-ra istor. nauk. M.: MGIMO (un-t) MID Ros. Federacii, 2022. 535 s.
10. Troyanov O.M. Formirovanie kul'tury ekologicheskoj bezopasnosti v obrazovatel'nom processe SPbU GPS MCHS Rossii // Servis bezopasnosti v Rossii: opyt, problemy, perspektivy. Formirovanie kul'tury bezopasnosti zhiznedeyatel'nosti: priority, problemy, resheniya: Materialy vseros. nauch.-prakt. konf. SPb.: S.-Peterb. un-t GPS MCHS Rossii, 2018.
11. Ekologicheskie osnovy ispol'zovaniya vozobnovlyayushchih istochnikov energii / V.V. Volshanik [i dr.] // Vestnik MGSU. 2010. № 4. S. 108.

Информация о статье:

Поступила в редакцию: 06.02.2023

Принята к публикации: 04.09.2023

The information about article:

Article was received by the editorial office: 06.02.2023

Accepted for publication: 04.09.2023

Информация об авторах:

Савчук Олег Николаевич, профессор кафедры сервис безопасности Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), кандидат технических наук, профессор, заслуженный работник высшей школы Российской Федерации, e-mail: oleg-savchuk@mail.ru, SPIN-код: 5156-1928

Троянов Олег Михайлович, доцент кафедры сервис безопасности Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), кандидат военных наук, доцент, e-mail: troyanovo@igps.ru, SPIN-код: 7467-5841

Information about the authors:

Savchuk Oleg N., professor of the department of security service of the Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia (196105, Saint-Petersburg, Moskovsky ave., 149), candidate of technical sciences, professor, honored worker of the higher school of the Russian Federation, e-mail: oleg-savchuk@mail.ru, SPIN: 5156-1928

Troyanov Oleg M., associate professor of the department of security service of the Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia (196105, Saint-Petersburg, Moskovsky ave., 149), candidate of military sciences, associate professor, e-mail: troyanovo@igps.ru, SPIN: 7467-5841

ИНЖЕНЕРНОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ

Научная статья

УДК 614. 839; DOI: 10.61260/2307-7476-2023-3-22-28

ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ЕДИНОЙ ГОСУДАРСТВЕННОЙ СИСТЕМЫ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ И ЛИКВИДАЦИИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ: АНАЛИЗ РЕШЕНИЙ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

✉ Луценко Сергей Георгиевич;

Уткин Олег Валерьевич.

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

✉ lucenkosg@gmail.com

Аннотация. Рассмотрены инновационные подходы, реализованные в информационных системах, направленных на дальнейшую цифровую трансформацию Единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций, в целях повышения эффективности предупреждения чрезвычайных и кризисных ситуаций. Проведен обзор и анализ существующих решений, рассмотрена их эффективность. Также представлены основные направления развития цифровой трансформации ведомства.

Ключевые слова: цифровая трансформация, «Озеро данных» РСЧС, искусственный интеллект, Атлас рисков, АИУС РСЧС, машинное обучение

Для цитирования: Луценко С.Г., Уткин О.В. Цифровые технологии Единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций: анализ решений и перспективы развития // Природные и техногенные риски (физико-математические и прикладные аспекты). 2023. № 3 (47). С. 22–28. DOI: 10.61260/2307-7476-2023-3-22-28.

Scientific article

DIGITAL TECHNOLOGIES OF THE UNIFIED STATE SYSTEM FOR THE PREVENTION AND RELIEF OF EMERGENCY SITUATIONS: ANALYSIS OF SOLUTIONS AND DEVELOPMENT PROSPECTS

✉ Lucenko Sergey G.;

Utkin Oleg V.

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

✉ lucenkosg@gmail.com

Abstract. The article considers innovative approaches implemented in information systems aimed at further digital transformation of the Unified state system for the prevention and relief of emergency situations in order to increase the efficiency of emergency and crisis prevention. A review and analysis of existing solutions was carried out, their effectiveness was considered. The main directions for the development of digital transformation of the department are also presented.

Keywords: digital transformation, RSChS «Data Lake», artificial intelligence, Risk Atlas, AIMS RSChS, machine learning

For citation: Lucenko S.G., Utkin O.V. Digital technologies of the Unified state system for the prevention and relief of emergency situations: analysis of solutions and development prospects // Prirodnye i tekhnogennye riski (fiziko-matematicheskie i prikladnye aspekty) = Natural and man-made risks (physico-mathematical and applied aspects). 2023. № 3 (47). P. 22–28. DOI: 10.61260/2307-7476-2023-3-22-28.

Введение

Цифровая трансформация Единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (РСЧС) – одна из приоритетных задач в соответствии со Стратегией развития информационного общества в Российской Федерации на 2017–2030 гг. [1].

Приоритетным направлением МЧС России является переход от системы реагирования на чрезвычайные ситуации (ЧС) к их предупреждению. Для решения этой сложной задачи необходимо привлечение дополнительных возможностей, основанных на современных цифровых технологиях, как важного ресурса обеспечения безопасности населения [2–4].

В настоящее время МЧС России проводит работу по цифровой трансформации, внедряя информационные технологии в систему предупреждения и ликвидации ЧС [5]. Для того чтобы применять современные инструменты глубокой аналитики и технологии искусственного интеллекта в целях предупреждения, снижения рисков и ликвидации последствий ЧС, необходимо использовать большие данные.

Формирование «Озера данных»

На цифровой инфраструктуре МЧС России формируется «Озеро данных», объединяющее информационные ресурсы РСЧС всех уровней.

Органы повседневного управления РСЧС являются основными поставщиками данных, средством сбора этой информации в «Базу знаний МЧС России», которая является составной частью Атласа опасностей и рисков МЧС России, а также транспортом этой информации в единый центр обработки и хранения – «Озеро данных» РСЧС.

«Озеро данных» РСЧС представляет собой распределенные хранилища и инструменты обработки больших массивов информации. Оно является составной частью Автоматизированной информационно-управляющей системы РСЧС (АИУС РСЧС), цифровым инструментом совместного ведения актуальной информации, что в совокупности с технологиями обработки больших данных и искусственного интеллекта дает принципиально новый уровень построения единого информационного пространства о возможных неблагоприятных событиях и опасных зонах на территории Российской Федерации (рис. 1) [6].

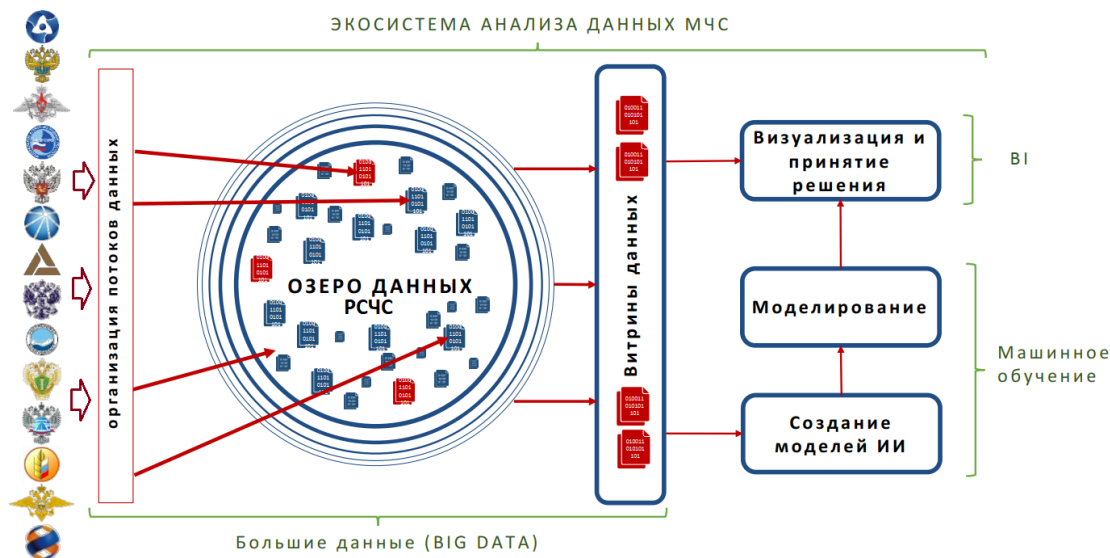


Рис. 1. «Озеро данных» РСЧС

Мобильное приложение «Термические точки»

Примером успешного использования «Озера данных» РСЧС можно считать разработку мобильного приложения «Термические точки» с применением технологий искусственного интеллекта (нейросетевой модели) для классификации термических точек МЧС России (рис. 2) [7].

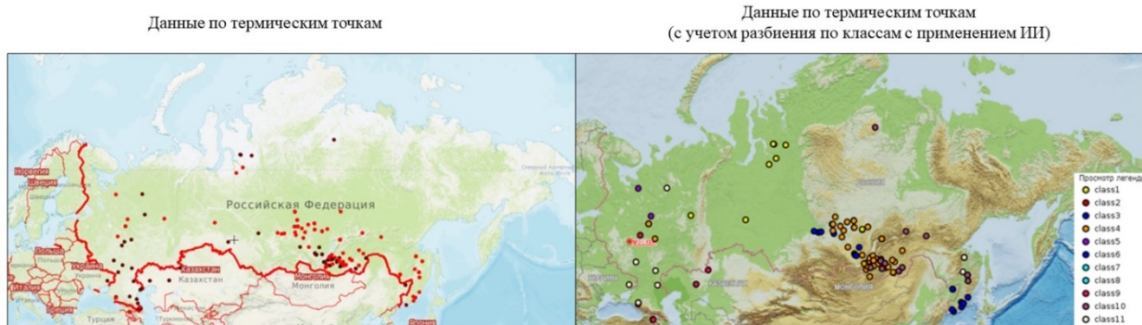


Рис. 2. Классификация термоточек

Система аналитики термических точек МЧС России позволяет оценить эффективность внедрения данного решения (рис. 3).

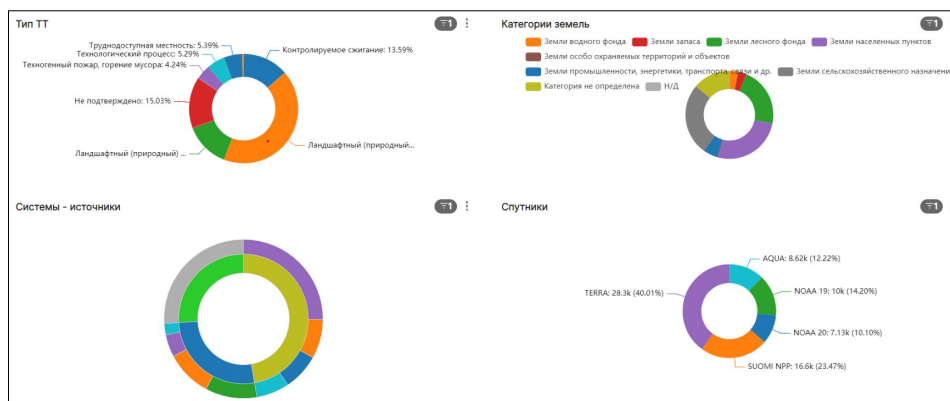


Рис. 3. Аналитика по термоточкам

Мобильное приложение является платформой для визуального отображения данных и позволяет сократить время доведения до сил РСЧС информации об очагах горения, полученной с применением систем космического мониторинга МЧС России (рис. 4).

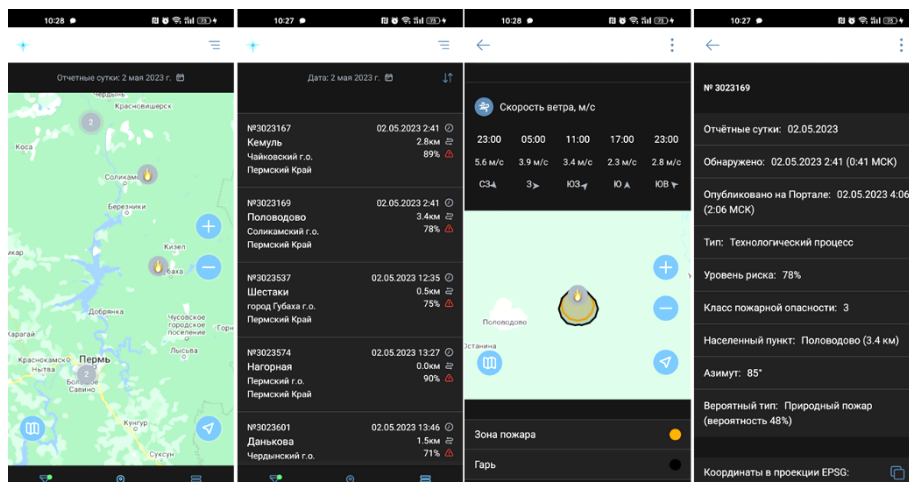


Рис. 4. Мобильное приложение «Термические точки»

Мобильное приложение работает на основе технологий машинного обучения и анализа больших данных. Оно позволяет отслеживать температурные аномалии и предсказывать очаги возгораний. Приложение интегрировано в информационную систему «Атлас опасностей и рисков», в которой содержатся данные о различных опасностях и угрозах на территории страны, включая лесные пожары, наводнения, эпидемии и др. [8].

В результате внедрения приложения оперативность реагирования на природные пожары повысилась в три раза за счет повышения точности расчета риска пожара до 92,5 % и обновления термических точек на поверхности Земли до четырех раз в сутки. Также сократилось время обработки (в автоматическом режиме – примерно в восемь раз) и время доведения информации о термоточках (информация доводится сразу на все устройства).

Атлас рисков МЧС России

Для среднесрочного прогнозирования пожарной опасности в Атласе рисков внедрена модель искусственного интеллекта, определяющая зоны с высокой вероятностью возникновения термических аномалий (индекс пожарной опасности (МЧС)).

В состав индекса пожарной опасности (МЧС) входит более 50 показателей, которые условно можно поделить на три группы:

- 1) погодные условия (особенность в том, что учитываются накопленные показатели по температуре воздуха, скорости ветра, влажности и т.д.);
- 2) различные антропогенные факторы (день недели, время года, праздничные дни, удаленность от населенных пунктов и т.д.);
- 3) имеющаяся статистика по подтвержденным термическим точкам за 10 лет.

Все это обрабатывается при помощи нейронной сети и выдается в виде градиентной сетки. Данные публикуются в Атласе опасностей и рисков МЧС России (рис. 5).

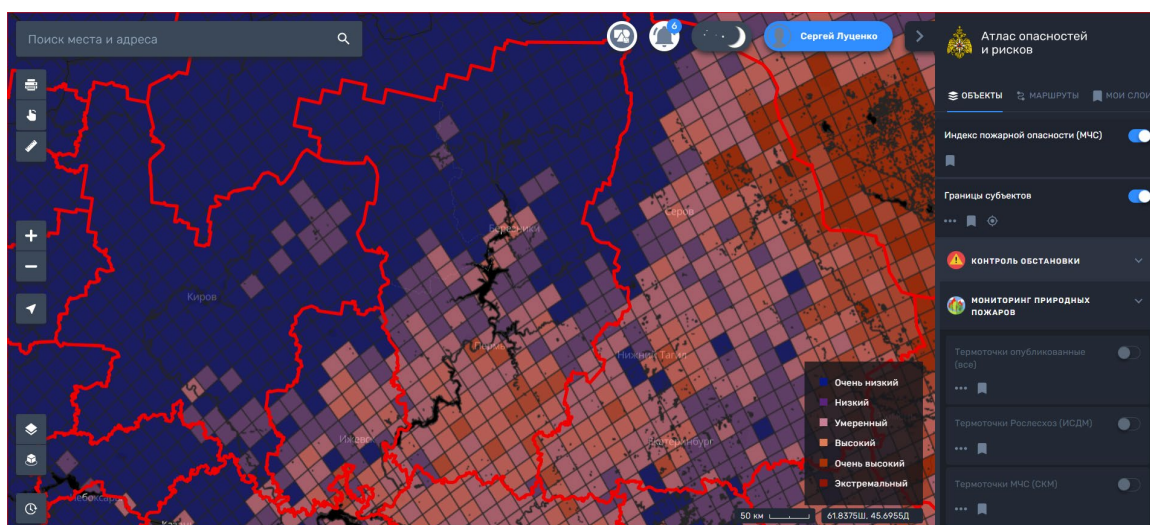


Рис. 5. Атлас опасностей и рисков. Индекс пожарной опасности (МЧС)

Развитие «Озера данных» РСЧС

Таким образом, «Озеро данных» РСЧС – интеллектуальное и технологическое связующее звено между источниками данных и потребителями информации, а также ядро искусственного интеллекта и обработки больших данных, которое позволяет преобразовывать разнородные необработанные источники данных в целевую информацию в области защиты населения и территорий от ЧС природного и техногенного характера (ЗНиТ от ЧС).

В целях масштабного технологического преобразования государственного управления в области ЗНиТ от ЧС необходимо развивать «Озеро данных» РСЧС на региональном уровне [9].

В соответствии с п. 17.2 протокола совещания у Председателя Правительства Российской Федерации от 27 июля 2021 г. № ММ-П4-17пр высшие должностные лица субъектов Российской Федерации должны до 2024 г. обеспечить информационное взаимодействие в цифровом формате со всеми органами повседневного управления территориальной подсистемы РСЧС.

Мероприятия по цифровой трансформации процессов обеспечения деятельности МЧС России:

1. Организация единого информационного пространства федерального и регионального уровней с целью оперативного решения задач РСЧС.

В рамках указанных мероприятий в субъектах Российской Федерации проведена работа по заключению соответствующих соглашений об информационном взаимодействии с территориальными органами МЧС России, предусматривающих взаимодействие с АИУС РСЧС.

В АИУС РСЧС создан и внедрен в деятельность всех органов повседневного управления муниципального уровня «Личный кабинет ЕДДС» АИУС РСЧС, предназначенный для доведения оперативной информации и цифровизации их деятельности.

2. Осуществление перевода в цифровой формат информационного взаимодействия органов управления территориальных подсистем РСЧС.

В целях оперативного доведения информации в области ЗНиТ от ЧС до органов повседневного управления РСЧС высшим органам исполнительной власти субъектов Российской Федерации проводятся работы по подключению (регистрации) всех органов повседневного управления территориальной подсистемы РСЧС к «личному кабинету ЕДДС» АИУС РСЧС.

