

## СОДЕРЖАНИЕ 1–2020

### ***СНИЖЕНИЕ РИСКОВ И ЛИКВИДАЦИЯ ПОСЛЕДСТВИЙ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ. ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ЧС***

**Папырин В.В., Сидоров В.К.** Проблемы организации коротковолновой радиосвязи в Арктике и возможные пути их решения.

**Васильев Д.В.** Мобильный навигационный комплекс на отечественных мощных суперярких светодиодах для решения задач МЧС России.

**Ложкин В.Н., Буланцев Д.С.** Модель диффузии угарного газа в условиях возникновения чрезвычайной ситуации на автомагистрали вблизи горящего торфяника.

### ***БЕЗОПАСНОСТЬ КРИТИЧЕСКИ ВАЖНЫХ И ПОТЕНЦИАЛЬНО ОПАСНЫХ ОБЪЕКТОВ***

**Рева Ю.В.** Технические средства добычи минеральных ресурсов и полезных ископаемых из глубин Мирового океана.

**Задурова А.А., Матвеев А.В., Смирнов А.С.** Анализ пожаров на объектах с массовым пребыванием людей на примере ночных клубов.

### ***ПОЖАРНАЯ ТАКТИКА, ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОЦЕССОВ ГОРЕНИЯ И ТУШЕНИЯ***

**Преснов А.И., Печурин А.А., Данилевич А.В.** Оборудование пенного тушения насосных установок пожарных автомобилей: состояние, инновации, проблемы, технические решения.

**Андрюшкин А.Ю., Афанасьев Е.О., Кадочникова Е.Н.** Обоснование эффективности тушения горючих жидкостей тонкораспыленной водой на начальной стадии пожара.

### ***МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ, КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ТЕОРИИ УПРАВЛЕНИЯ СЛОЖНЫМИ ПРОЦЕССАМИ***

**Дворникова О.Ф., Татарникова И.М., Дворников С.С., Смелов А.Е.** Вероятностная модель оценки эффективности открытых информационных систем в условиях деструктивных воздействий. Часть 1. Аналитическое моделирование.

**Воропаев Н.П., Савчук О.Н., Коротеев Д.Р.** Модель определения рациональных маршрутов эвакуации населения, материальных и культурных ценностей при возникновении чрезвычайных ситуаций.

**Скрипник И.Л., Воронин С.В., Каверзнева Т.Т.** Применение комплексного показателя технического уровня и его основных составляющих для выбора лучшего изделия.

**Лабинский А.Ю.** Оптимизация стоимости технической системы в зависимости от показателей надежности.

**Акимова А.Б., Моторыгин Ю.Д., Ловчиков В.А.** Моделирование пожара на автостоянке закрытого типа методом эмпирического подобию.

**Дупляков Г.С., Малютин О.С., Лаптев Д.А.** Критерии рациональной организации перекачки, подвоза воды для нужд пожаротушения.

**Кузьмин А.А., Романов Н.Н., Пермяков А.А.** Алгоритмизация процесса вычисления толщины парафиновых отложений по длине трубопровода в зависимости от времени процесса.

**Буйневич М.В., Максимов А.В., Вострых А.В.** Анализ результатов аудита сетевых информационных ресурсов МЧС России.

**Седнев В.А., Седнев А.В., Онов В.А.** Системный подход к оценке эффективности инженерного обеспечения действий спасательных формирований.

### ***ЭКОНОМИКА, СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ***

**Смирнова И.В., Коровин Э.В., Смирнов А.С.** Проблемы безопасности управления государственным имуществом.

### ***ПРАВОВЫЕ АСПЕКТЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ЧЕЛОВЕКА И ОБЩЕСТВА В ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ СИТУАЦИЯХ***

**Винокуров В.А., Корчуков А.А.** Отдельные вопросы правового положения лиц, осуществляющих служебную (трудовую) деятельность в системе МЧС России.

### ***ПСИХОЛОГО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПОДГОТОВКИ СОТРУДНИКОВ МЧС РОССИИ К УСЛОВИЯМ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ***

**Москаленко Г.В., Маторина О.С., Нестерова С.В.** Предикторы и особенности деструктивного информационного влияния посредством интернета на подростков поколения Z на примере «групп смерти».

**Андреев В.П., Черных А.К., Горшкова Е.Е.** К вопросу об использовании свободного программного обеспечения в учебном процессе образовательных организаций высшего образования силовых структур.

**Булат Р.Е., Строцкая Е.Е., Байчорова Х.С.** Формирование готовности начинающих педагогов образовательных организаций высшего образования к педагогической деятельности на основе требований профессионального стандарта.

**Медведева Л.В.** Психологические аспекты образовательной модели общетехнической дисциплины в вузе МЧС России.

**Елисеев И.Б., Сай В.В., Меньшов С.В.** Самостоятельная физическая тренировка слушателей института профессиональной подготовки, обучающихся по категории «Пожарный».

**Сведения об авторах**

---

---

# СНИЖЕНИЕ РИСКОВ И ЛИКВИДАЦИЯ ПОСЛЕДСТВИЙ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ. ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ЧС

---

---

## ПРОБЛЕМЫ ОРГАНИЗАЦИИ КОРОТКОВОЛНОВОЙ РАДИОСВЯЗИ В АРКТИКЕ И ВОЗМОЖНЫЕ ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ

**В.В. Папырин, кандидат юридических наук;**

**В.К. Сидоров.**

**Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России**

Работа имеет познавательное значение, в ней представлены интересные данные о коротковолновой радиосвязи в Арктическом регионе Российской Федерации, а также некоторые проблемы, возникающие при ее организации. Предлагаются основные направления и пути решения некоторых проблем организации радиосвязи для подразделений МЧС России, выполняющих задачи в Арктической зоне Российской Федерации.

*Ключевые слова:* радиосвязь, цифровая радиосвязь, Арктика, короткие волны, спутниковая связь, прохождение радиоволн

## PROBLEMS OF ORGANIZATION OF SHORTWAVE RADIO COMMUNICATIONS IN THE ARCTIC AND POSSIBLE WAYS OF THEIR SOLUTION

V.V. Papyrin; V.K. Sidorov.

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

The work is of cognitive value, it presents interesting data on shortwave radio communications in the Arctic region of the Russian Federation, as well as some problems that arise during its organization. The paper proposes the main directions and ways of solving some problems of the organization of radio communications for units of EMERCOM of Russia that perform tasks in the Arctic zone of the Russian Federation.

*Keywords:* radio communication, digital radio communication, Arctic, short waves, satellite communication, radio waves

Планомерное развитие радиосвязи в Арктике было начато в 30-х гг. прошлого столетия, и связано оно было напрямую со строительством Северного морского пути, который проходил через всю Советскую Арктику и заканчивался во Владивостоке (рис.).