На информационной платформе «База знаний» Атласа рисков АИУС РСЧС проведена цифровая трансформация работы с показателями по оперативной информации о ЧС, происшествиях на водных объектах, учету сил и средств МЧС России и др.

3. Увеличение точности и оперативности отражения вероятности возникновения и развития ЧС на основе анализа причин ее возникновения, ее источника в прошлом и настоящем.

Заключение

Деятельность МЧС России, в том числе, направлена на развитие цифровых технологий, цифровизации и автоматизации, совершенствование методологий прогнозирования ЧС [10–12].

В рамках данной статьи были проанализированы информационные системы, разработанные в рамках цифровизации системы предупреждения и ликвидации ЧС. Применение новейших технологий уже позволило значительно повысить эффективность реагирования и прогнозирования, а также снизить негативные последствия от ЧС. Доказали свою эффективность «Атлас опасностей и рисков» и мобильное приложение «Термические точки».

В дальнейшем ведомство продолжит работу по цифровой трансформации, внедряя информационные технологии в систему предупреждения и ликвидации ЧС. Целью такой работы должно стать обеспечение комфортной и безопасной среды для жизни населения.

Список источников

1. О Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017–2030 годы: Указ Президента Рос. Федерации от 9 мая 2017 г. № 203. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

2. Цифровизация МЧС России направлена на сохранение жизни людей и снижение ущерба при ЧС. URL: <https://mchs.gov.ru/deyatelnost/press-centr/novosti/4274526> (дата обращения: 06.07.2023).

3. Максимов А.В., Матвеев А.В. Перспективы применения искусственного интеллекта в анализе больших данных социальных сетей при возникновении чрезвычайных ситуаций // Сервис безопасности в России: опыт, проблемы, перспективы. Современные методы и технологии предупреждения и профилактики возникновения чрезвычайных ситуаций: материалы XI Всерос. науч.-практ. конф. СПб.: С.-Петербург. ун-т ГПС МЧС России, 2019. С. 284–286. EDN LCXMMK.

4. Максимов А.В., Матвеев А.В. Перспективы использования коллективных знаний при реагировании на чрезвычайные ситуации // Науч.-аналит. журн. «Вестник С.-Петерб. ун-та ГПС МЧС России». 2019. № 4. С. 89–97. EDN QPBTLA.

5. О внесении изменений в распоряжение МЧС России от 20 ноября 2020 г. № 860 «Об утверждении Ведомственной программы цифровой трансформации МЧС России на 2021 год и плановый период 2022–2023 годов»: распоряжение МЧС России от 20 янв. 2021 г. № 25. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

6. Безворотных А.В. Использование OLAP-систем в «Озере данных» РСЧС // Решетневские чтения: материалы XXVI Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. памяти генерального конструктора ракетно-космических систем академика М.Ф. Решетнева: в 2-х ч., ч. 2. Красноярск: Сибирский гос. ун-т науки и технологий им. акад. М.Ф. Решетнева, 2022. С. 57–59. EDN PNUSKC.

7. Леденцов С.А. Цифровая трансформация. Хакатон МЧС России. М., 2020.

8. Сапожников А.А. Искусственный интеллект на службе МЧС // Гражданская защита. 2023. Т. 5. № 573. С. 28–29.

9. «Озеро данных» в МЧС. URL: <https://dr-webs.ru/ozero-dannykh-v-mchs/> (дата обращения: 06.07.2023).

10. Концепция развития системы управления МЧС России до 2030 года: утв. решением Коллегии МЧС России от 5 дек. 2014 г. № 15/III. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

11. Мартинович Н.В., Осавелюк П.А., Антонов А.В. Автоматизация при планировании действий по тушению пожаров и проведению аварийно-спасательных работ // Сибирский пожарно-спасательный вестник. 2017. № 2 (5). С. 53–57. EDN ZEHEDL.

12. Богданова Е.М., Максимов А.В., Матвеев А.В. Информационная система прогнозирования чрезвычайных ситуаций при использовании адаптивных моделей // Науч.-аналит. журн. «Вестник С.-Петерб. ун-та ГПС МЧС России». 2019. № 2. С. 65–70. EDN PHLEMI.

References

1. О Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017–2030 годы: Указ Президента Рос. Федерации от 9 мая 2017 г. № 203. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

2. Цифровизация МЧС России направлена на сохранение жизни людей и снижение ущерба при ЧС. URL: <https://mchs.gov.ru/deyatelnost/press-centr/novosti/4274526> (дата обращения: 06.07.2023).

3. Maksimov A.V., Matveev A.V. Perspektivy primeneniya iskusstvennogo intellekta v analize bol'shikh dannyh social'nyh setej pri vozniknovenii chrezvychajnyh situacij // Servis bezopasnosti v Rossii: opyt, problemy, perspektivy. Sovremennye metody i tekhnologii preduprezhdeniya i profilaktiki vozniknoveniya chrezvychajnyh situacij: materialy XI Vseros. nauch.-prakt. konf. SPb.: S.-Peterb. un-t GPS MCHS Rossii, 2019. S. 284–286. EDN LCXMMK.

4. Maksimov A.V., Matveev A.V. Perspektivy ispol'zovaniya kollektivnyh znaniy pri reagirovanii na chrezvychajnye situacii // Nauch.-analit. zhurn. «Vestnik S.-Peterb. un-ta GPS MCHS Rossii». 2019. № 4. S. 89–97. EDN QPBTLA.

5. О внесении изменений в распоряжение МЧС России от 20 ноября 2020 г. № 860 «Об утверждении Ведомственной программы цифровой трансформации МЧС России на 2021 год и плановый период 2022–2023 годов»: распоряжение МЧС России от 20 янв. 2021 г. № 25. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

6. Bezvorotnyh A.V. Ispol'zovanie OLAP-sistem v «Ozere dannyh» RSCHS // Reshetnevskie chteniya: materialy XXVI Mezhdunar. nauch.-prakt. konf., posvyashch. pamyati general'nogo konstruktora raketno-kosmicheskikh sistem akademika M.F. Reshetneva: v 2-h ch., ch. 2. Krasnoyarsk: Sibirskij gos. un-t nauki i tekhnologij im. akad. M.F. Reshetneva, 2022. S. 57–59. EDN PNUSKC.
7. Ledencov S.A. Cifrovaya transformaciya. Hakaton MCHS Rossii. M., 2020.
8. Sapozhnikov A.A. Iskusstvennyj intellekt na sluzhbe MCHS // Grazhdanskaya zashchita. 2023. T. 5. № 573. S. 28–29.
9. «Ozero dannyh» v MCHS. URL: <https://dr-webs.ru/ozero-dannykh-v-mchs/> (data obrashcheniya: 06.07.2023).
10. Konceptsiya razvitiya sistemy upravleniya MCHS Rossii do 2030 goda: utv. resheniem Kollegii MCHS Rossii ot 5 dek. 2014 g. № 15/III. Dostup iz sprav.-pravovoj sistemy «Konsul'tantPlyus».
11. Martinovich N.V., Osavelyuk P.A., Antonov A.V. Avtomatizaciya pri planirovanii dejstvij po tusheniyu pozharov i provedeniyu avarijno-spasatel'nyh rabot // Sibirskij pozharno-spasatel'nyj vestnik. 2017. № 2 (5). S. 53–57. EDN ZEHEDL.
12. Bogdanova E.M., Maksimov A.V., Matveev A.V. Informacionnaya sistema prognozirovaniya chrezvychajnyh situacij pri ispol'zovanii adaptivnyh modelej // Nauch.-analit. zhurn. «Vestnik S.-Peterb. un-ta GPS MCHS Rossii». 2019. № 2. S. 65–70. EDN PHLEMI.

Информация о статье:

Поступила в редакцию: 17.07.2023

Принята к публикации: 19.08.2023

The information about article:

Article was received by the editorial office: 17.07.2023

Accepted for publication: 19.08.2023

Информация об авторах:

Луценко Сергей Георгиевич, обучающийся Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), e-mail: lucenkosg@gmail.com

Уткин Олег Валерьевич, старший преподаватель кафедры прикладной математики и информационных технологий Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), e-mail: utkin_oleg@igps.ru, SPIN-код: 7991-7504

Information about the authors:

Lutsenko Sergey G., a student of the Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia (196105, Saint-Petersburg, Moskovsky ave., 149), e-mail: lucenkosg@gmail.com

Utkin Oleg V., senior lecturer of the department of applied mathematics and information technology of the Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia (196105, Saint-Petersburg, Moskovsky ave., 149), e-mail: utkin_oleg@igps.ru, SPIN: 7991-7504

Научная статья

УДК 614.8; DOI: 10.61260/2307-7476-2023-3-29-35

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОГРАММНО-ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ СИСТЕМ ЦУКС ТЕРРИТОРИАЛЬНЫХ ОРГАНОВ МЧС РОССИИ

✉ **Путинцева Елизавета Николаевна;**

Воронцова Анна Анатольевна;

Лобова Софья Федоровна.

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

✉ *karezinaliza@yandex.ru*

Аннотация. Приведены результаты автоматизации программно-технического комплекса, позволяющего провести быстрый учёт и анализ данных обстановки, а также осуществить прогнозирование масштабов последствий чрезвычайных ситуаций, связанных со следующими событиями: разлив легковоспламеняющейся жидкости, утечка газа из газотранспортной сети, растекание нефтепродуктов, распространение нефти из подводных потенциально опасных объектов.

Ключевые слова: информационная система, автоматизированная информационно-управляющая система единой системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций, программно-техническое средство, нефтепродукты, легковоспламеняющиеся жидкости

Для цитирования: Путинцева Е.Н., Воронцова А.А., Лобова С.Ф. Совершенствование программно-технических средств систем ЦУКС территориальных органов МЧС России // Природные и техногенные риски (физико-математические и прикладные аспекты). 2023. № 3 (47). С. 29–35. DOI: 10.61260/2307-7476-2023-3-29-35.

Scientific article

IMPROVEMENT OF SOFTWARE AND HARDWARE OF THE CMC SYSTEMS OF THE TERRITORIAL BODIES OF EMERCOM OF RUSSIA

✉ **Putintseva Elizaveta N.**

Vorontsova Anna A.

Lobova Sofya F.

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

✉ *karezinaliza@yandex.ru*

Abstract. The article presents the results of automation of the software and hardware complex, which allows for rapid accounting and analysis of the situation data, as well as forecasting the scale of the consequences of emergencies related to the following events: a spill of flammable liquid, gas leakage from the gas transmission network, the spread of petroleum products, the spread of oil from underwater potentially dangerous objects.

Keywords: information system, automated information and control system of the unified system of emergency prevention and response, software and hardware, petroleum products, flammable liquids

For citation: Putintseva E.N., Vorontsova A.A., Lobova S.F. Improvement of software and hardware of the CMC systems of the territorial bodies of EMERCOM of Russia // Prirodnye i tekhnogennye riski (fiziko-matematicheskie i prikladnye aspekty) = Natural and man-made risks (physico-mathematical and applied aspects). 2023. № 3 (47). P. 29–35. DOI: 10.61260/2307-7476-2023-3-29-35.

Введение

Для обеспечения безопасности, в соответствии с постановлением Правительства Российской Федерации от 30 декабря 2003 г. № 794 «О единой государственной системе предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций» в России была создана Единая государственная система предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (РСЧС). Эта система представляет собой организационно-управленческую структуру, которая обеспечивает тесное взаимодействие федеральных, территориальных и муниципальных органов исполнительной власти Российской Федерации в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций (ЧС).

Центры управления в кризисных ситуациях (ЦУКС) МЧС России являются важным звеном РСЧС. Они осуществляют функцию повседневного управления. В своей работе должностные лица ЦУКС МЧС России ежедневно сталкиваются с большим объемом различной информации. Сотрудники, действуя в условиях информационной многопоточности, принимают оперативные решения, направленные на предотвращение ЧС и спасение людей [1, 2].

Программно-технические средства для оценки возможной обстановки и прогноза ее развития позволяют автоматизировать многие процессы, что позволяет сотрудникам ЦУКС МЧС России сосредоточиться на анализе обстановки [3, 4].

Модернизацией и развитием информационно-технической инфраструктуры органов повседневного управления РСЧС занимается Главное управление «Национальный центр управления в кризисных ситуациях» МЧС России. В целях установления общих стандартов для обмена информацией, применения инновационных технологий и программного обеспечения в области защиты населения и территорий от ЧС и гражданской обороны проводятся мероприятия, направленные на оптимизацию использования программно-технических систем [5]:

- поддержание стабильного информационно-технического обеспечения средств РСЧС во всех режимах функционирования;
- повышение эффективности использования специалистами оперативных дежурных смен и ресурсов МЧС России, федеральных органов исполнительной власти, органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации и публичных ресурсов в повседневном режиме и в условиях реагирования на ЧС.

С целью совершенствования программно-технических средств и систем повседневного управления МЧС России в настоящем исследовании было разработано и автоматизировано кроссплатформенное программно-техническое средство для обеспечения оперативного управления при решении вопросов, связанных с возникновением ЧС при разливе легковоспламеняющихся жидкостей (ЛВЖ) и нефтепродуктов (НП), утечки газа из газотранспортной системы.

Методы исследования

Для разработки и автоматизации программно-технического средства был выбран язык программирования C#. Язык программирования C# является компонентом платформы .NET и широко используется для создания различных приложений и игр для Windows, Android и iOS [6]. Одним из основных преимуществ C# является его простота и лаконичность.

Другой важной особенностью языка программирования C# является его объектно-ориентированная модель [7]. Объектно-ориентированное программирование позволяет разработчикам создавать объекты, которые могут взаимодействовать друг с другом и обмениваться информацией. Это позволяет сократить время и сложность разработки, а также повысить качество создаваемых приложений.

Язык программирования C# совместим с другими языками программирования, включенными в .NET Framework. С помощью него можно взаимодействовать с программным обеспечением, написанным на таких языках, как Visual Basic, C++, F#

и многих других. Кроме того, C# ASP.NET имеет возможность создания приложений, которые могут работать под управлением различных операционных систем, включая Windows, Mac OS и Linux.

В качестве основного средства разработки были выбраны платформа Microsoft .NET и веб-фреймворк ASP.NET MVC 5 [8].

Основные преимущества данной технологии:

- модель «Model-View-Controller» позволяет отдельно разрабатывать бизнес-логику и пользовательский интерфейс;
- разработка на объектно-ориентированном, строго типизированном языке программирования упрощает отладку приложения;
- полнофункциональная IDE для разработки, отладки и тестирования приложений;
- встроенные средства кэширования и буферизации, которые позволяют повысить производительность приложений;
- технология ADO.NET обеспечивает доступ и управление данными, хранящимися в базе данных.

Для разработки интерфейсов программного модуля используются следующие технологии:

- HTML – язык разметки, который интерпретируется браузерами [4];
- CSS – язык описания внешнего вида документа, написанного с использованием языка разметки [9];
- Bootstrap – фреймворк, включающий HTML- и CSS-шаблоны для оформления различных элементов веб-страницы [10];
- Javascript – язык программирования, используемый для обеспечения интерактивности на веб-странице [11];
- JQuery-библиотека языка Javascript, предоставляющая API для более простого взаимодействия с элементами веб-страницы [11].

Результаты исследования и их обсуждение

Согласно перечню проблемных вопросов, поступивших от территориальных органов МЧС России в рамках подготовки к проведению Сбора со специалистами по мониторингу, моделированию, организации проведения превентивных мероприятий и космического мониторинга ЦУКС территориальных органов МЧС России, представителями научных и образовательных организаций МЧС России по вопросам предупреждения ЧС с применением современных информационных технологий были сделаны выводы о том, что:

- у сотрудников ЦУКС вызывает определенные трудности переход с операционной системы Windows на Linux;
- расчётные задачи, имеющиеся у сотрудников, реализованы в редакторе Excel и нет утвержденных методик, согласно положениям которых эти расчеты выполняются;
- недостаточное количество расчётных задач в информационной системе «Атлас опасностей и рисков», необходимых для моделирования последствий происшествий при:
 - взрыве газозвдушной смеси;
 - верховом пожаре;
 - разливе и горении ЛВЖ и горючих жидкостей;
 - гидродинамических авариях;
 - лавинных процессов и землетрясениями;
 - разлива нефтепродуктов, в том числе на морской акватории;
 - утечке газа из газотранспортной сети;
 - аварии на химически опасных объектах.

Рассмотрены программно-технические средства, применяемые в ЦУКС МЧС России, связанные с IT-технологиями, которые внедряются в средства и системы принятия решений в ЧС при выполнении задач ЦУКС МЧС России. При анализе методологий, применяемых в IT-технологиях [12–14] вышеуказанных систем, выявлены следующие недостатки:

– большинство применяемых программных средств реализованы в среде операционной системы Windows;

– применяемые расчёты при решении задач, связанных с разливом ЛВЖ и НП и при утечке газа из газотранспортной сети, не обоснованы нормативными документами Российской Федерации.

В связи с выявленными недостатками проведена унификация программных средств по принятию решений для разных операционных систем, а также проведена разработка алгоритмического и программного обеспечения согласно нормативным документам Российской Федерации, а именно:

– постановлению Правительства Российской Федерации от 22 июля 2020 г. № 1084 «О порядке проведения расчетов по оценке пожарного риска».

– приказу МЧС России от 10 июля 2009 г. № 404 «Методика определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах»;

– «Методическим рекомендациям по оценке опасности подводных потенциально опасных объектов во внутренних водах и территориальном море Российской Федерации» (утверждено МЧС России 2 декабря 2011 г. № ДЗ-17-802-5172-ВЯ).

Результаты, полученные при выполнении расчетов выбранных задач, позволят сотрудникам ЦУКС МЧС России обеспечить непрерывный контроль выполнения мероприятий по предупреждению и ликвидации ЧС, провести быстрый учёт и анализ данных обстановки, а также осуществить прогнозирование масштабов последствий ЧС, связанных со следующими событиями:

– разлив ЛВЖ;

– утечка газа из газотранспортной сети;

– растекание НП;

– распространение нефти из подводных потенциально опасных объектов.

Данные по концентрации газа при разливе ЛВЖ и утечке газа из газотранспортной сети помогают оценить опасность возможного воздействия на окружающую среду и здоровье населения, принять меры по обеспечению безопасности и разработать план эвакуации.

Данные по оценке площади растекания нефтепродуктов необходимы для определения границ нефтезагрязненной зоны и принятия мер по уменьшению ущерба для окружающей среды.