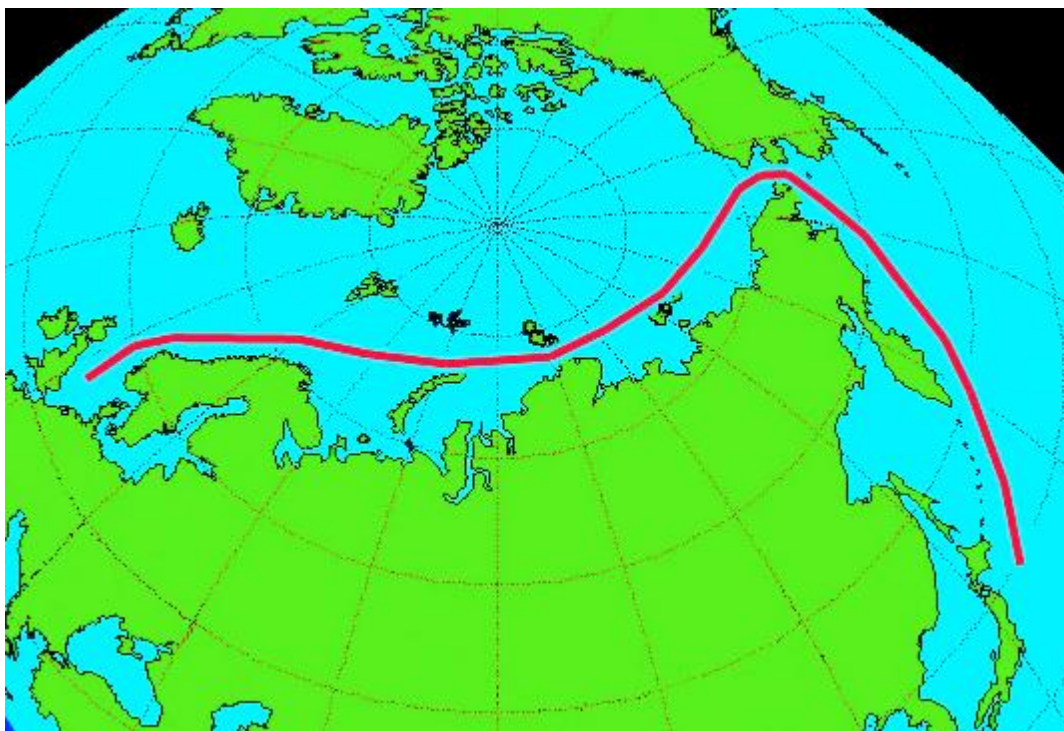


Рис. Схема Северного морского пути

Важность и необходимость радиосвязи в условиях полного отсутствия других видов связи была понята широкой общественностью Советского Союза достаточно четко и ясно. Ряд событий, за которыми следил весь мир: кампания по спасению челюскинцев, успешные экспедиционные рейсы ледоколов «Красин» и «Литке» и других судов, перелеты полярных летчиков, работа первого полярного радиоузла на острове Диксон, убедительно доказали значительность именно коротковолнового (КВ) вида связи.

Кроме полярных станций, расположенных непосредственно на побережье Северного Ледовитого океана и в прилегающих зонах, были организованы пункты связи в бассейнах рек Печора, Обь, Енисей. Они обслуживали в основном хозяйственные предприятия, оленеводческие совхозы, административно-хозяйственные центры и авиатрассы. Таким образом, к концу 30-х гг. вся сеть неподвижных КВ радиостанций в Советской Арктике насчитывала более 200 пунктов, и это без учета подвижных объектов связи (судовых, авиационных и экспедиционных), количество которых, например, в период навигации 1935 г. доходило до ста станций [1].

КВ диапазон оставался единственным средством оперативной связи с начала освоения Крайнего Севера. Обуславливалось это в первую очередь большими расстояниями и отсутствием развитой инфраструктуры.

В середине 50-х гг. прошлого столетия журнал «Радио» писал: «Для наземных подвижных геологических отрядов радиосвязь является основным средством связи. Однако поставляемые промышленностью радиостанции оправдывают себя только в подразделениях геологических служб, находящиеся более или менее продолжительное время на одном месте. Для радиосвязи баз поисковых и съемочных партий с их подвижными отрядами, имеющими в своем составе два-три человека, необходима портативная приемно-передающая телефонная радиостанция, приспособленная для переноса одним человеком...» [2].

Очень часто советские геологи, да и не только они, работали в тяжелых условиях полярных широт Арктического региона, и надежная радиосвязь им была необходима как воздух.

И в настоящее время проблема качественной радиосвязи в Арктике остается актуальной. Несмотря на развитие спутниковых видов связи, они по-прежнему остаются

доступными малому количеству абонентов по причине высокой стоимости. Кроме этого, даже спутниковая связь не обеспечивает стопроцентного покрытия территории в полярных регионах.

А нестабильная обстановка в мире с постоянными политическими и экономическими санкциями в наш адрес сводит на «нет» все перспективы долгосрочного использования спутниковых группировок западных стран в масштабах Российского государства.

Вместе с тем бурное развитие технологий в области электроники позволяет использовать новые виды цифровой радиосвязи для организации сетей связи в самых удаленных, малонаселенных точках нашей страны.

Как было указано ранее [3], в Арктической зоне Российской Федерации (АЗРФ) ведется активная деятельность по организации и созданию арктических комплексных аварийно-спасательных центров (АКАСЦ), часть из которых уже функционирует. А разработка Концепции развития сил и средств МЧС России в АЗРФ до 2035 г., которая проводится в настоящее время, подтверждает серьезность намерения государства в развитии Российской Арктики.

Тем не менее, в настоящее время, инфраструктура Арктического региона развита слабо. Очень часто подразделениям спасателей приходится выполнять задачи по оказанию помощи населению и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций (ЧС) в зоне арктической тундры. В таких местах, удаленных от населенных пунктов более чем на 30–40 км, единственным средством связи остается мобильная станция (телефон) спутниковой связи. Обычно это Иридиум и Инмарсат – системы спутниковой связи, которые обеспечивают практически 100 % покрытия территории в приполярных и полярных областях Земли. Как было отмечено выше, высокая стоимость трафика и, самое главное, принадлежность спутниковых компаний западным государствам не позволяет широко использовать данные спутниковые системы связи и их сервис в долгосрочной перспективе. В соответствии с Федеральным законом от 12 февраля 1998 г. № 28-ФЗ «О гражданской обороне», Федеральным законом от 21 декабря 1994 г. № 68-ФЗ «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» органы исполнительной власти субъектов Российской Федерации, в пределах своих полномочий и в порядке, установленном федеральными законами и иными нормативными правовыми актами Российской Федерации, на соответствующих территориях должны создавать и поддерживать в состоянии постоянной готовности к использованию технические системы управления гражданской обороны, системы оповещения населения об опасностях, возникающих при ведении военных действий или вследствие этих действий. Основу технических систем управления при ЧС составляют подсистемы ведомственной сети связи.

Однако на территории Российской Федерации, а именно в Арктической зоне, современная ведомственная цифровая сеть оперативного управления (реагирования) по управлению подразделениями МЧС России, органами Российской единой системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций для снижения опасности бедствий, отвечающая современным требованиям, отсутствует.

Отсутствие современных систем цифровой радиосвязи, отечественной спутниковой связи, системы информационно-телекоммуникационных технологий является одним из важнейших факторов снижающих оперативность управления, оповещения, реагирования, влияющих на величину материальных и людских потерь при ЧС и ликвидации последствий стихийных бедствий.

В результате может возникнуть ситуация, когда мобильная группа спасателей МЧС России в удаленном районе ликвидации ЧС будет сама нуждаться в помощи, а оперативная связь в данной местности отсутствует. Ответом на поставленный вопрос в данной ситуации может быть только однозначное развитие резервного вида связи, а именно КВ радиосвязи, которая позволит обеспечить обмен информацией как в ближней (30–300 км) зоне, так и на дальних расстояниях.

Кроме этого, очень важно внедрение в работу в КВ диапазоне волн новых видов излучения, а именно – цифровых видов связи, которые позволяют в современной сложной помеховой обстановке в эфире принимать сигналы слабого уровня. И такие испытания новых видов излучения в АЗРФ в настоящее время проводятся сотрудниками Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России с заинтересованными организациями [4].

Огромное значение имеет подготовка спасателей к действиям в условиях ЧС, в том числе организация каналов обмена информацией со штабом и базовыми станциями. А ведь, например, в штате АКАСЦ нет должностей связистов, которые могли бы организовывать такую работу и отвечать за нее. Соответственно, вся нагрузка по организации связи ложится на тех же спасателей. В данных обстоятельствах специальная подготовка по радиосвязи в полярных широтах для подразделений (или ответственных за организацию связи в них) спасателей может стать именно той дисциплиной, которая поможет подготовить спасателей к выполнению служебных обязанностей в суровых условиях Арктики.

Кроме этого, очень важно проводить регулярные радиотренировки между базовыми станциями (штабами) и мобильными группами подразделений спасателей для приобретения особых навыков по организации радиосвязи в специфических условиях (авроральная зона) распространения радиоволн в Арктическом регионе.

С учетом вышесказанного, необходимо отметить, что подготовка спасателей по организации связи в АЗРФ имеет гораздо большее значение для достижения поставленных задач по ликвидации ЧС, чем та же подготовка, например, в средней или южной полосе Российской Федерации, из-за особых условий распространения радиоволн в Арктике.

### **Литература**

1. Воробьев А.В. Организация радиосвязи в Арктике // Советская Арктика. 1935. № 3 (октябрь). С. 37–41.
2. Журавлев В., Гринь Н. Применение электроники в геологии / Радио. 1956. № 5. С. 15.
3. Организация радиосвязи подразделений МЧС России, выполняющих задачи в Арктическом регионе: отчет о НИР (заключительный) / рук. В.В. Папырин. СПб.: НИИПИиИТвОБЖ, 2018. 56 с.
4. Пути и средства оптимизации радиосвязи для Арктических комплексных аварийно-спасательных центров МЧС России: отчет о НИР (заключительный) / рук. В.В. Папырин. СПб.: НИИПИиИТвОБЖ, 2019. 29 с.

### **References**

1. Vorob'ev A.V. Organizaciya radiosvyazi v Arktike // Sovetskaya Arktika. 1935. № 3 (oktyabr'). S. 37–41.
2. Zhuravlev V., Grin' N. Primenenie elektroniki v geologii / Radio. 1956. № 5. S. 15.
3. Organizaciya radiosvyazi podrazdelenij MCHS Rossii, vypolnyayushchih zadachi v Arkticheskom regione: otchet o NIR (zaklyuchitel'nyj) / ruk. V.V. Papyrin. SPb.: NIIPiITvOBZH, 2018. 56 s.
4. Puti i sredstva optimizacii radiosvyazi dlya Arkticheskikh kompleksnyh avarijno-spasatel'nyh centrov MCHS Rossii: otchet o NIR (zaklyuchitel'nyj) / ruk. V.V. Papyrin. SPb.: NIIPiITvOBZH, 2019. 29 s.