Оценка опасности распространения нефти и нефтепродуктов из подводных потенциально опасных объектов помогает точнее определить границы загрязнённой зоны и выбрать оптимальные меры обеспечения безопасности, в том числе по контролю распространения утечки и локализации нефтяных разливов.

В результате исследования было разработано и автоматизировано кроссплатформенное программно-техническое средство, предназначенное для сотрудников ЦУКС территориальных органов МЧС России, при выполнении ими должностных обязанностей, связанных с аварийными ситуациями:

– разлив ЛВЖ;

– утечка газа из газотранспортной сети;

– растекание нефти и НП, в том числе на морской акватории.

Разработана справочная документация, связанная с вышеперечисленными аварийными ситуациями.

Программный модуль включает в себя множество интерфейсов для разных типов расчётов. Схема интерфейсов изображена на рис. 1.

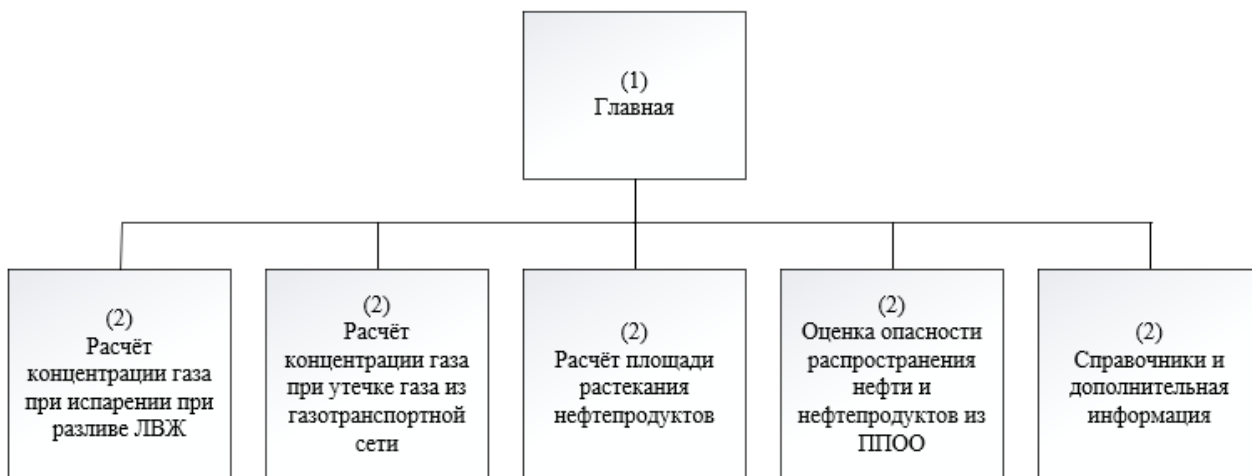


Рис. 1. Дерево интерфейсов для пользователей

Программный модуль предоставляет возможность выбора расчётной задачи. Интерфейс программного модуля представлен на рис. 2.

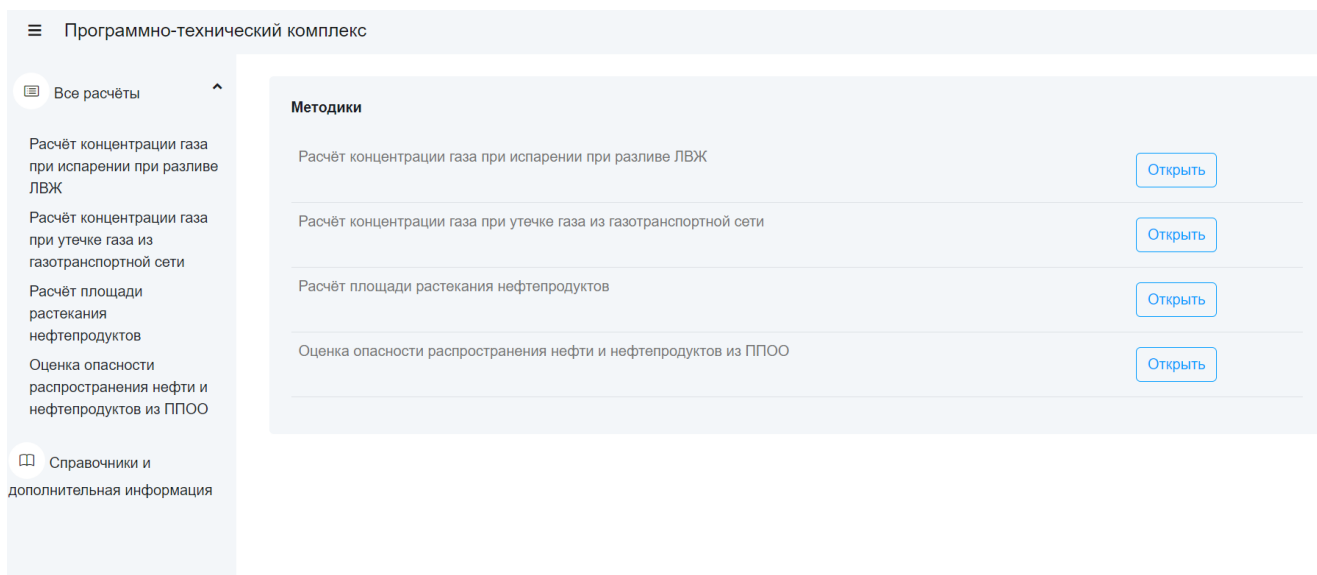


Рис. 2. Интерфейс программного модуля

На интерфейсе программно-технического комплекса представлен перечень автоматизированных расчетных задач и справочная информация. При активации справочной информации происходит загрузка необходимой методики в межплатформенном открытом формате электронных документов Portable Document Format (PDF).

Заключение

В заключении хотелось бы акцентировать внимание на необходимости разработки программного обеспечения в кроссплатформенной среде с целью совершенствования механизмов принятия решений сотрудниками ЦУКС в ЧС, связанных с техногенными авариями. Представленный программно-технический комплекс может пополняться и другими расчетными задачами.

Список источников

1. Максимов А.В., Матвеев А.В. Перспективы использования коллективных знаний при реагировании на чрезвычайные ситуации // Науч.-аналит. журн. «Вестник С.-Петерб. ун-та ГПС МЧС России». 2019. № 4. С. 89–97. EDN QPBTLA.
2. Методика анализа данных о чрезвычайных ситуациях в социальных сетях / А.В. Вострых [и др.] // Современные наукоемкие технологии. 2023. № 6. С. 81–88. DOI: 10.17513/snt.39635. EDN ZCOPNS.
3. Богданова Е.М., Максимов А.В., Матвеев А.В. Информационная система прогнозирования чрезвычайных ситуаций при использовании адаптивных моделей // Науч.-аналит. журн. «Вестник С.-Петерб. ун-та ГПС МЧС России». 2019. № 2. С. 65–70. EDN PHLEMI.
4. Балобанов А.А., Самохвалов Д.Н. Анализ информационных систем, используемых в ЦУКС МЧС России Архангельской области // Сервис безопасности в России: опыт, проблемы, перспективы. Мониторинг, предотвращение и ликвидация чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера: материалы Междунар. науч.-практ. конф. СПб.: С.-Петерб. ун-т ГПС МЧС России, 2021. С. 798–800. EDN NDPONE.
5. Максимов А.В. Анализ применяемых информационных систем в пожарно-спасательных подразделениях МЧС России // Теоретические и прикладные вопросы комплексной безопасности: материалы II Междунар. науч.-практ. конф. Т. 2. СПб.: Петровская акад. наук и искусств, 2019. С. 30–33. EDN ZBFSLZ.
6. Евдокимов П.В., Дубовик Е.В. Справочник C#. Кратко, быстро, под рукой. СПб.: Наука и Техника, 2023. 336 с.
7. Эндрю Троелсен. Язык программирования C# 2008 и платформа. NET. Apress. Т. 3.5. Вильямс, 2001. 1343 с.
8. Адам Фримен. ASP.NET Core 3 с примерами на C# для профессионалов. Вильямс, 2019. 1184 с.
9. Роббинс Дж. HTML5, CSS3 и Javascript. Исчерпывающее руководство. М.: Эксмо, 2014. 523 с.
10. Bootstrap. URL: <https://getbootstrap.com/> (дата обращения: 05.03.2023).
11. JavaScript. Подробное руководство. СПб.: Символ-Плюс, 2012.
12. Хасанов И.Р., Иващук Р.А. Общие требования к программным средствам, предназначенным для использования в Ситуационном центре ФГУ ВНИИПО МЧС России // Пожарная безопасность. 2008. № 2. С. 113–121. EDN JWOOIH.
13. Формирование массивов сведений о критически важных объектах для построения сценариев возможного развития пожаров и техногенных чрезвычайных ситуаций / А.В. Варламкин [и др.] // Пожарная безопасность. 2009. № 2. С. 69–74. EDN KPYGVX.
14. Мартинович Н.В., Осавелюк П.А., Антонов А.В. Автоматизация при планировании действий по тушению пожаров и проведению аварийно-спасательных работ // Сибирский пожарно-спасательный вестник. 2017. № 2 (5). С. 53–57. EDN ZEHEDL.

References

1. Maksimov A.V., Matveev A.V. Perspektivy ispol'zovaniya kollektivnyh znaniy pri reagirovaniy na chrezvychajnyye situacii // Nauch.-analit. zhurn. «Vestnik S.-Peterb. un-ta GPS MCHS Rossii». 2019. № 4. S. 89–97. EDN QPBTLA.
2. Metodika analiza dannyh o chrezvychajnyh situacijah v social'nyh setyah / A.V. Vostryh [i dr.] // Sovremennye naukoemkie tekhnologii. 2023. № 6. S. 81–88. DOI: 10.17513/snt.39635. EDN ZCOPNS.
3. Bogdanova E.M., Maksimov A.V., Matveev A.V. Informacionnaya sistema prognozirovaniya chrezvychajnyh situacij pri ispol'zovanii adaptivnyh modelej // Nauch.-analit. zhurn. «Vestnik S.-Peterb. un-ta GPS MCHS Rossii». 2019. № 2. S. 65–70. EDN PHLEMI.
4. Balobanov A.A., Samohvalov D.N. Analiz informacionnyh sistem, ispol'zuemyh v CUKS MCHS Rossii Arhangel'skoj oblasti // Servis bezopasnosti v Rossii: opyt, problemy,

perspektivy. Monitoring, predotvrashchenie i likvidaciya chrezvychajnyh situacij prirodnogo i tekhnogenogo haraktera: materialy Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. SPb.: S.-Peterb. un-t GPS MCHS Rossii, 2021. S. 798–800. EDN NDPONE.

5. Maksimov A.V. Analiz primenyaemyh informacionnyh sistem v pozharo-spasatel'nyh podrazdeleniyah MCHS Rossii // Teoreticheskie i prikladnye voprosy kompleksnoj bezopasnosti: materialy II Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. T. 2. SPb.: Petrovskaya akad. nauk i iskusstv, 2019. S. 30–33. EDN ZBFSLZ.

6. Evdokimov P.V., Dubovik E.V. Spravochnik C#. Kratko, bystro, pod rukoj. SPb.: Nauka i Tekhnika, 2023. 336 s.

7. Endryu Troelsen. Yazyk programmirovaniya S# 2008 i platforma. NET. Apres. T. 3.5. Vil'yams, 2001. 1343 s.

8. Adam Frimen. ASP.NET Core 3 s primerami na C# dlya professionalov. Vil'yams, 2019. 1184 s.

9. Robbins Dzh. HTML5, CSS3 i Javascript. Ischerpyvayushchee rukovodstvo. M.: Eksmo, 2014. 523 s.

10. Bootstrap. URL: <https://getbootstrap.com/> (data obrashcheniya: 05.03.2023).

11. JavaScript. Podrobnoe rukovodstvo. SPb.: Simvol-Plyus, 2012.

12. Hasanov I.R., Ivashchuk R.A. Obshchie trebovaniya k programmnyh sredstvam, prednaznachennym dlya ispol'zovaniya v Situacionnom centre FGU VNIPO MCHS Rossii // Pozharnaya bezopasnost'. 2008. № 2. S. 113–121. EDN JWOOIH.

13. Formirovanie massivov svedenij o kriticheski vaznyh ob'ektah dlya postroeniya scenarijev vozmozhnogo razvitiya pozharov i tekhnogennyh chrezvychajnyh situacij / A.V. Varlamkin [i dr.] // Pozharnaya bezopasnost'. 2009. № 2. S. 69–74. EDN KPYGVX.

14. Martinovich N.V., Osavelyuk P.A., Antonov A.V. Avtomatizaciya pri planirovanii dejstvij po tusheniyu pozharov i provedeniyu avarijno-spasatel'nyh rabot // Sibirskij pozharo-spasatel'nyj vestnik. 2017. № 2 (5). S. 53–57. EDN ZEHEDL.

Информация о статье:

Поступила в редакцию: 04.07.2023

Принята к публикации: 09.08.2023

The information about article:

Article was received by the editorial office: 04.07.2023

Accepted for publication: 09.08.2023

Информация об авторах:

Путинцева Елизавета Николаевна, обучающийся Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), e-mail: karezinaliza@yandex.ru

Воронцова Анна Анатольевна, доцент кафедры прикладной математики и информационных технологий Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), кандидат физико-математических наук, e-mail: annavorontsova@msn.com, SPIN-код: 2771-6119

Лобова Софья Федоровна, старший научный сотрудник Центра экспертизы пожаров Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), e-mail: sophyf@mail.ru, SPIN-код: 5123-5511

Information about the authors:

Putintseva Elizaveta N., student of the Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia (196105, Saint-Petersburg, Moskovsky ave., 149), e-mail: karezinaliza@yandex.ru

Vorontsova Anna A., associate professor of the department of applied mathematics and information technologies of the Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia (196105, Saint-Petersburg, Moskovsky ave., 149), candidate of physical and mathematical sciences, e-mail: annavorontsova@msn.com, SPIN: 2771-6119

Lobova Sofya F., senior researcher at the center for fire expertise of the Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia (196105, Saint-Petersburg, Moskovsky ave., 149), e-mail: sophyf@mail.ru, SPIN: 5123-5511

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).

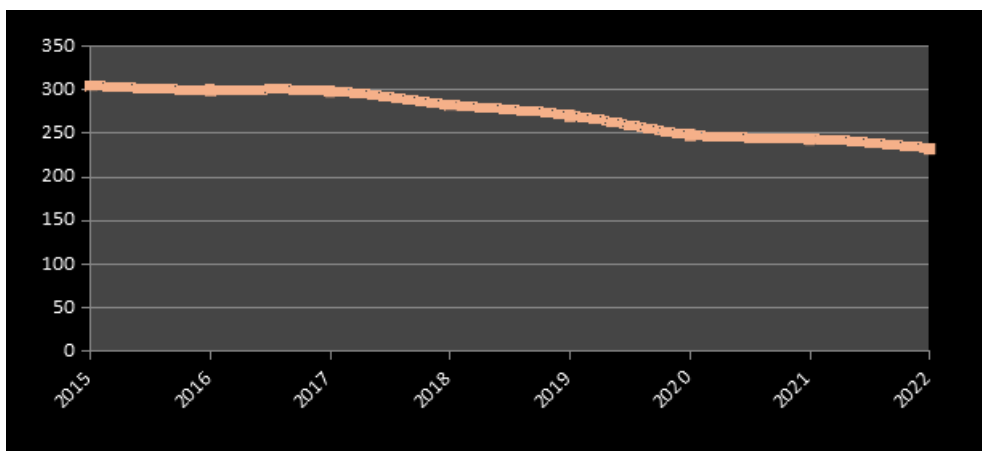


Рис. 1. Количество пожаров в Санкт-Петербурге за период 2015–2022 гг.

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).

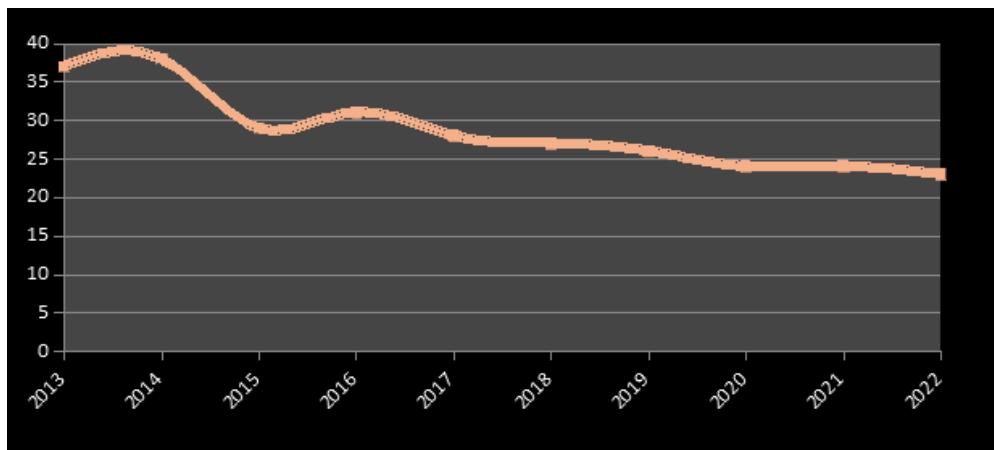


Рис. 2. Количество погибших на пожарах в Санкт-Петербурге

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.