# МОБИЛЬНЫЙ НАВИГАЦИОННЫЙ КОМПЛЕКС НА ОТЕЧЕСТВЕННЫХ МОЩНЫХ СУПЕРЯРКИХ СВЕТОДИОДАХ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ МЧС России

**Д.В. Васильев, доктор технических наук.  
Научно-техническое предприятие «Аэрооптика»**

Рассмотрена возможность создания мобильного светотехнического навигационного комплекса на основе полупроводниковых источников света. Проведен сравнительный анализ отечественных и зарубежных мощных суперярких светодиодов. Обоснован новый параметр сравнения. Показано преимущество по этому параметру отечественных светодиодов над зарубежными. Представлен разработанный НТП «Аэрооптика» и прошедший испытания мобильный глиссальный маяк на светодиодах ООО «НПЦ ОЭП «ОПТЭЛ».

*Ключевые слова:* монохромный мощный суперяркий светодиод, вторичная оптика, отражающая поверхность, линза Френеля, распределение освещенности, оптическая ось, оптическая система, угол расходимости светового потока, мобильный навигационный комплекс

## MOBILE NAVIGATION SYSTEM ON DOMESTIC POWERFUL SUPER-BRIGHT LEDS FOR SOLVING PROBLEMS OF EMERCOM OF RUSSIA

D.V. Vasiliev. Scientific and technical enterprise «AEROOPTICS»

The article considers the possibility of creating a mobile lighting navigation system based on semiconductor light sources. A comparative analysis of domestic and foreign powerful superbright LEDs is carried out. The new comparison parameter is justified. The advantage in this parameter of domestic LEDs over foreign is shown. Presented is the developed STE «Aerooptica» and the tested mobile glide slope beacon using LEDs of LLC SPCOD «OPTEL».

*Keywords:* monochrome powerful superbright LED, secondary optics, reflective surface, Fresnel lens, light distribution, optical axis, optical system, divergence angle of the light flux, mobile navigation system

Осуществление деятельности МЧС России по предупреждению возникающих чрезвычайных ситуаций как природного, так и техногенного характера, спасению людей или оказанию им помощи зачастую связано с необходимостью срочной доставки в труднодоступные районы необходимой спецтехники и персонала по ее обслуживанию. Что возможно только с применением средств воздушного транспорта. В условиях отсутствия в настоящее время развитой сети взлетно-посадочных полос и площадок это представляет значительные трудности и представляет опасность для летного состава и пассажиров – особенно при посадках в необорудованной местности. Задача обеспечения безопасности посадки на необорудованные площадки ночью и днем в простых и сложных метеоусловиях решается применением разработанного для этих целей НТП «Аэрооптика» на отечественных суперярких светодиодах малогабаритного мобильного навигационного комплекса – глиссального маяка дальнего привода, решающего задачу приема летательного аппарата по глиссаде, обеспечивающего быстрое развертывание на местности и имеющего малое энергопотребление (единицы Ватт для питания от переносного аккумулятора), способного

надежно работать в различных климатических зонах. Применение таких маяков будет способствовать возрождению и развитию сети аэродромов для малой авиации путем их перевода из мобильного в стационарный вариант оборудования, что предусмотрено их конструкцией. Такой подход имеет значительный экономический эффект, поскольку полномасштабное восстановление и создание большого количества новых взлетно-посадочных площадок, способных принимать различные типы летательных аппаратов, имеет значительные трудности, в том числе и материальные, учитывая удаленность от населенных пунктов и сложность оснащения таких площадок постоянно действующей дорогостоящей навигационной инфраструктурой.

Создание такого маяка напрямую связано с применением малогабаритных мощных источников света, безопасных для визуального наблюдения, устойчивых к механическим нагрузкам и перепадам температуры. Такими характеристиками обладают только мощные суперяркие светодиоды. В настоящее время на рынке светотехнической продукции присутствует большое разнообразие суперярких светодиодов, поэтому для сужения зоны поиска были рассмотрены только монохромные, формирующие световой поток в конусе с полным углом раскрыва не более  $40^\circ$  по половинному снижению силы света. Мировые лидеры светотехнической продукции: CREE, LUXEON, LUMILEDS, OSRAM, NICHIA, SEOUL, PHILIPS и т.д. выпускают мощные светодиоды и сборки как монохромные, так и белого цвета свечения, доля которых является преобладающей, что объясняется широкой областью их применения для целей освещения. Доля мощных монохромных светодиодов ограничена в основном использованием их в архитектурной и рекламной подсветке [1]. Разнообразие применения мощных светодиодов определило универсальность в подходе к их конструктивному исполнению – светодиодный модуль состоит из двух частей: собственно светодиода или сборки и расположенной в непосредственной близости вторичной оптической системы, собирающей и формирующей световой поток. Эта универсальность играет положительную роль при продвижении на рынке осветительных установок. В тоже время при создании такой техники, как навигационный комплекс дальнего привода, выявился недостаток этого конструктивного решения импортного светодиодного модуля.

Наиболее крупные фирмы LEDIL, KNATOD, FRAEN и т.д. выпускают вторичную оптику, имеющую много общего: расположение – в непосредственной близости от источника света, форма – в большинстве случаев в виде конусообразной фигуры с элементами отражающей поверхности и, в некоторых случаях, линзой Френеля на торце. При высокой доле перехвата светового потока (более 75 %) такая вторичная оптика обладает достаточно значительными поперечными размерами [1].

Отечественные светодиоды рассматриваются на примере продукции ООО «Научно-производственного центра оптико-электронных приборов (НПЦ ОЭП) «ОПТЭЛ» (Москва) – одной из немногих в России, выпускающей мощные монохромные светодиоды. При меньшем, по сравнению с зарубежными производителями, объеме выпуска фирма имеет возможность адаптировать конструктивное исполнение непосредственно корпуса светодиода под конкретную решаемую задачу, что обеспечивает меньший габаритный размер светотехнического изделия. Сравнение выходных параметров зарубежных монохромных светодиодов с вторичной оптикой и монохромных светодиодов ООО «НПЦ ОЭП «ОПТЭЛ» выявило, что у зарубежной продукции за счет больших габаритов поперечного сечения снижено значение такого важного для построения систем навигации параметра, как распределение освещенности (Е) в плоскости, расположенной за линзой светодиода и перпендикулярной оптической оси светодиода [2, 3]. Поскольку в навигационном комплексе источник света (с вторичной оптикой или без) работает в сочетании с удаленными оптическими системами, этот параметр напрямую определяет габариты изделия, что особенно важно для создания малогабаритных мобильных навигационных комплексов. Сравнение параметров светодиодов поясняется рис. 1.



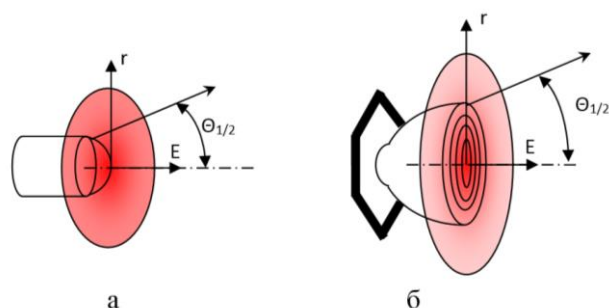


Рис. 1. Сравнительное распределение освещенности ( $E=f(r)$ ) в плоскости, перпендикулярной оптической оси светодиода и расположенной в его вершине:

а) светодиод ООО «НПЦ ОЭП «ОПТЭЛ»; б) пример зарубежного светодиода с вторичной оптикой ( $\Theta_{1/2}$  – половинный угол раскрыва светового потока по уровню 0,5)

Анализ был проведен для однокристалльных мощных монохромных светодиодов с вторичной оптикой (зарубежных производителей) и аналогичных по потребляемой мощности и величине угла раскрыва сформированного светового потока по уровню 0,5 от максимальной силы света ( $\Theta_{1/2}$ ) монохромных отечественных светодиодов ООО «НПЦ ОЭП «ОПТЭЛ». Полученные результаты выявили превосходство отечественных монохромных светодиодов, которые по параметру «E» в 1,4 раза превосходят зарубежные образцы. Поскольку параметр «E» является во многом определяющим, это позволило сделать вывод об оптимальности применения монохромных мощных светодиодов ООО «НПЦ ОЭП «ОПТЭЛ» для малогабаритных мобильных светотехнических комплексов дальнего привода, решающих задачу приема летательного аппарата по глиссаде.