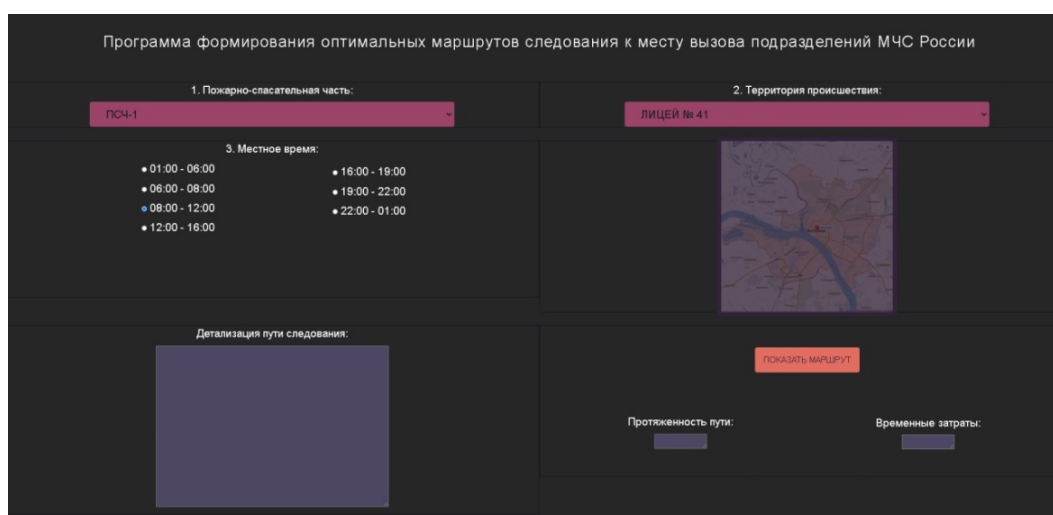


Рис. 4. Внешний вид интерфейса при первоначальном запуске

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

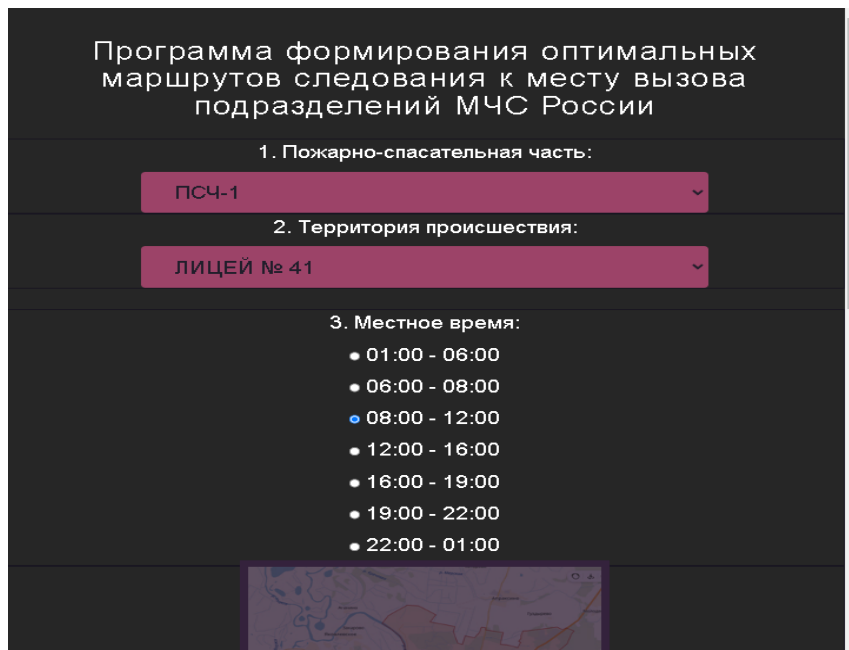


Рис. 5. Мобильный вид прототипа программы

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).

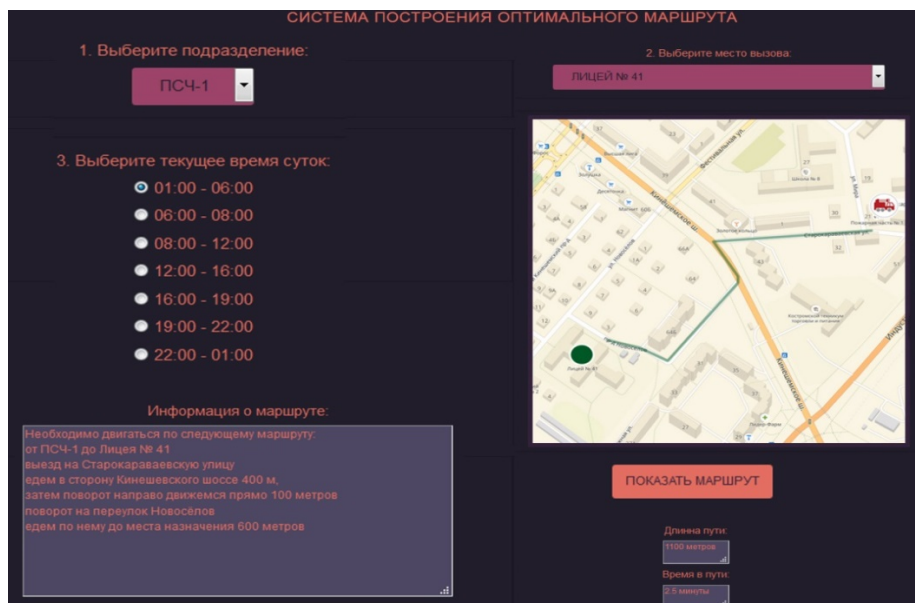


Рис. 6. Результат работы программы

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 ХХХ 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 vznikoveniya 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

Научная статья

УДК 614. 841.249; DOI: 10.61260/2307-7476-2023-3-44-49

ПРИМЕНЕНИЕ КРОССПЛАТФОРМЕННОГО ПРИЛОЖЕНИЯ GNUPLOT ДЛЯ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ОБЛАСТЕЙ РАДИАЦИОННОГО ЗАРАЖЕНИЯ

✉ **Воронцова Анна Анатольевна;**

Логвинов Илья Дмитриевич;

Лобова Софья Федоровна.

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

✉ ***annavorontsova@msn.com***

Аннотация. Авторами статьи разработана автоматизированная система поддержки принятия решений при выполнении задач по предупреждению и ликвидации чрезвычайной ситуации, связанной с взрывом «грязной» ядерной бомбы, для сотрудников ЦУКС территориальных органов МЧС России. Составной частью данной системы является кроссплатформенное приложение, позволяющее визуализировать поле загрязнения при проведении дистанционного экологического картографирования земной поверхности или объекта. Приложение выполнено на языке программирования C# с применением графической утилиты Gnuplot. Утилита Gnuplot – это кроссплатформенное унифицированное приложение по построению всех видов графиков. На данный момент времени с применением утилиты Gnuplot разработана большая библиотека программ с возможностью решения различных математических задач, включая задачи по статистике, визуализации и аппроксимации данных, выполненных на разных языках программирования, таких как C#, Python и др.

Ключевые слова: автоматизированная система, радиационное заражение, 3D графика, Gnuplot

Для цитирования: Воронцова А.А., Логвинов И.Д., Лобова С.Ф. Применение кроссплатформенного приложения Gnuplot для визуализации областей радиационного заражения // Природные и техногенные риски (физико-математические и прикладные аспекты). 2023. № 3 (47). С. 44–49. DOI: 10.61260/2307-7476-2023-3-44-49.

Scientific article

APPLICATION OF THE GNUPLOT CROSS-PLATFORM APPLICATION FOR VISUALIZATION OF RADIATION CONTAMINATION AREAS

✉ **Vorontsova Anna A.;**

Logvinov Ilya D.;

Lobova Sofya F.

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

✉ ***annavorontsova@msn.com***

Abstract. The authors of the article have developed an automated decision support system for performing tasks to prevent and eliminate an emergency situation associated with the explosion of a «dirty» nuclear bomb for employees of the CCS of the territorial bodies of EMERCOM of Russia. An integral part of this system is a cross-platform application that allows you to visualize the pollution field during remote ecological mapping of the Earth's surface or object. The application is made in the C# programming language using the Gnuplot graphical utility. The Gnuplot utility is a cross-platform unified application for building all types of graphs. At the moment, using the Gnuplot utility, a large library of programs has been developed with the ability to solve various mathematical problems, including problems on statistics, visualization and approximation of data, performed in different programming languages, such as C#, Python, etc.

Keywords: automated system, radiation contamination, 3D graphics, Gnuplot

For citation: Vorontsova A.A., Logvinov I.D., Lobova S.F. Application of the Gnuplot cross-platform application for visualization of radiation contamination areas // Prirodnye i tekhnogennye riski (fiziko-matematicheskie i prikladnye aspekty) = Natural and man-made risks (physico-mathematical and applied aspects). 2023. № 3 (47). P. 44–49. DOI: 10.61260/2307-7476-2023-3-44-49.

Введение

За последние три года в государственных органах власти Российской Федерации в целях информационной безопасности происходит переход от операционной системы Windows к операционным системам семейства Linux. В сложившейся обстановке необходимо не только перейти к другим операционным системам, но и максимально сохранить функциональность необходимых для работы государственных служащих приложений и программ.

При разработке автоматизированной системы поддержки принятия решений при выполнении задач по предупреждению и ликвидации чрезвычайной ситуации, связанной с взрывом «грязной» ядерной бомбы [1–3], для сотрудников ЦУКС территориальных органов МЧС России возникла необходимость визуализировать данные радиационного зондирования поверхности. В связи с этим была разработана и автоматизирована программа, позволяющая по данным измерений уровня радиации построить поверхность и карту изогипс радиационного заражения. Решение такой задачи необходимо для визуализации карты загрязнения объекта [4] или поверхности земли по данным измерений уровня радиации. Разработанное приложение универсально и подходит для данных по радиоактивному загрязнению или для данных заражения местности химически опасными веществами (АХОВ).

Методы исследования

Экологическое картографирование поля загрязнения земной поверхности или объекта – задача, с которой может столкнуться сотрудник МЧС России в случае радиологической или химической разведки зараженной местности [5] с целью выяснения масштаба и степени заражения для того, чтобы предупредить или максимального ослабить действия на личный состав войск и население токсичных химических веществ (ТХВ) и радиации.

Авторами статьи в ходе создания автоматизированной системы была рассмотрена задача визуализации поля радиоактивного загрязнения на поверхности объекта.

Для автоматизации алгоритмов визуализации трехмерных данных был выбран язык программирования C# и графическая утилита Gnuplot.

Gnuplot – это приложение построения всех типов графиков из командной строки для Linux, OS/2, MS Windows, OSX, виртуальных машин и многих других платформ. Исходный код защищен авторским правом, но распространяется свободно. Изначально он был создан для того, чтобы позволить ученым и студентам интерактивно визуализировать математические функции и данные, но «вырос» до поддержки многих интерактивных применений, таких как веб-сценарии. Приложение также используется в качестве «движка» для построения графиков сторонними приложениями, такими как Octave. Gnuplot поддерживается и находится в активной разработке с 1986 г. На данный момент времени с применением утилиты Gnuplot разработана большая библиотека программ с возможностью решения различных математических задач, включая задачи по статистике, визуализации и аппроксимации данных, выполненных на разных языках программирования, таких как C#, Python и др.

C# – язык программирования, разработанный компанией Microsoft, является частью платформы .NET, которая предоставляет инфраструктуру для разработки и выполнения программного обеспечения [6, 7]. Язык программирования C# является одним из основных, используемых для создания приложений на платформе .NET.

.NET – это платформа разработки программного обеспечения, разработанная компанией Microsoft. Она предоставляет среду выполнения и библиотеки классов, которые упрощают разработку приложений для различных операционных систем, включая Windows. .NET позволяет разработчикам писать код на разных языках программирования, включая C#, Visual Basic и F#, и выполнять его в общей среде CLR.

CLR – это среда выполнения, предоставляемая платформой .NET. Среда CLR отвечает за выполнение программ на языках, совместимых с платформой .NET, включая язык программирования C#. Он обеспечивает множество функций, включая управление памятью, безопасность, управление потоками, проверку типов и др. Среда CLR выполняет компиляцию программы в промежуточный язык Intermediate Language, который затем преобразуется в машинный код и выполняется.

CTS – система общих типов, определенная в платформе .NET. Система CTS определяет общий набор типов данных и правил их использования в приложениях на платформе .NET [8]. Он обеспечивает совместимость между различными языками программирования, позволяя им взаимодействовать и использовать общие типы данных.

CLS – это спецификация общего языка программирования, определенная в платформе .NET [6, 7]. Спецификация CLS устанавливает набор правил и рекомендаций, которым должны следовать языки программирования, чтобы обеспечить совместимость и взаимодействие между различными языками [8]. Языки, которые следуют спецификации CLS, могут использовать общие типы данных и другие функциональные возможности, предоставляемые платформой .NET.

C# является языком программирования, разработанным для работы на платформе .NET. CLR является средой выполнения, которая обеспечивает выполнение программ на C# и других языках платформы .NET. Среда CLR также управляет различными аспектами выполнения программ, включая управление памятью, безопасность и управление потоками.

Система CTS определяет общие типы данных и правила их использования на платформе .NET [7]. Это обеспечивает совместимость между различными языками программирования на платформе .NET и позволяет им взаимодействовать друг с другом. CLS является спецификацией, которая определяет набор правил и рекомендаций для языков программирования на платформе .NET, чтобы обеспечить их совместимость и взаимодействие.

Все эти компоненты (C#, CLR, CTS и CLS) составляют основу платформы .NET, которая предоставляет инфраструктуру для разработки и выполнения программного обеспечения на различных языках программирования [6, 7]. Платформа .NET предлагает мощные возможности для разработчиков, включая удобную работу с типами данных, среду выполнения, обработку исключений, доступ к библиотекам классов и многие другие функциональности, которые способствуют разработке надежных и эффективных приложений.

Выбор языка программирования C# обусловлен и его кроссплатформенными возможностями с применением технологии ASP.NET [8].

В автоматизированном комплексе реализован алгоритм интерполяции данных методом радиальных базисных функций (РБФ).

Метод РБФ представляет собой набор методов интерполяции, где поверхность, созданная с помощью этих функций, проходит через все опорные точки.

Визуально можно представить метод РБФ как эластичную поверхность, которая проходит через все опорные точки, при этом численно минимизируется общая кривизна поверхности. Выбор конкретной радиальной базисной функции определяет, каким образом поверхность проходит через опорные точки. Таким образом, метод РБФ предоставляет мощный инструмент для интерполяции данных, обеспечивая плавное прохождение через опорные точки и сохраняет их значения в созданной поверхности.

Методы радиальных базисных функций РБФ отличаются от интерполяторов, использующих глобальные и локальные полиномы, по своей жесткости. В отличие от нежестких интерполяторов, которые аппроксимируют значения в опорных точках, методы РБФ стремятся создать поверхность, проходящую через все опорные точки.

Если сравнивать метод РБФ и метод взвешенных расстояний, которые являются двумя примерами жестких интерполяторов, следует отметить, что метод взвешенных расстояний никогда не предоставит значения, превышающие максимальные или ниже минимальных значений опорных точек.

Для аппроксимации функции с помощью радиальных базисных функций берётся их линейная комбинация вида:

$$s(x, y) = \sum_{i=1}^N \omega_i R_i(x, y),$$

где в качестве аппроксимирующей функции $s(x, y)$ берётся сумма N радиальных базисных функций с центрами в точках x_i, y_i и коэффициентами. Коэффициенты можно вычислить с помощью метода наименьших квадратов, поскольку аппроксимирующая функция является линейной по отношению к коэффициентам ω_i .

Результаты исследования и их обсуждение

В результате выполнения исследования автоматизирован алгоритм программы визуализации трехмерных данных. По условиям задачи имеются трехмерные данные: координаты x , y и величина радиации на определенной высоте, то есть вместо координаты z измеряется уровень радиации на одной высоте от поверхности или, если нет возможности провести измерения на одной высоте, необходимо внести поправку на квадрат расстояния до поверхности [9]. Следовательно, необходимо построить поверхность с уровнем радиационного загрязнения и вывести на поверхность xy изогипсы с уровнем радиации.

Интерфейс программы представлен на рис. 1.

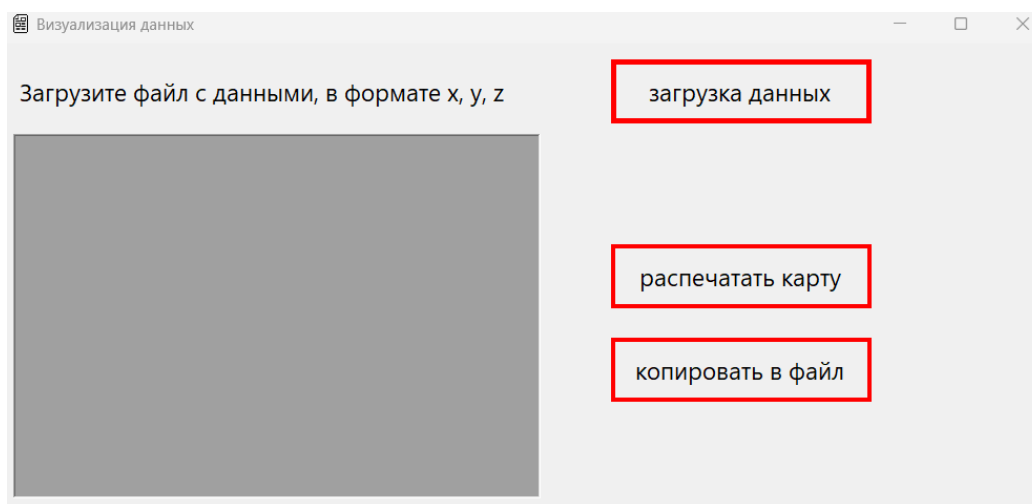


Рис. 1

При загрузке файла с данными происходит интерполяция поверхности загрязнения. В дополнительном окне выводится результат вычислений (рис. 2).

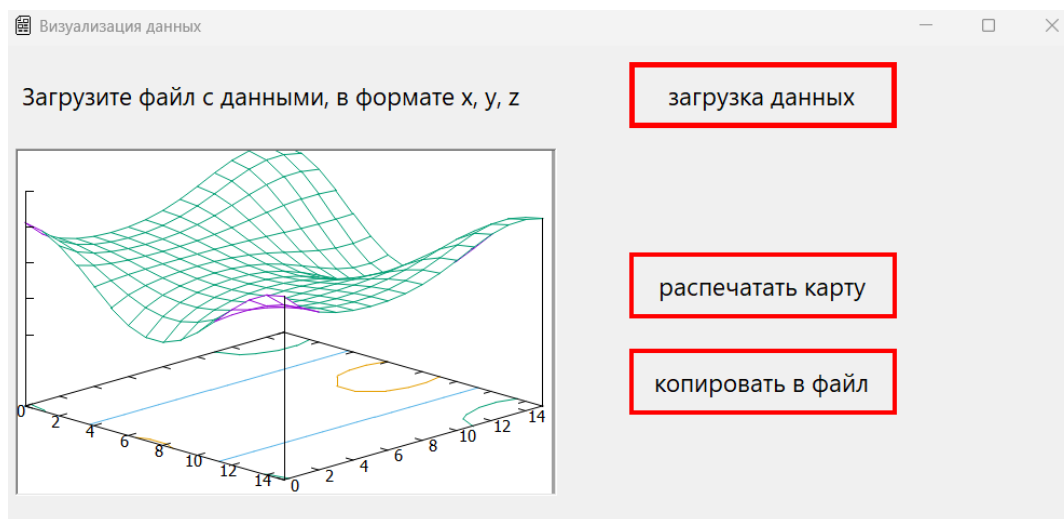


Рис. 2

Реализованный алгоритм подходит для визуализации любых трехмерных данных.