НТП «Аэрооптика» в соответствии с техническим заданием на опытно-конструкторскую работу, утвержденным директором и согласованным с начальником летной службы ФГУАП МЧС России, разработало на основе монохромных мощных светодиодов ООО «НПЦ ОЭП «ОПТЭЛ» мобильный глиссадный маяк АЕРУ.461523.002 (рис. 2) [4, 5].



Рис. 2. Мобильный глиссадный маяк АЕРУ.461523.002 НТП «Аэрооптика» на основе монохромных мощных светодиодов ООО «НПЦ ОЭП «ОПТЭЛ»

При обеспечении минимальных массогабаритных параметров маяк обеспечивает следующие технические характеристики:

Световое поле состоит из трех секторов:

- верхний (выше глиссады) желтый цвет;
- центральный (на глиссаде) зеленый цвет;
- нижний (ниже глиссады) красный цвет.

Размер сектора (горизонталь × вертикаль, град) 13×2.

Переходные зоны между секторами, угл. мин, не более 6.

В ночных условиях:

при метеорологической дальности видимости (МДВ)=15 км:

- дальность обнаружения, км, не менее 20;
  - дальность уверенного распознавания, км, не менее 15;  
при МДВ=800 м:
  - дальность уверенного распознавания, км, не менее 2,5;  
при МДВ=100 м:
  - дальность уверенного распознавания, м, не менее 500.
- Потребляемая мощность, Вт, не более 20.  
Напряжение питания постоянного тока, В, 12.  
Рабочие температуры, °С,  $-40 \div +55$ .  
Габариты (максимальные), мм, 320×275×240.  
Масса, кг, не более 5.

Время разворачивания в рабочее положение, мин, не более 5.

Мобильный глиссадный маяк АЕРУ.461523.002 прошел цикл летных испытаний, проведенных авиаотрядом МЧС России на аэродроме Летно-исследовательского института им. М.М. Громова г. Жуковский. Вид маяка в развернутом положении приведен на рис. 3.



**Рис. 3. Мобильный глиссадный маяк АЕРУ.461523.002 НТП «Аэрооптика» во время проведения летных испытаний**

Облеты проводились с применением вертолета МИ-8. По результатам летных испытаний получено положительное заключение.

В дальнейшем мобильный глиссадный маяк АЕРУ.461523.002 проходил испытания и опытную эксплуатацию на аэродроме Черемшанка г. Красноярск. Эксплуатация проводилась вертолетной авиаэскадрилей летного комплекса ОАО «Сибавиатранс» в условиях ограниченной дальности полета в зоне аэродрома. По результатам опытной эксплуатации получено положительное заключение. Изделие защищено патентом на изобретение и имеет сертификат соответствия в системе сертификации ГОСТ Р [6].

Таким образом, полученные результаты позволяют рекомендовать к применению разработанный на отечественной светотехнической элементной базе мобильный глиссадный маяк для размещения на любых типах аэродромов, необорудованных посадочных площадках, посадочных площадках буровых платформ с целью формирования визуально воспринимаемой информации о глиссаде снижения летательного аппарата для обеспечения безопасной посадки в простых и сложных метеоусловиях ночью и днем. Что является очень важным для осуществления деятельности МЧС России по предупреждению возникающих чрезвычайных ситуаций как природного, так и техногенного характера, спасению людей или оказанию им помощи.

## **Литература**

1. Байнева И.И., Байнев В.В. Оптические системы для светодиодов // Фотоника. 2017. № 1. С. 54–58.
2. Батусов С.В. Светосигнальные установки. М.: Энергия, 1979.
3. Леонов А.О. Навигационное оборудование водных путей. СПб.: ИПУ, 2014.
4. Руководство по практике наблюдения за дальностью видимости на ВПП и передачи сообщений о ней. 3-е изд. // Международная организация гражданской авиации. 2005.
5. Руководство по навигационному оборудованию. 5-е изд. // Международная Ассоциация морских средств навигационного оборудования и маячных служб (МАМС). 2006.
6. Васильев Д.В., Калика В.Ю., Кормаков А.А., Чумаков А.В. Навигационный комплекс: пат. № 2242052 МПК G08G5/02, B64F1/18, B64D45/08; заявка: 2002132268 от 02.12.2002; опубл. 10.12.2004, Бюл. № 34 // ФИПС. URL: [www1.fips.ru](http://www1.fips.ru). (дата обращения: 15.01.2020).