Заключение

Разработанное приложение является кроссплатформенным и может использоваться самостоятельно или входить как библиотека в состав любого приложения или программы, где необходима визуализация трехмерных данных.

Список источников

1. Воронцова А.А., Логвинов И.Д., Лобова С.Ф. Автоматизированная система поддержки принятия решений при выполнении задач предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций, связанных с эксплозией одной или нескольких «грязных» бомб в местах массового пребывания людей // Надзорная деятельность и судебная экспертиза в системе безопасности. 2022. № 4. С. 18–21. EDN PIPWZM.
2. Шаурина А.М., Яковлев В.В. Создание и последствия использования «грязной» бомбы как «Оружия террора» // Пожарная безопасность: проблемы и перспективы. 2014. Т. 2. № 1 (5). С. 173–177. EDN VMDJSB.
3. Николаев Г.А., Бояринова С.П. Предложения по организации радиационного обследования территории в целях оперативного обнаружения «грязной бомбы» и ее компонентов // Актуальные проблемы организации повседневной деятельности в РСЧС и гражданской обороне: сб. трудов науч.-практ. конф. Химки: Акад. гражданской защиты МЧС России, 2022. С. 103–106. EDN WAIVLD.
4. Создание геоэкологической карты загрязнения окружающей среды на базе геоинформационных технологий / Д.И. Шабанов [и др.] // Геология, география и глобальная энергия. 2017. № 3 (66). С. 217–223. EDN ZVKXNH.
5. Николаев Д.В., Вострых А.В., Проценко Т.В. Оценка специализированных программ расчета безопасности потенциально опасных объектов // Проблемы управления рисками в техносфере. 2020. № 2 (54). С. 11–17. EDN ZKZLZJ.
6. Евдокимов П.В., Дубовик Е.В. Справочник C#. Кратко, быстро, под рукой. СПб.: Наука и Техника, 2023. 336 с.
7. Эндрю Троелсен. Язык программирования C# 2008 и платформа. NET 3.5. Вильямс, 2010. 1343 с.
8. Адам Фримен. ASP.NET Core 3 с примерами на C# для профессионалов. Вильямс, 2021. 1184 с.
9. Шарапов С.В. Азбучник радиационной безопасности и защиты: учеб. пособие для личного состава пожарно-спасательных подразделений ФПС ГПС МЧС России. СПб.: С.-Петербург. ун-т ГПС МЧС России, 2016. 198 с.

References

1. Voroncova A.A., Logvinov I.D., Lobova S.F. Avtomatizirovannaya sistema podderzhki prinyatiya reshenij pri vypolnenii zadach preduprezhdeniya i likvidacii chrezvychajnyh situacij, svyazannyh s eksploziej odnoj ili neskol'kih «gryaznyh» bomb v mestah massovogo prebyvaniya lyudej // Nadzornaya deyatel'nost' i sudebnaya ekspertiza v sisteme bezopasnosti. 2022. № 4. S. 18–21. EDN PIPWZM.
2. Shaurina A.M., Yakovlev V.V. Sozdanie i posledstviya ispol'zovaniya «gryaznoj» bomby kak «Oruzhiya terrora» // Pozharnaya bezopasnost': problemy i perspektivy. 2014. T. 2. № 1 (5). S. 173–177. EDN VMDJSB.
3. Nikolaev G.A., Boyarinova S.P. Predlozheniya po organizacii radiacionnogo obsledovaniya territorii v celyah operativnogo obnaruzheniya «gryaznoj bomby» i ee komponentov // Aktual'nye problemy organizacii povsednevnoj deyatel'nosti v RSCHS i grazhdanskoj oborone: sb. trudov nauch.-prakt. konf. Himki: Akad. grazhdanskoj zashchity MCHS Rossii, 2022. S. 103–106. EDN WAIVLD.
4. Sozdanie geoekologicheskoy karty zagryazneniya okruzhayushchej sredy na baze geoinformacionnyh tekhnologij / D.I. Shabanov [i dr.] // Geologiya, geografiya i global'naya energiya. 2017. № 3 (66). S. 217–223. EDN ZVKXNH.
5. Nikolaev D.V., Vostryh A.V., Procenko T.V. Ocenka specializirovannyh programm rascheta bezopasnosti potencial'no opasnyh ob"ektov // Problemy upravleniya riskami v tekhnosfere. 2020. № 2 (54). S. 11–17. EDN ZKZLZJ.
6. Evdokimov P.V., Dubovik E.V. Spravochnik C#. Kratko, bystro, pod rukoj. SPb.: Nauka i Tekhnika, 2023. 336 s.

7. Endryu Troelsen. Yazyk programmirovaniya S# 2008 i platforma. NET 3.5. Vil'yams, 2010. 1343 с.
8. Adam Frimen. ASP.NET Core 3 s primerami na C# dlya professionalov. Vil'yams, 2021. 1184 s.
9. Sharapov S.V. Azbuchnik radiacionnoj bezopasnosti i zashchity: ucheb. posobie dlya lichnogo sostava pozharno-spasatel'nyh podrazdelenij FPS GPS MCHS Rossii. SPb: S.-Peterb. un-t GPS MCHS Rossii, 2016. 198 s.

Информация о статье:

Поступила в редакцию: 12.06.2023

Принята к публикации: 21.07.2023

The information about article:

Article was received by the editorial office: 12.06.2023

Accepted for publication: 21.07.2023

Информация об авторах:

Воронцова Анна Анатольевна, доцент кафедры прикладной математики и информационных технологий Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), кандидат физико-математических наук, e-mail: annavorontsova@msn.com, SPIN-код: 2771-6119

Логвинов Илья Дмитриевич, обучающийся Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), e-mail: lock5701@gmail.com

Лобова Софья Федоровна, старший научный сотрудник отдела инновационных и информационных технологий в экспертизе пожаров НИИПИиИТвОБЖ Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), e-mail: sophyf@mail.ru, SPIN-код: 5123-5511

Information about the authors:

Vorontsova Anna A., associate professor of the department of applied mathematics and information technologies of the Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia (196105, Saint-Petersburg, Moskovsky ave., 149), candidate of physical and mathematical sciences, e-mail: annavorontsova@msn.com, SPIN: 2771-6119

Logvinov Ilya D., student of the Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia (196105, Saint-Petersburg, Moskovsky ave., 149), e-mail: lock5701@gmail.com

Lobova Sofya F., senior researcher of the department of innovative and information technologies in the examination of fires of the NIIPiITvOBZH of Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia (196105, Saint-Petersburg, Moskovsky ave., 149), e-mail: sophyf@mail.ru, SPIN: 5123-5511

Научная статья

УДК 331.108; DOI: 10.61260/2307-7476-2023-3-50-55

РОЛЬ И МЕСТО СИСТЕМЫ КАДРОВОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ В МЧС РОССИИ

✉ **Величко Татьяна Викторовна.**

Специальное управление ФПС № 36 МЧС России, Алтайский край, г. Яровое, Россия.

Кабанов Андрей Александрович.

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

✉ tanaj29041982@gmail.com

Аннотация. Кадровое обеспечение является важнейшим фактором, оказывающим влияние на повышение эффективности управления системой МЧС России в целом. В статье уточняется понятие кадрового обеспечения, выявляется его сущность, а также приводится характеристика основных составляющих элементов процесса кадрового обеспечения. Кроме того, выявляется роль кадрового обеспечения в МЧС России.

Ключевые слова: кадровое обеспечение, МЧС России, составляющие элементы, найм, отбор и подбор персонала

Для цитирования: Величко Т.В., Кабанов А.А. Роль и место системы кадрового обеспечения в МЧС России // Природные и техногенные риски (физико-математические и прикладные аспекты). 2023. № 3 (47). С. 50–55. DOI: 10.61260/2307-7476-2023-3-50-55.

Scientific article

THE ROLE AND PLACE OF THE PERSONNEL SUPPORT SYSTEM IN EMERCOM OF RUSSIA

✉ **Velichko Tatiana V.**

Special FFS department № 36 of EMERCOM of Russia, Altai krai, Yarovoye, Russia.

Kabanov Andrey A.

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

✉ tanaj29041982@gmail.com

Abstract. Staffing is the most important factor influencing the improvement of the management efficiency of EMERCOM of Russia system as a whole. The article clarifies the concept of staffing, identifies the essence of staffing, and also provides characteristics of the main constituent elements of the staffing process. In addition, the article reveals the role of staffing in EMERCOM of Russia.

Keywords: staffing, EMERCOM of Russia, constituent elements, recruitment, selection and selection of personnel

For citation: Velichko T.V., Kabanov A.A. The role and place of the personnel support system in EMERCOM of Russia // Prirodnye i tekhnogennye riski (fiziko-matematicheskie i prikladnye aspekty) = Natural and man-made risks (physico-mathematical and applied aspects). 2023. № 3 (47). P. 50–55. DOI: 10.61260/2307-7476-2023-3-50-55.

В современных условиях хозяйствования кадровое обеспечение является важнейшим фактором эффективного функционирования современных субъектов хозяйствования и учреждений, в том числе МЧС России. Решение проблемы эффективности деятельности как территориальных, так и функциональных подразделений МЧС России напрямую зависит от квалификации и профессионализма кадрового состава [1]. Эффективное кадровое обеспечение во многом позволяет реализовать ресурсный потенциал системы [2], влияя при этом на состояние и показатели пожарной безопасности государства, обеспечивая повышение

© Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, 2023

качества действий, направленных на спасение людей при пожарах и чрезвычайных ситуациях (ЧС), уменьшение возможного ущерба, профилактической работы [3], качественного решения задач прогнозирования и предотвращения ЧС [4], уменьшение социальных и экономических последствий от них.

Рассматривая понятие кадрового обеспечения, можно сделать вывод о том, что данный процесс можно охарактеризовать как с позиции комплекса действий, направленных на формирование необходимого состава персонала, так и с позиции соответствия количественных и качественных характеристик работников, необходимых для эффективного функционирования организации.

Из представленных определений можно сделать вывод о том, что кадровое обеспечение включает в себя как цепочку «поиск-отбор-подбор кадров» (формирование первичного кадрового состава), так и дальнейшее совершенствование знаний и умений работников (совершенствование кадрового потенциала, развитие необходимых компетенций и характеристик уже сформированного кадрового состава) [5].

Необходимо отметить, что эффективное кадровое обеспечение является важнейшим аспектом эффективного функционирования как коммерческих, так и государственных учреждений [5]. Так, в системе функционирования МЧС России процесс кадрового обеспечения занимает одно из центральных мест ввиду того, что к гражданским служащим предъявляются особые квалификационные требования в соответствии с должностными регламентами, утвержденными на государственном уровне.

Ключевая цель кадрового обеспечения в МЧС России заключается в том, чтобы сформировать необходимый кадровый состав, а также развить кадровый потенциал для обеспечения возможности на высоком профессиональном уровне решать поставленные перед службой задачи (обеспечение жизни и здоровья населения, а также сохранение материальных ценностей). Соблюдение принципа профессионализма, стрессоустойчивости и компетентности является основным аспектом при формировании кадрового потенциала МЧС России. Так, профессионализм обеспечивает высокий уровень стабильности государственной службы в МЧС России, то есть данный принцип обеспечивает качественное выполнение трудовых функций и готовность к реализации сложных служебных заданий. Компетентность выражается в высоком качестве выполнения служебных обязанностей. Механизм кадрового обеспечения МЧС России включает в себя три укрупненные группы технологий (рис. 1).

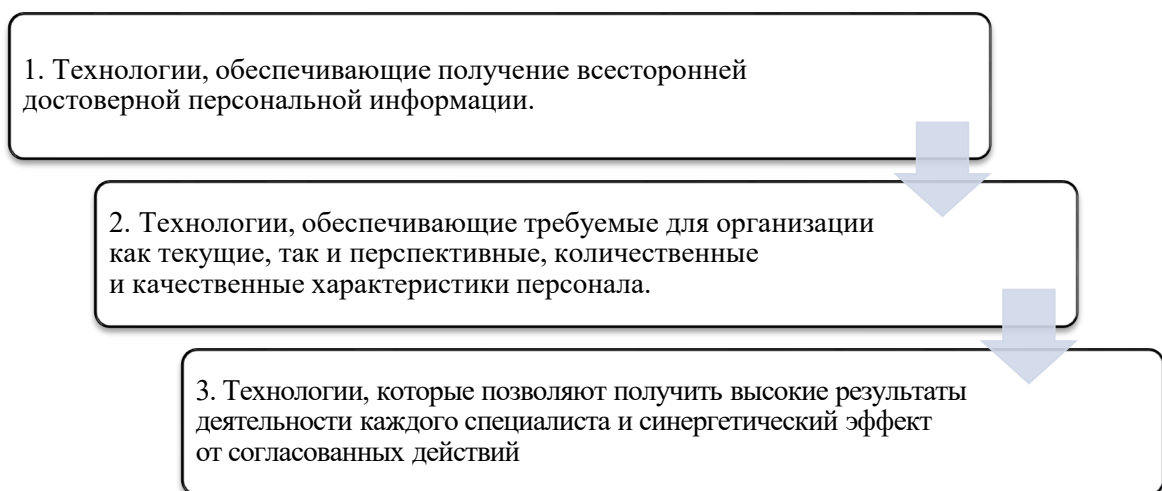


Рис. 1. Группы технологий, при помощи которых реализуется механизм кадрового обеспечения в МЧС России [6]

Отметим, что в процессе кадрового обеспечения МЧС России существуют отличия между следующими его составляющими: отбор кадров непосредственно при поступлении на службу и отбор в период прохождения службы. Так, при отборе на службу осуществляется первичное комплектование кадрами, то есть идентифицируются характеристики претендента с требованиями, выдвигаемыми учреждением (конкретная должность, требования к стажу, профессионализму, предметной области знаний). Соответственно, при отборе персонала на службу (первичный отбор) реализуется задача комплектования кадров в соответствии с общими требованиями к кандидату на данную должность. Данный процесс включает в себя несколько ступеней: проведение предварительного собеседования, заполнение необходимых документов, психологическое тестирование, медкомиссия, социальная проверка, первоначальная подготовка, курсовое обучение [7].

В свою очередь, отбор в процессе прохождения службы осуществляется на основании результатов профессионального развития для изменения служебного статуса. Данный аспект законодательно регламентирован (ст. 43 Федерального закона от 23 мая 2016 г. № 141-ФЗ «О службе в федеральной противопожарной службе Государственной противопожарной службы и внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации»): повышение звания предусмотрено за личные заслуги, за выслугу лет, а также при наличии ученой степени или ученого звания.

Ключевые этапы процесса отбора кадров отображены на рис. 2.

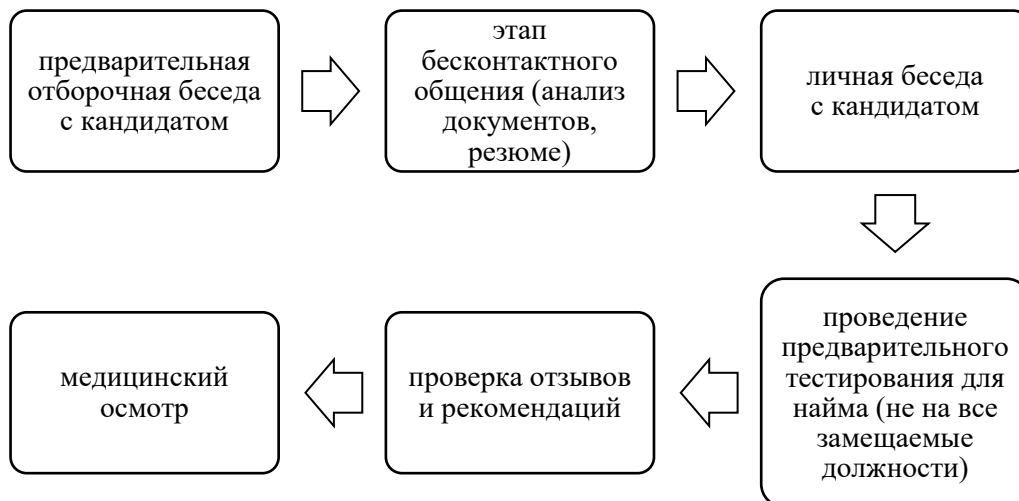


Рис. 2. Ключевые этапы процесса отбора кадров [8]

Рассмотрим наиболее подробно представленные на рис. 2 этапы. Так, первым этапом является предварительная беседа с кандидатом, сущность которой заключается в сборе общих данных о соискателе, а также в формировании общего понимания о предыдущих обязанностях и результатах деятельности соискателя. В большинстве случаев предварительные беседы проводятся специалистом отдела кадров или специалистами отдела по управлению персоналом. Также могут быть определены личностные качества соискателя. Отметим, что предварительная беседа может проводиться как посредством личной встречи с соискателем, так и посредством беседы по телефону. После проведения беседы, с наиболее подходящими кандидатами проводится более подробная личная беседа (если было телефонное собеседование) или сразу тестирование. Между этими этапами осуществляется анализ предоставленных соискателем документов и резюме. В большинстве крупных компаний кандидата также проверяет служба безопасности (на наличие судимости, долгов и т.д.).

На этапе личного собеседования также могут быть приглашены руководители структурных подразделений, в штат которых планируется трудоустройство соискателей. Руководители также могут задавать вопросы, которые помогут отобрать наиболее эффективного кандидата. В этом случае принимается коллективное решение по поводу трудоустройства кандидата [8].

Также могут проводиться тестирования для определения психологического типа соискателя, его особенностей, а также общих квалификационных характеристик. При этом в большинстве случаев результаты тестирования не являются определяющими.

Последним этапом процесса отбора кадров является проверка отзывов и рекомендаций от предыдущих руководителей. При этом отзывы также могут являться субъективными.

Соответственно, грамотный процесс отбора заключается в сопоставлении результатов всех его этапов, так как только профессиональный подход является залогом получения наиболее эффективных и перспективных работников.

В особенности данное суждение относится к интерпретации результатов тестирования (соискатель мог волноваться, а конечные результаты могут быть искажены). Отзывы с предыдущего места работы не всегда отражают действительность – предыдущий руководитель мог иметь личную неприязнь к работнику.

Последним этапом является медицинский осмотр. В случае, когда соискатель успешно проходит все предыдущие ступени отбора, то ему назначается прохождение медицинского осмотра для понимания состояния здоровья кандидата, особенно если работа напряженная или опасная, как в МЧС России. Отметим, что этапы процесса отбора кадров в обязательном порядке коррелируют с принципами данного процесса (рис. 3).

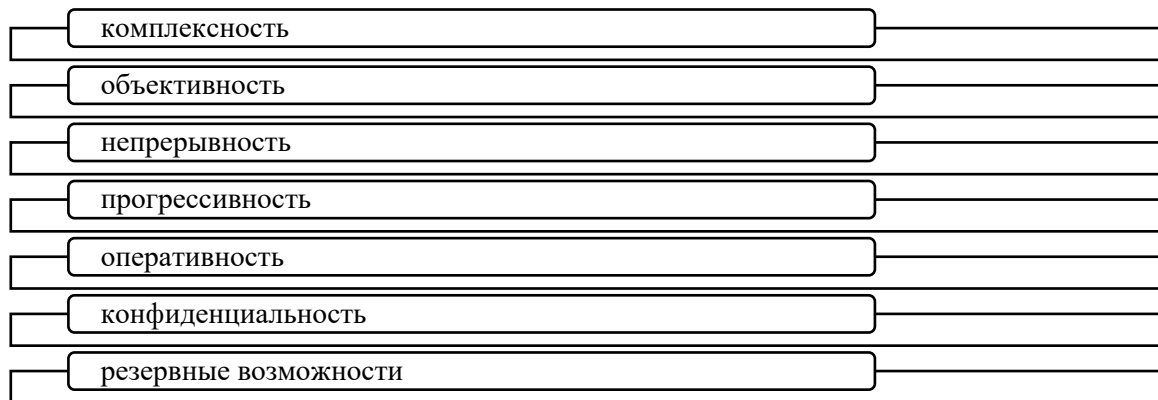


Рис. 3. Принципы отбора кадров в современных условиях

Таким образом, отбор персонала представляет собой процесс выявления наиболее эффективных кандидатов из совокупности отобранных. Данный процесс осуществляется как кадровыми работниками, так и руководителями структурных подразделений (или высшим руководством). Сущность процесса отбора персонала можно представить через совокупность консолидированных функций. Процесс отбора кадров включает в себя шесть этапов, взаимосвязанных между собой, которые коррелируют с принципами отбора.

Основное отличие подбора персонала от отбора предполагает, что в первом случае сравниваются и сопоставляются деловые и личностные качества работника с качествами, требующимися для данного рабочего места (должности), а в последнем – выделяется какой-либо кандидат из общего числа претендентов на данную должность.

Как было отмечено ранее, профессиональная деятельность сотрудников МЧС России представляет специфический вид социальной деятельности по осуществлению совместно с государственными органами, общественными и гражданскими организациями страны системы мероприятий по подготовке к защите и по защите населения, материальных и культурных ценностей общества от опасностей [7].

Приоритетным объектом регулирования развития кадрового потенциала в аспекте кадрового обеспечения МЧС России является профессиональное образование, оно выступает важнейшим фактором успешного решения стоящих перед министерством задач. Основная задача образовательной деятельности – достижение современного качества образования, соответствия актуальным и перспективным потребностям личности, общества и государства в вопросах защиты и спасения людей и территорий. Отметим, что в процессе формирования

кадрового состава МЧС России присутствуют несколько коррелирующих составляющих: оперативная и обучающая. Сущность оперативной составляющей заключается в том, что потребность учреждения в кадрах оперативно закрывается, а обучающей – в корректировке методов и способов управления с учетом влияния факторов внешней и внутренней среды. Наиболее наглядно данный процесс представлен на рис. 4.

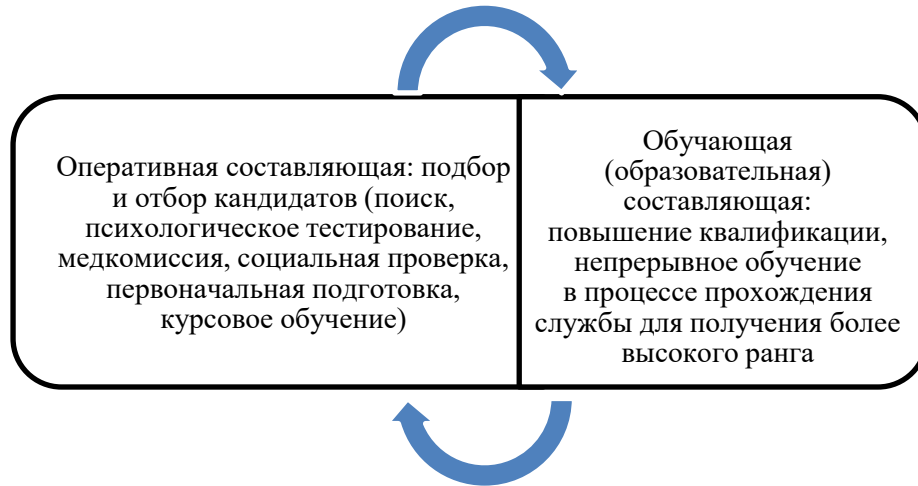


Рис. 4. Взаимосвязь оперативной и обучающей (образовательной) составляющей в аспекте кадрового обеспечения в МЧС России [6]

Таким образом, на основании вышеизложенного можно сделать вывод о том, что кадровое обеспечение является одним из важнейших аспектов эффективного функционирования МЧС России: в процессе кадрового обеспечения происходит как первичное комплектование кадрами (для замещения вакантных должностей), так и вторичное (в процессе прохождения службы для присвоения очередного ранга). Отметим, что работа с кадровым составом, а также непрерывное повышение уровня профессиональной подготовки является одним из основных аспектов повышения эффективности деятельности государственной службы в целом, а также результативности служебной деятельности. Особенностью кадрового обеспечения МЧС России является принятие во внимание особенностей функционирования каждого структурного подразделения, а также федеральной или региональной специфики.

Список источников

1. Уткин О.В., Гвоздик М.И. Адаптивная методика отбора кадров в системе образовательных учреждений МЧС России // Науч.-аналит. журн. «Вестник С.-Петерб. ун-та ГПС МЧС России». 2017. № 1. С. 117–127. EDN YMZHСJ.
2. Матвеев А.В., Максимов А.В. Ресурсный потенциал и его использование в системе Государственной противопожарной службы МЧС России // Науч.-аналит. журн. «Вестник С.-Петерб. ун-та ГПС МЧС России». 2015. № 1. С. 62–68. EDN TUFKOL.
3. Ильин П.И., Файзуллин Р.Ф., Шевель П.П. Кадровые технологии в системе управления кадрового обеспечения МЧС России // Проблемы обеспечения безопасности (Безопасность – 2022): материалы IV Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 90-летию УГАТУ. Уфа: Уфимский гос. авиационный техн. ун-т, 2022. С. 128–131. EDN TYIOML.
4. Матвеев А.В. Подготовка кадров для информационно-аналитической деятельности в сфере прогнозирования чрезвычайных ситуаций // Национальная безопасность и стратегическое планирование. 2015. № 4 (12). С. 109–113. EDN VCHDUV.
5. Вараксина Н.В. Трансформация принципов кадрового обеспечения государственной гражданской службы // Ученые записки Алтайского филиала Российской академии народного хозяйства при Президенте Российской Федерации. 2021. № 19 (19). С. 3–7.
6. Зеленцова С.Ю., Хадасевич Н.Р. Анализ информационно-методического обеспечения оценки эффективности деятельности государственных гражданских служащих в субъектах Российской Федерации // РСЭУ. 2021. № 2 (53). С. 158–163.

7. МЧС России: гражданская служба в МЧС России. URL: <https://mchs.gov.ru/ministerstvo/kadrovoe-obespechenie/grazhdanskaya-sluzhba-v-mchs-rossii> (дата обращения: 30.03.2023).

8. Кольцов Н.Д. Пути совершенствования регламентации в обеспечении кадрового состава государственной гражданской службы в Российской Федерации // Финансовые рынки и банки. 2021. № 9. С. 3–6.

References

1. Utkin O.V., Gvozdik M.I. Adaptivnaya metodika otbora kadrov v sisteme obrazovatel'nyh uchrezhdenij MCHS Rossii // Nauch.-analit. zhurn. «Vestnik S.-Peterb. un-ta GPS MCHS Rossii». 2017. № 1. S. 117–127. EDN YMZHCHJ.

2. Matveev A.V., Maksimov A.V. Resursnyj potencial i ego ispol'zovanie v sisteme Gosudarstvennoj protivopozharnoj sluzhby MCHS Rossii // Nauch.-analit. zhurn. «Vestnik S.-Peterb. un-ta GPS MCHS Rossii». 2015. № 1. S. 62–68. EDN TUFKOL.

3. Il'in P.I., Fajzullin R.F., Shevel' P.P. Kadrovye tekhnologii v sisteme upravleniya kadrovogo obespecheniya MCHS Rossii // Problemy obespecheniya bezopasnosti (Bezopasnost' – 2022): materialy IV Mezhdunar. nauch.-prakt. konf., posvyashch. 90-letiyu UGATU. Ufa: Ufimskij gos. aviacionnyj tekhn. un-t, 2022. S. 128–131. EDN TYIOML.

4. Matveev A.V. Podgotovka kadrov dlya informacionno-analiticheskoy deyatel'nosti v sfere prognozirovaniya chrezvychajnyh situacij // Nacional'naya bezopasnost' i strategicheskoe planirovanie. 2015. № 4 (12). S. 109–113. EDN VCHDUV.

5. Varaksina N.V. Transformaciya principov kadrovogo obespecheniya gosudarstvennoj grazhdanskoj sluzhby // Uchenye zapiski Altajskogo filiala Rossijskoj akademii narodnogo hozyajstva pri Prezidente Rossijskoj Federacii. 2021. № 19 (19). S. 3–7.

6. Zelencova S.Yu., Hadasevich N.R. Analiz informacionno-metodicheskogo obespecheniya ocenki effektivnosti deyatel'nosti gosudarstvennyh grazhdanskih sluzhashchih v sub'ektah Rossijskoj Federacii // RSEU. 2021. № 2 (53). S. 158–163.

7. МЧС России: гражданская служба в МЧС России. URL: <https://mchs.gov.ru/ministerstvo/kadrovoe-obespechenie/grazhdanskaya-sluzhba-v-mchs-rossii> (дата обращения: 30.03.2023).

8. Kol'cov N.D. Puti sovershenstvovaniya reglamentacii v obespechenii kadrovogo sostava gosudarstvennoj grazhdanskoj sluzhby v Rossijskoj Federacii // Finansovye rynki i banki. 2021. № 9. S. 3–6.

Информация о статье:

Поступила в редакцию: 12.05.2023

Принята к публикации: 17.07.2023

The information about article:

Article was received by the editorial office: 12.05.2023

Accepted for publication: 17.07.2023

Информация об авторах:

Величко Татьяна Викторовна, младший инспектор группы кадров Специального управления ФПС № 36 МЧС России (658837, Алтайский край, г. Яровое, Предзаводская пл., 2/151), e-mail: tanaj29041982@gmail.com

Кабанов Андрей Александрович, доцент кафедры прикладной математики и информационных технологий Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), кандидат юридических наук, доцент, e-mail: akabanov@inbox.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4833-2875>, SPIN-код: 8644-8828

Information about the authors:

Velichko Tatiana V., junior inspector of the personnel group of the Special FFS department № 36 of EMERCOM of Russia (658837, Altai krai, Yarovoye, Predzavodskaya pl., 2/151), e-mail: tanaj29041982@gmail.com

Kabanov Andrey A., associate professor of the department of applied mathematics and information technologies of the Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia (196105, Saint-Petersburg, Moskovsky ave., 149), candidate of law, associate professor, e-mail: akabanov@inbox.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4833-2875>, SPIN: 8644-8828

Научная статья

УДК 681.3; DOI: 10.61260/2307-7476-2023-3-56-64

ОСОБЕННОСТИ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ ОТ ВРЕДОНОСНЫХ ПРОГРАММ, ИСПОЛЬЗУЮЩИХ ROOTKIT-ТЕХНОЛОГИИ

✉ **Лабинский Александр Юрьевич.**

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

✉ labynsci@yandex.ru

Аннотация. Рассмотрены особенности защиты информации на персональных компьютерах. Представлены классификационные признаки, и дана классификация вредоносных программ по методике заражения и наносимому ущербу. Приведены основные разновидности вредоносных программ. Рассмотрены шпионское программное обеспечение, троянские программы, сетевые и почтовые черви, программы загрузки спама и программы скрытой загрузки программного обеспечения.

Рассмотрены принципы работы вредоносных программ, использующих технологии RootKit, а также клавиатурные шпионы и технологии слежения за пользователем. Основное внимание уделено технологии RootKit. Рассмотрены разновидности технологий RootKit, работающих в режиме пользователя, в режиме ядра и в режиме как ядра, так и пользователя. Подробно рассмотрены особенности работы технологии RootKit в пользовательском режиме и в режиме ядра операционной системы.

Подробно рассмотрены методы перехвата системных функций динамических библиотек операционной системы Windows. Представлены таблицы системных функций, перехватываемых вредоносными программами.

Ключевые слова: вредоносная программа, классификация вредоносных программ, разновидности вредоносных программ, принципы работы вредоносных программ, технология RootKit, разновидности технологии RootKit, пользовательский режим, режим ядра операционной системы

Для цитирования: Лабинский А.Ю. Особенности защиты информации от вредоносных программ, использующих RootKit-технологии // Природные и техногенные риски (физико-математические и прикладные аспекты). 2023. № 3 (47). С. 56–64. DOI: 10.61260/2307-7476-2023-3-56-64.

Scientific article

THE SPECIAL FEATURE OF INFORMATION PROTECTION FROM MALWARE USING ROOTKIT TECHNOLOGIES

✉ **Labinskiy Alexander Yu.**

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

✉ labynsci@yandex.ru

Abstract. The article considers the features of information protection on personal computers. The classification features are presented and the classification of malicious programs on the methodology of infection and damage is given. The main types of malware are given. Spyware, trojan programs, network and mail worms, spam downloaders and hidden software downloads were considered.

The article considers the principles of malware using RootKit technologies, as well as keyloggers and user tracking technologies.

The focus is on RootKit technology. Varieties of RootKit technologies operating in user mode, in kernel mode and in both kernel and user mode are considered. Features of RootKit technology in user mode and in kernel mode of operating system are considered in detail.

The methods of capturing system functions of dynamic Windows libraries are considered in detail. Tables of system functions intercepted by malware are presented.

Keywords: malware, malware classification, malware varieties, malware operating principles, RootKit technology, RootKit technology varieties, user mode, operating system kernel mode

For citation: Labinskiy A.Yu. The special feature of information protection from malware using RootKit technologies // Prirodnye i tekhnogennye riski (fiziko-matematicheskie i prikladnye aspekty) = Natural and man-made risks (physico-mathematical and applied aspects). 2023. № 3 (47). P. 56–64. DOI: 10.61260/2307-7476-2023-3-56-64.

Введение

Процессы управления различными подразделениями МЧС России и обработки значительных объемов информации подразумевают использование большого количества персональных компьютеров (ПК). В этих условиях особую важность приобретают вопросы защиты информации [1–3]. Вопросам обеспечения защиты информации уделяется большое внимание [4–6].

В настоящее время известно множество методик классификации вредоносных программ [7–9]. В качестве классификационных признаков обычно используются следующие признаки [10–11]:

- методика заражения персонального компьютера;
- ущерб, наносимый в результате деятельности вредоносной программы;
- технические признаки (например, платформа функционирования: Windows, Linux, Mac OS, Java и т.п.).

Исследования в данной статье посвящены выявлению особенностей защиты информации на ПК с точки зрения возможных угроз со стороны вредоносного программного обеспечения (ПО). Для этого необходимо дать классификацию вредоносных программ, рассмотреть основные их разновидности и представить подробное описание технологии работы вредоносных программ, включая Rootkit-технологии, работающие в двух режимах работы операционной системы (ОС): в режиме пользователя (UserMode) и в режиме ядра (KernerMode). Тема статьи актуальна, так как важность решения вопросов защиты информации в настоящее время не вызывает сомнений.

Новизна исследования заключается в подробном рассмотрении принципов работы Rootkit-технологии в режиме пользователя и в режиме ядра, включая методики и схемы перехвата системных функций в динамических библиотеках операционной системы и таблицы системных функций, перехватываемых UserMode-руткитами и KernerMode-руткитами.

Классификация вредоносных программ

По методике заражения можно выделить следующие категории:

Компьютерные вирусы – вредоносные программы, обладающие способностью заражения других программ (заражение – внедрение машинного кода вируса в тело программы и модификация программы так, что машинный код вируса получает управление в момент запуска программы или в процессе ее работы). Лечение компьютера сводится к удалению кода вируса из тела программы и восстановление её работоспособности.

Сетевые и почтовые черви – вредоносные программы, заражающие другие приложения и имеющие механизм рассылки своих копий на другие компьютеры. Лечение компьютера сводится к поиску компонентов червя на жестком диске и их удалению.

Троянские программы не могут заражать другие программы и рассылать свои копии, но могут передавать конфиденциальные данные злоумышленнику, уничтожать информацию и нарушать работу других программ. Лечение компьютера сводится к удалению файлов троянской программы.

Шпионские программы и программы рассылки спама (AdWare и SpyWare программы) аналогичны троянским программам, но не наносят видимого вреда. Такие программы могут следить за работой пользователя и передавать конфиденциальные данные на другой компьютер. Наличие таких программ замедляет работу компьютера, происходит чрезмерный расход интернет-трафика. Лечение компьютера сводится к удалению файлов этих программ.

Следует отметить, что массу вредоносных программ можно отнести сразу к нескольким категориям одновременно.

По наносимому ущербу можно выделить следующие категории:

Безопасные – не причиняют видимого ущерба ОС и данным пользователя (некоторые шпионские программы и программы рассылки спама).

Программы, уничтожающие и повреждающие данные, – компьютерные вирусы и троянские программы.

Программы, собирающие и передающие третьим лицам конфиденциальную информацию, – обычно это троянские программы, собирающие пароли пользователя.

Программы, организующие брешь в безопасности компьютера, – хакерские и троянские программы, выполняющие создание посторонних учетных записей, что позволяет злоумышленнику получить доступ к компьютеру пользователя.

Программы, нейтрализующие или повреждающие программное обеспечение, предназначенное для защиты компьютера.

Многие из вредоносных программ можно отнести к нескольким категориям одновременно.

Основные разновидности вредоносных программ

Шпионские (SpyWare) программы – ПО, собирающее и передающее кому-либо информацию о пользователе, включая персональные данные, конфигурацию компьютера и операционной системы, статистику работы в сети Интернет.

Шпионское ПО может попасть на ПК пользователя двумя основными путями:

- в ходе посещения сайтов сети Интернет;
- в результате установки бесплатных (условно-бесплатных) программ.

Шпионские программы обычно выполняют следующие действия:

- программа скрытно устанавливается на ПК пользователя;
- программа скрытно загружается в память в процессе загрузки ПК и использует технологии, затрудняющие ее удаление;
- программа выполняет некоторые операции без ведома пользователя, например, принимает или передает информацию с помощью сети Интернет;
- программа загружает и устанавливает свои обновления, дополнения, модули расширения и иное ПО без ведома пользователя;
- программа модифицирует системные настройки;
- программа модифицирует информацию, например, расширения для программы Outlook Express, которые при отправке письма приписывают к нему свою информацию.

Троянские программы типа Trojan и Hijacker – собирают и передают злоумышленнику конфиденциальную информацию о пользователе, перенастраивают параметры браузера, электронной почты или других приложений без разрешения пользователя.

Программы и модули загрузки спама (AdWare) – загрузка на ПК пользователя информации рекламного характера. Существуют две категории таких программ:

- программы, распространяемые по лицензии (воспроизведение рекламы является неявной оплатой за использование программы);
- программы, маскирующие свое присутствие и затрудняющие свое удаление.

Программы скрытной несанкционированной загрузки ПО (Trojan-Downloader) – загрузка ПО с хакерских сайтов сети Интернет. Применяется в основном для загрузки вирусов, троянских и шпионских программ. Все программы данной категории можно условно разделить на два типа:

- универсальные загрузчики, способные загружать любое ПО с любого сервера;
- специализированные загрузчики, загружающие строго определенные троянские и шпионские программы.

Принципы работы вредоносных программ

В настоящее время существует три наиболее распространенных технологии работы вредоносных программ:

- технология RootKit, используемая для защиты вредоносных программ от обнаружения и удаления, а также для шпионажа за пользователем;
- клавиатурные шпионы и сопутствующие им технологии скрытого слежения за пользователем;
- прочие технологии, включая методики защиты программ от удаления, программы Trojan-Downloader и Trojan-Dropper, методики обхода Firewall и слежения за сетевой активностью.

Термин RootKit пришел из ОС Unix, где root – пользователь с наивысшими полномочиями, kit – набор инструментов, rtkit – набор программ для контроля над компьютером. RootKit – это не шпион и не вирус, он не размножается. Главным компонентом rtkit являются программы, скрывающие присутствие на компьютере постороннего кода. В ОС Windows под Rootkit подразумевают программу, которая внедряется в ОС и перехватывает системные функции или производит замену системных библиотек. Перехват и модификация API-функций (API – Application Programm Interface – интерфейс прикладных программ) позволяет решить несколько задач:

- маскировка присутствия руткита в ОС путем маскировки запущенных процессов, открытых портов, ключей реестра и файлов на диске;
- защита от обнаружения и удаления антивирусными программами, предназначенными для исследования ОС, путем блокировки модификации ключей реестра, защита файлов от открытия на чтение и удаление;
- слежение за действиями пользователя.

Условно Rootkit-технологии можно разделить на три разновидности:

- работающие в режиме пользователя (UserMode) и основанные на перехвате функций библиотек пользовательского режима работы ОС;
- работающие в режиме ядра (KernerMode) и основанные на перехвате функций ядра ОС или установке драйвера-фильтра;
- работающие как в режиме пользователя, так и в режиме ядра.

Пример работы Rootkit-технологии, работающей как в режиме пользователя (UserMode), так и в режиме ядра (KernerMode), – перехватчик функций библиотек, работающий в режиме ядра (KernerMode), который реагирует на запуск процесса или загрузку библиотеки и производит её модификацию или установку в режиме пользователя (UserMode).

Сама технология вмешательства в работу функций библиотек может применяться для решения полезных задач, например, для мониторинга операционной системы, решения задач отладки программ и профилирования, обеспечения безопасности и ряда других задач.

Рассмотрим принципы работы UserMode Rootkit (пользовательский режим). Функции ОС Windows размещены в системных библиотеках, находящихся в файлах динамических библиотек Kernel32.dll и Ntdll.dll.

Схема вызова функции динамической библиотеки представлена на рис. 1.

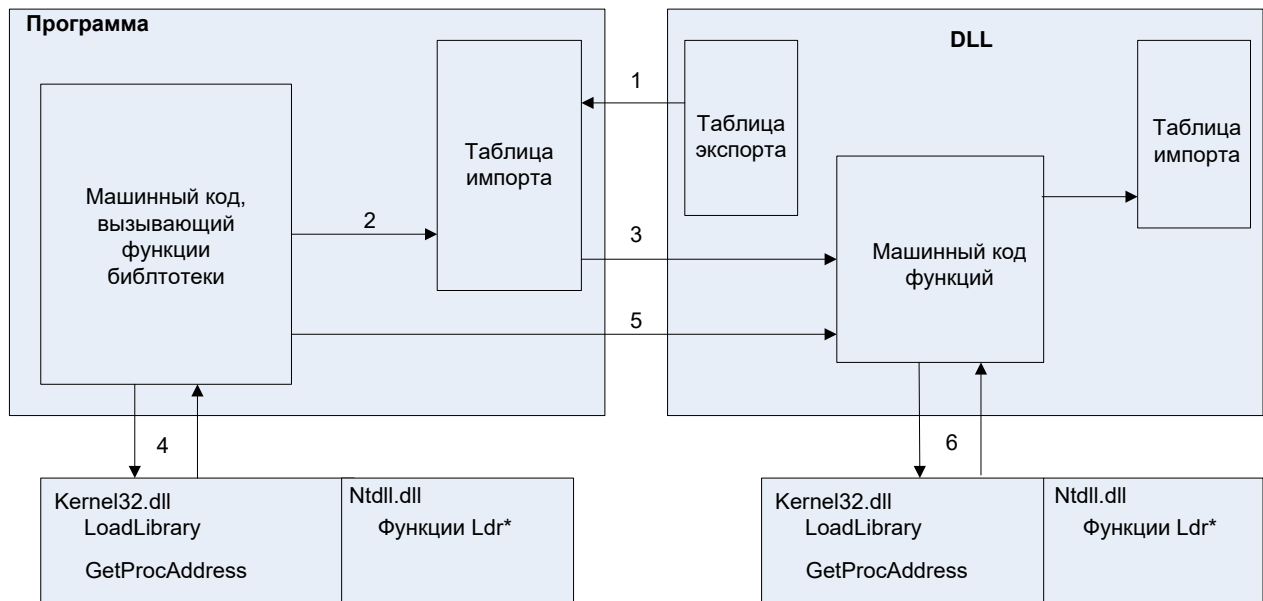


Рис.1. Схема вызова функции динамической библиотеки

Сначала вызывающая программа заполняет таблицу импорта. Затем определяются адреса нужных функций в библиотеке *.DLL. Далее производится вызов нужной функции из библиотеки.

Существует два способа вызова системных функций:

- раннее связывание (статически импортируемые функции), вызов до начала работы программы;
- позднее связывание (динамически импортируемые функции), вызов во время работы программы.

Рассмотрим принципы работы KernelMode Rootkit (режим ядра ОС). В этом режиме вредоносная программа может получить контроль над всей ОС компьютера, вызов системных функций производится следующими способами:

- с помощью редактирования адресов функций в таблице KiSST (Kernel interface Service System Table);
- с помощью модификации машинного кода ядра ОС;
- путем установки в ОС драйвера-фильтра, подменяющего адреса функций;
- путем создания собственной таблицы KiSST.

Существует несколько методик перехвата системных функций:

- перехват модификацией машинного кода программы, вызывающего функцию (схема перехвата модификацией кода представлена на рис. 2);
- перехват подменой адресов функций (схема перехвата подменой адреса функции представлена на рис. 3).

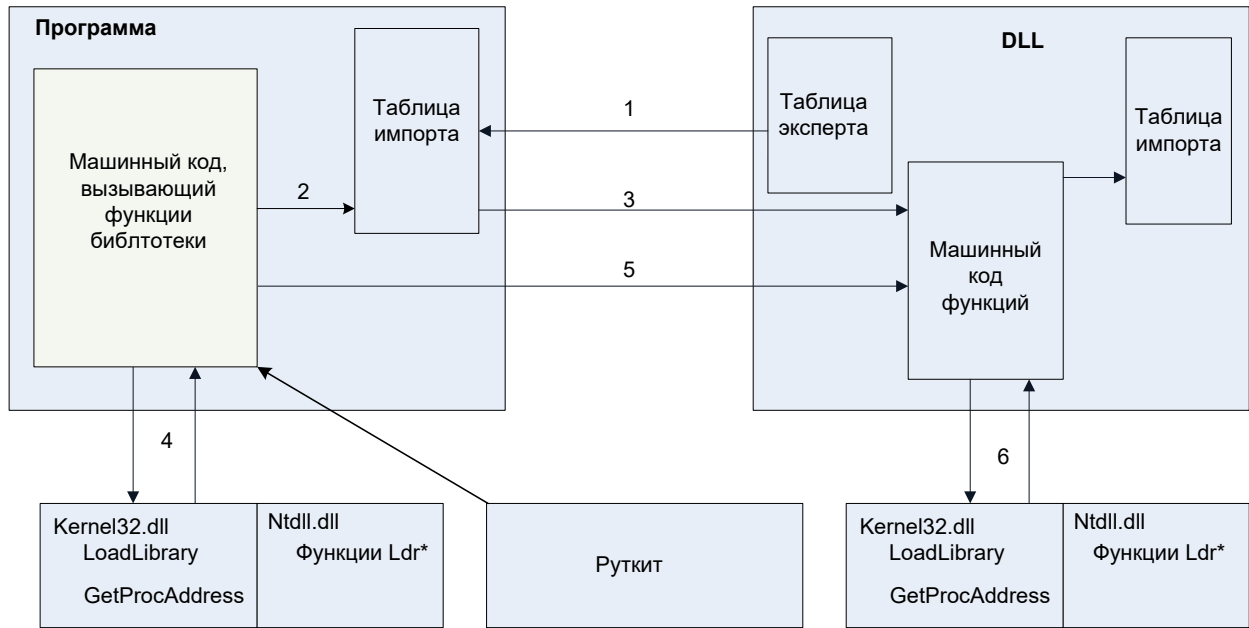


Рис. 2. Схема перехвата модификацией машинного кода программы

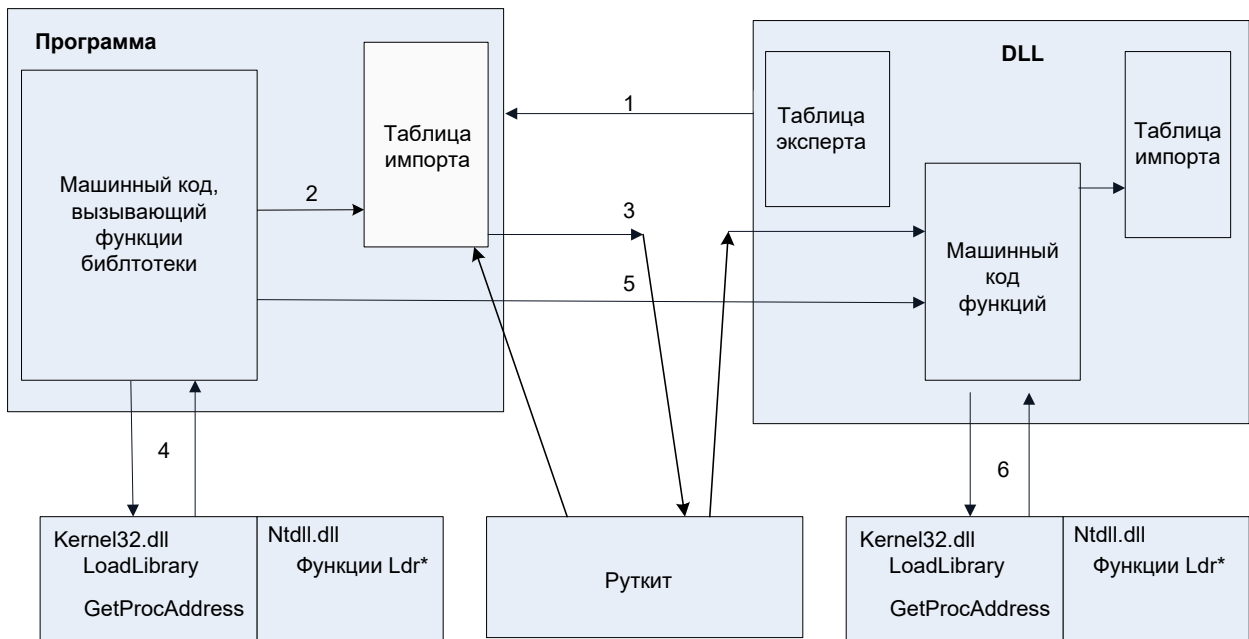


Рис. 3. Схема перехвата подмены адреса функции

Чаще всего UserMode-руткитами перехватываются системные функции, представленные в табл. 1.

Таблица 1

Функция	Библиотека	Назначение
LoadLibrary	Kernel32.dll	Отслеживание загрузки библиотек
GetProcAddress	Kernel32.dll	Подмена адресов функции
NtEnumerateKey NtEnumerateValueKey	Ntdll.dll	Маскировка ключей и значений реестра
RegEnumKey RegEnumKeyEx	Advapi32.dll	Маскировка ключей и значений реестра

Функция	Библиотека	Назначение
NtOpenProcess NtOpenThread	Ntdll.dll	Защита процессов и потоков от анализа и остановки
Process32Next	Kernel32.dll	Маскировка процессов
NtQueryDirectoryFile NtQueryVolumeInformationFile NtOpenFile; NtCreateFile	Ntdll.dll	Маскировка файлов и каталогов. Блокировка доступа к файлам
FindNextFile	Kernel32.dll	Маскировка файлов и каталогов
NtQuerySystemInformation RtlGetNativeSystemInformation	Ntdll.dll	Искажение системной информации
EnumServiceGroupW EnumServiceStatusA EnumServiceStatusEx	Advapi32.dll	Маскировка служб, блокировка их запуска и остановки
NtReadVirtualMemory NtWriteVirtualMemory	Ntdll.dll	Перехват операции чтения памяти процесса
HttpSendRequest InternetConnect	Wininet.dll	Шпионаж за обменом с сетью Интернет

В режиме KernelMode вредоносная программа может осуществлять мониторинг загрузки исполняемых файлов и производить маскировку файлов и папок файловой системы. Чаще всего KernelMode-руткитами перехватываются системные функции, представленные в табл. 2.

Таблица 2

ZwCreateKey ZwOpenKey	Операции с реестром: блокировка создания и открытия ключей
ZwSetValueKey ZwDeleteValueKey	Операции с реестром: блокировка модификации и удаления параметров реестра
ZwEnumerateKey ZwEnumerateValueKey	Операции с реестром: маскировка ключей и параметров реестра
ZwCreateFile; ZwOpenFile ZwCreateDirectoryObject ZwOpenDirectoryObject	Блокировка доступа к файлам и каталогам по заданным условиям
ZwOpenProcess	Блокировка открытия заданных процессов
ZwQuerySystemInformation	Искажение системной информации
ZwQueryInformationFile ZwQueryDirectoryFile ZwQueryDirectoryObject	Маскировка файлов, искажение информации о файлах и каталогах

Вмешательство в работу компьютера может осуществляться без перехвата системных функций с использованием технологии DKOM (Direct Kernel Object Manipulation) – путем маскировки процессов и драйверов, а также с помощью изменения уровней привилегий процессов. Такое вмешательство, в отличие от перехвата функций, сложнее обнаружить.

Выводы

Применяемые разработчиками вредоносных программ технологии постоянно развиваются и прогрессируют [12]. Поэтому при «лечении» компьютера следует использовать специальные программы-антивирусы и пользоваться специализированными Интернет-ресурсами (virusinfo.com, viruslist.ru, virustotal.com, virusscan.org и т.д.).

Опытным пользователям рекомендуется периодически пользоваться утилитами мониторинга ОС, выполняющими следующие функции:

- мониторинг операций с файлами (например, утилита FileMon);

- мониторинг операций с реестром (например, утилита RegMon);
- мониторинг сетевой активности (например, утилита TDI Mon);
- мониторинг запуска процессов (например, утилита Process Explorer);
- мониторинг программ и библиотек, зарегистрированных в автозапуске при загрузке ОС (например, утилита AutoRuns).

При этом нужно учитывать, что вредоносные программы могут обнаруживать присутствие на компьютере утилит мониторинга ОС.

Список источников

1. Безопасность информационных систем и защита информации в МЧС России: учеб. пособие / Ю.И. Синещук [и др.]; под ред. В.С. Артамонова. СПб.: С-Петербург. ун-т ГПС МЧС России, 2012.
2. Пальцев Д.А. Обнаружение и защита от вредоносного ПО. СПб.: БХВ-Петербург, 2016.
3. Буйневич М.В., Матвеев А.В., Смирнов А.С. Актуальные проблемы подготовки специалистов в области информационной безопасности МЧС России и конструктивные подходы к их решению // Науч.-аналит. журн. «Вестник С.-Петерб. ун-та ГПС МЧС России». 2022. № 3. С. 1–17. EDN OGPXZX.
4. Фленов М. Компьютер глазами хакера. СПб.: БХВ-Петербург, 2010.
5. Лабинский А.Ю., Ильин А.В. Фракталы и защита информации // Природные и техногенные риски (физико-математические и прикладные аспекты). 2016. № 1 (17). С. 82–86. EDN WKBIDP.
6. Лабинский А.Ю. Распознавание компьютерных вредоносных программ с использованием нейронных сетей // Природные и техногенные риски (физико-математические и прикладные аспекты). 2017. № 3 (23). С. 10–15. EDN ZUFYPF.
7. Лабинский А.Ю., Толстов А.П. Нейронные сети и защита информации // Проблемы управления рисками в техносфере. 2019. № 1 (49). С. 68–73. EDN EKGDPM.
8. Лабинский А.Ю. Организация защиты информации в операционной системе Linux // Природные и техногенные риски (физико-математические и прикладные аспекты). 2021. № 1 (37). С. 4–8. EDN UVURYZ.
9. Andress J. The Basics of Information Security. Syngpress, 2014.
10. Stewart J.M. Certified Information Systems Security Study Guide. Canada: John Wiley & Sons Inc., 2015.
11. Ramzan Z. Handbook of Information Security. Springer Science, 2017.
12. Метельков А.Н. О криптографических мерах защиты информации при внедрении информационных технологий в решение задач управления в социальных и экономических системах // Национальная безопасность и стратегическое планирование. 2020. № 4 (32). С. 68–78. DOI: 10.37468/2307-1400-2021-2020-4-68-78. EDN XZNNXX.

References

1. Bezopasnost' informacionnyh sistem i zashchita informacii v MCHS Rossii: ucheb. posobie / Yu.I. Sineshchuk [i dr.]; pod red. V.S. Artamonova. SPb.: S-Peterb. un-t GPS MCHS Rossii, 2012.
2. Pal'cev D.A. Obnaruzhenie i zashchita ot vredenostnogo PO. SPb.: BHV-Peterburg, 2016.
3. Bujnevich M.V., Matveev A.V., Smirnov A.S. Aktual'nye problemy podgotovki specialistov v oblasti informacionnoj bezopasnosti MCHS Rossii i konstruktivnye podhody k ih resheniyu // Nauch.-analit. zhurn. «Vestnik S.-Peterb. un-ta GPS MCHS Rossii». 2022. № 3. S. 1–17. EDN OGPXZX.
4. Flenov M. Komp'yuter glazami hakera. SPb.: BHV-Peterburg, 2010.
5. Labinskij A.Yu., Il'in A.V. Fraktaly i zashchita informacii // Prirodnye i tekhnogennye riski (fiziko-matematicheskie i prikladnye aspekty). 2016. № 1 (17). S. 82–86. EDN WKBIDP.

6. Labinskij A.Yu. Raspoznavanie komp'yuternyh vredonosnyh programm s ispol'zovaniem nejronnyh setej // Prirodnye i tekhnogennye riski (fiziko-matematicheskie i prikladnye aspekty). 2017. № 3 (23). S. 10–15. EDN ZUFYPF.

7. Labinskij A.Yu., Tolstov A.P. Nejrionnye seti i zashchita informacii // Problemy upravleniya riskami v tekhnosfere. 2019. № 1 (49). S. 68–73. EDN EKGDPM.

8. Labinskij A.Yu. Organizaciya zashchity informacii v operacionnoj sisteme Linux // Prirodnye i tekhnogennye riski (fiziko-matematicheskie i prikladnye aspekty). 2021. № 1 (37). S. 4–8. EDN UVURYZ.

9. Andress J. The Basics of Information Security. Syngpress, 2014.

10. Stewart J.M. Certified Information Systems Security Study Guide. Canada: John Wiley & Sons Inc., 2015.

11. Ramzan Z. Handbook of Information Security. Springer Science, 2017.

12. Metel'kov A.N. O kriptograficheskikh merah zashchity informacii pri vnedrenii informacionnyh tekhnologij v reshenie zadach upravleniya v social'nyh i ekonomicheskikh sistemah // Nacional'naya bezopasnost' i strategicheskoe planirovanie. 2020. № 4 (32). S. 68–78. DOI: 10.37468/2307-1400-2021-2020-4-68-78. EDN XZNNXX.

Информация о статье:

Поступила в редакцию: 04.08.2023

Принята к публикации: 22.09.2023

The information about article:

Article was received by the editorial office: 04.08.2023

Accepted for publication: 22.09.2023

Информация об авторах:

Лабинский Александр Юрьевич, доцент кафедры прикладной математики и информационных технологий Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), кандидат технических наук, доцент, e-mail: labynsciy@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-2735-4189>, SPIN-код: 8338-4230

Information about the authors:

Labinsky Alexander Yu., associate professor of the department of applied mathematics and information technologies of Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia (196105, Saint-Petersburg, Moskovsky ave., 149), candidate of technical sciences, associate professor, e-mail: labynsciy@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-2735-4189>, SPIN: 8338-4230

АВТОРАМ ЖУРНАЛА «ПРИРОДНЫЕ И ТЕХНОГЕННЫЕ РИСКИ (ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ И ПРИКЛАДНЫЕ АСПЕКТЫ)»

К публикации принимаются оригинальные исследовательские и обзорные аналитические статьи, отвечающие профилю журнала, представляющие результаты завершеного научного исследования, выполненного на актуальную тему, обладающие научной новизной, имеющие практическое значение и теоретическое обоснование, оформленные в соответствии с требованиями.

Статья не должна быть ранее опубликованной и не поданной для рассмотрения в другие журналы. Все статьи проходят проверку в системе «Антиплагиат».

Статьи **обучающихся магистратуры, курсантов и студентов** принимаются **только в соавторстве с научным руководителем.**

1. Материалы для публикации представляются в редакцию журнала лично. Материал должен сопровождаться:

а) для **сотрудников** СПб университета ГПС МЧС России – *заключением* об отсутствии материалов, запрещенных к публикации в открытой печати, *рецензией от члена редакционного совета* (коллегии). По желанию прилагается вторая рецензия от специалиста соответствующего профиля, имеющего ученую степень;

б) для авторов **сторонних** организаций – *заключением* об отсутствии материалов, запрещенных к публикации в открытой печати, *рецензией* от специалиста по соответствующему статье профилю, имеющего ученую степень;

в) статья аспиранта (адъюнкта) или соискателя *отзывом научного руководителя.*

г) *электронной версией* статьи, представленной в формате редактора Microsoft Word (версия не ниже 2003). Название файла должно быть следующим:

Автор1, Автор2 – Первые три слова названия статьи.doc, например: **Иванов – Анализ существующей практики.doc;**

в) *плата* с адъюнктов и аспирантов за публикацию рукописей не взимается.

Издание осуществляет рецензирование всех поступающих в редакцию материалов с целью их экспертной оценки. Статьи рецензируются в обязательном порядке членами редакционной коллегии журнала. Основная цель рецензирования – предоставить редакции аргументированную информацию для принятия решения об опубликовании материала.

2. Статьи, включая рисунки и подписи к ним, список литературы, должны иметь **объем от 8 до 15** страниц. По согласованию с руководством журнала статьи могут быть приняты и большего объема.

3. Оригинальность статей должна быть **не менее 70 %.**

4. Текст статьи должен быть обязательно структурирован по разделам:

Введение

В разделе «Введение» проводится анализ состояния исследуемой проблемы по публикациям отечественных и зарубежных источников, на основании которого обосновывается актуальность исследования, формулируются цель и задачи исследования.

Методы исследования

В разделе описываются применяемые в работе методы исследования, приводятся сведения об объектах исследования, измерительном оборудовании, описываются условия экспериментов и т.д. Возможно указание ссылок на работы с более подробным изложением методов, однако приводимого описания должно быть достаточно для понимания хода исследования.

При использовании стандартных (или известных) методов и процедур лучше сделать ссылки на соответствующие источники, не забывая описать модификации стандартных методов, если таковые имелись. Если же используется собственный новый метод, описание которого нигде ранее не было опубликовано, важно привести все необходимые детали. Если ранее описание метода было опубликовано в известном журнале, можно ограничиться ссылкой.

Допускается и иное название раздела, обусловленное спецификой исследования и подготовленной на его основе статьи, например «Материалы и методы исследования», «Модели и методы исследования», «Теоретические основы и методы расчета».

Результаты исследования и их обсуждение

В разделе в логической последовательности излагаются результаты исследования, которые подтверждаются таблицами, графиками, рисунками. Здесь же проводится анализ и интерпретация полученных результатов, описываются выявленные закономерности, подтверждается достоверность результатов, проводится сопоставление собственных результатов с данными других исследователей.

Заключение

В разделе излагаются основные выводы, подводится итог проделанной работы, обосновывается научная новизна полученных результатов, приводятся научно обоснованные рекомендации по их использованию, определяются основные направления дальнейших исследований в данной области.

Заключение содержит главные идеи основного текста статьи, но не должно повторять формулировок, приведенных в предыдущих разделах.

Список литературы должен содержать **не менее 10 источников** (из которых **не менее 30 % зарубежных**).

Для **ОБЗОРНЫХ** аналитических статей допускается иная структура статьи:

1. Введение.
2. Аналитическая часть.
3. Заключение.

В разделе «Аналитическая часть» должен быть представлен критический анализ и критическое обобщение актуальной исследовательской проблемы по отечественным и зарубежным научным источникам (**не менее 25 источников**, из которых **не менее 50 % зарубежных**) с оценкой их научной новизны и оригинальности. Результаты критического анализа и обобщения рекомендуется подтверждать сравнительными таблицами, графиками, рисунками. В статье также должны быть отражены дискуссионные (проблематичные) вопросы.

Допускается разбиение разделов «Методы исследования», «Результаты исследования и их обсуждение», «Аналитическая часть» на несколько логически связанных подразделов.

5. Оформление текста:

- а) текст материала для публикации должен быть тщательно отредактирован автором;
- б) текст на одной стороне листа формата А4 набирается на компьютере (шрифт Times New Roman 14, **интервал 1,5**, без переносов, в одну колонку, **все поля по 2 см**, нумерация страниц внизу посередине);
- в) на первой странице авторского материала должны быть напечатаны: тип статьи (научная, обзорная, редакционная, дискуссионная, рецензия и т.п.), УДК (универсальная десятичная классификация), **на русском и английском языках** название (прописными буквами, полужирным шрифтом, без подчеркивания); ФИО авторов полностью (**не более трех**); место работы (название учреждения), электронный адрес авторов (без слова e-mail), аннотация, ключевые слова.

Требования к аннотации. Аннотация должна быть краткой, информативной, содержать цель работы, методы исследования, основные положения и результаты исследования (излагаются основные результаты теоретических и/или экспериментальных исследований, фактические данные, обнаруженные взаимосвязи и закономерности), выводы с обоснованием научной новизны результатов. Аннотация может включать и другую информацию, уместную с точки зрения авторов, например, рекомендации по применению полученных результатов. Примерный объем аннотации **100–250 слов**.

6. Оформление формул в тексте:

- а) формулы должны быть набраны на компьютере в редакторе формул Microsoft Word (Equation), размер шрифта эквивалентен 14 (Times New Roman);
- б) в формулах рекомендуется использовать буквы латинского и греческого алфавитов (курсивом);
- в) формулы печатаются по центру, номер – у правого поля страницы (нумеровать следует только формулы, упоминаемые в тексте).

7. Оформление рисунков и таблиц:

а) рисунки необходимо выделять отдельным блоком для удобства переноса в тексте или вставлять из файла, выполненного в любом из общепринятых графических редакторов, под рисунком ставится: Рис. 2. и далее следуют пояснения;

б) если в тексте не одна таблица, то их следует пронумеровать (сначала пишется: Таблица 2 (выравнивание по правому краю листа), ниже, отступив одну строку, – название таблицы (полуужирно, выравнивание по центру листа), и далее, отступив одну строку, следует разместить саму таблицу);

в) если в тексте одна таблица или один рисунок, то их нумеровать не следует;

г) таблицы должны иметь «вертикальное» построение;

д) в тексте ссылки на таблицы и рисунки делаются следующим образом: рис. 2, табл. 4, если всего один рисунок или одна таблица, то слово пишется целиком: таблица, рисунок.

8. Оформление библиографии (списка источников):

Список литературы должен содержать **не менее 10 источников**, для *обзорных* аналитических статей **не менее 25 источников**.

При этом количество ссылок на статьи из иностранных научных журналов и другие иностранные источники должно быть не менее 30 % от общего количества ссылок, для обзорных аналитических статей не менее 50 % .

В списке литературы должно быть не более 30 % источников, автором либо соавтором которых является автор статьи.

Правила оформления списка литературы:

а) в тексте ссылки на цитируемую литературу обозначаются порядковой цифрой в квадратных скобках;

б) список должен содержать цитируемую литературу, пронумерованную в порядке ее упоминания в тексте.

Пристатейные библиографические списки должны соответствовать ГОСТ Р 7.0.5–2008.

Примеры оформления списка источников:

Список источников

1. Адорно Т.В. К логике социальных наук // Вопросы философии. 1992. № 10. С. 76–86.

2. Информационные аналитические признаки диагностики нефтепродуктов на местах чрезвычайных ситуаций / М.А. Галишев [и др.] // Жизнь и безопасность. 2004. № 3–4. С. 134–137.

3. Щетинский Е.А. Тушение лесных пожаров: пособ. для лесных пожарных. 5-е изд., перераб. и доп. М.: ВНИИЛМ, 2002.

4. Грэждяну П.М., Авербух И.Ш. Вариант вероятностного метода оценки оползнеопасности территории // Современные методы прогноза оползневого процесса: сб. науч. тр. М.: Наука, 1981. С. 61–63.

5. Минаев В.А., Фаддеев А.О. Безопасность и отдых: системный взгляд на проблему рисков // Туризм и рекреация: тр. II Междунар. конф. / МГУ им. М.В. Ломоносова. М., 2007. С. 329–334.

6. Белоус Н.А. Прагматическая реализация коммуникативных стратегий в конфликтном дискурсе // Мир лингвистики и коммуникации: электрон. науч. журн. 2006. № 4. URL: http://www.tverlingua.by.ru/archive/005/5_3_1.htm (дата обращения: 15.12.2007).

7. Об аварийно-спасательных службах и статусе спасателей: Федер. закон Рос. Федерации от 22 авг. 1995 г. № 151-ФЗ // Собр. законодательства Рос. Федерации. 1995. № 35. Ст. 3 503.

9. Оформление раздела «Информация об авторах»

Сведения об авторах прилагаются в конце статьи и включают: Ф.И.О. (полностью), должность, место работы с указанием адреса и его почтового индекса; номер телефона; ученую степень, ученое звание, почетное звание; адрес электронной почты; ORCID для каждого автора (<https://orcid.org/>); SPIN-код для каждого автора (elibrary.ru).

Статья должна быть подписана авторами и указаны контактные телефоны.

Вниманию авторов: материалы, оформленные без соблюдения настоящих требований, будут возвращаться на доработку.

Редакция оставляет за собой право направлять статьи на дополнительное анонимное рецензирование.

ОБРАЗЕЦ ОФОРМЛЕНИЯ СТАТЬИ

Научная статья

УДК 614.8

МЕТОД ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОГНЕЗАЩИТЫ СТАЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ НА ОБЪЕКТАХ НЕФТЕГАЗОВОГО КОМПЛЕКСА В УСЛОВИЯХ ОТКРЫТОГО ПОЖАРА

✉ **Иванов Сергей Петрович.**

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

✉ *spi78@mail.ru*

Аннотация. 100–250 слов

Ключевые слова: 3–10 слов

Для цитирования: Иванов С.П. Метод оценки эффективности огнезащиты стальных конструкций на объектах нефтегазового комплекса в условиях открытого пожара // Природные и техногенные риски (физико-математические и прикладные аспекты). 2022. № 2 (42). С. 1–2. (ОФОРМЛЯЕТСЯ РЕДАКЦИЕЙ)

METHOD FOR ESTIMATION OF THE EFFICIENCY OF FIRE PROTECTION OF STEEL STRUCTURES ON OBJECTS OF OIL AND GAS COMPLEX IN CONDITIONS OF OPEN FIRE

✉ **Ivanov Sergey P.**

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

✉ *spi78@mail.ru*

Abstract.

Keywords:

For citation: Ivanov S.P. Method for estimation of the efficiency of fire protection of steel structures on objects of oil and gas complex in conditions of open fire // Prirodnye i tekhnogennye riski (fiziko-matematicheskie i prikladnye aspekty) = Natural and man-made risks (physico-mathematical and applied aspects). 2022. № 2 (42). P. 1–2.

Введение

Текст, текст, текст

Методы исследования

Текст, текст, текст

Результаты исследования и их обсуждение

Текст, текст, текст

Заключение

Текст, текст, текст

Список источников (не менее 10 источников)

References

Информация о статье:

Статья поступила в редакцию: 10.01.2022

Принята к публикации: 11.02.2022

The information about article:

The article was submitted to the editorial office: 10.01.2022

Accepted for publication: 11.02.2022

Информация об авторах:

Иванов Сергей Петрович, заместитель начальника научно-исследовательского института Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), кандидат технических наук, e-mail: spi78@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4651-8513>, SPIN-код: 0123-3210

Information about the authors:

Ivanov Sergey P., deputy head of the research institute of the Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia (196105, Saint-Petersburg, Moskovsky ave., 149), candidate of technical sciences, e-mail: spi78@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4651-8513>, SPIN-код: 0123-3210



**МЧС РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ПРОТИВОПОЖАРНОЙ СЛУЖБЫ
МИНИСТЕРСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ПО ДЕЛАМ ГРАЖДАНСКОЙ
ОБОРОНЫ, ЧРЕЗВЫЧАЙНЫМ СИТУАЦИЯМ И ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ
СТИХИЙНЫХ БЕДСТВИЙ ИМЕНИ ГЕРОЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ГЕНЕРАЛА АРМИИ Е.Н. ЗИНИЧЕВА»**

Научно-аналитический журнал

**Природные и техногенные риски
(физико-математические и прикладные аспекты)**

№ 3 (47)–2023

Выпускающий редактор
А.В. Домничева

Подписано в печать 30.09.2023. Формат 60×84_{1/8}
Усл.-печ. 8,75 л. Тираж 1000 экз. Зак. № 50

Отпечатано в Санкт-Петербургском университете ГПС МЧС России
196105, Санкт-Петербург, Московский проспект, д. 149