## **References**

1. Bajneva I.I., Bajnev V.V. Opticheskie sistemy dlya svetodiodov // Fotonika. 2017. № 1. S. 54–58.
2. Batusov S.V. Svetosignal'nye ustanovki. M.: Energiya, 1979.
3. Leonov A.O. Navigacionnoe oborudovanie vodnyh putej. SPb.: IPU, 2014.
4. Rukovodstvo po praktike nablyudeniya za dal'nost'yu vidimosti na VPP i peredachi soobshchenij o nej. 3-e izd. // Mezhdunarodnaya organizaciya grazhdanskoj aviacii. 2005.
5. Rukovodstvo po navigacionnomu oborudovaniyu. 5-e izd. // Mezhdunarodnaya Associaciya morskikh sredstv navigacionnogo oborudovaniya i mayachnyh sluzhb (MAMS). 2006.
6. Vasil'ev D.V., Kalika V.Yu., Kormakov A.A., Chumakov A.V. Navigacionnyj kompleks: pat. № 2242052 MPK G08G5/02, B64F1/18, B64D45/08; zayavka: 2002132268 ot 02.12.2002; opubl. 10.12.2004, Byul. № 34 // FIPS. URL: [www1.fips.ru](http://www1.fips.ru). (data obrashcheniya: 15.01.2020).

# МОДЕЛЬ ДИФФУЗИИ УГАРНОГО ГАЗА В УСЛОВИЯХ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ЧРЕЗВЫЧАЙНОЙ СИТУАЦИИ НА АВТОМАГИСТРАЛИ ВБЛИЗИ ГОРЯЩЕГО ТОРФЯНИКА

**В.Н. Ложкин, доктор технических наук, профессор,  
заслуженный деятель науки Российской Федерации;  
Д.С. Буланцев.**

**Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России**

Приведена математическая модель диффузии угарного газа (СО) для аномальных метеорологических условий при возникновении чрезвычайной ситуации на автомагистралях вблизи горящего торфяного болота. На основе модели разработана расчетная методика. Методика позволяет прогнозировать уровень потенциального токсического воздействия СО на водителей и пассажиров по параметру отношения расчетного значения концентрации СО к значению предельно-допустимой максимально-разовой концентрации СО. Дается сопоставление результатов расчета загрязнения атмосферы на автомагистрали с данными измерений СО при реальном торфяном пожаре.

*Ключевые слова:* автомагистраль, торфяной пожар, угарный газ, смог, транспортный коллапс, моделирование

## CARBON OXIDE DIFFUSION MODEL IN THE CONDITIONS OF THE EMERGENCY SITUATION ON THE MOTORWAY NEAR THE BURNING PEAT

V.N. Lozhkin; D.S. Bulantsev.

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

The paper describes a mathematical model of carbon oxide (CO) diffusion for abnormal meteorological conditions in an emergency on a highway due to a burning peat bog. The model allows predicting the level of potential toxic effects of CO on drivers and passengers by the ratio of the calculated CO concentration to its standard limit value. There are also described the results of comparison of simulated measurements of air pollution on the highway with the real measurements of CO concentrations near real peat fire.

*Keywords:* highway, peat fire, carbon oxide, smog, traffic collapse, modeling

Природные пожары являются бедствием для многих стран [1]. Особое внимание им уделяется в стратегических планах развития МЧС России до 2030 г. [2]. Для населения, проживающего на обширных заболоченных территориях Российской Федерации, высокую угрозу представляют торфяные пожары, которые возникают из-за аномальных гидрометеорологических факторов.

Горение торфа на болотах происходит глубоко под землей в режиме тления в длительную сухую погоду или зимой из-за падения уровня грунтовых вод. Дым, насыщенный ядовитым угарным газом (СО), пробивается в атмосферу через узкие каналы, формируя на всей площади торфяного пожара множество регулярно распределенных точечных источников (своеобразных «дымовых гейзеров», рис. 1).



**Рис. 1. «Дымовые гейзеры» торфяного пожара в Усольском районе Иркутской обл. (26 октября 2015 г. – 7 января 2016 г.)**

Если торфяной пожар развивается в течение длительного периода времени при аномальных метеорологических условиях (штиль или слабый ветер, приземная температурная инверсия в атмосфере) – плотное дымовое облако смога покрывает обширную территорию с населенными пунктами. Если в зоне его распространения оказывается крупная автомагистраль, то это приводит к чрезвычайной ситуации (ЧС) (транспортному коллапсу, рис. 2) с резким ростом дорожно-транспортных происшествий.



**Рис. 2. ЧС 26 ноября 2015 г. на ФАД Р-255 «Сибирь» у п. Тельма Усольского района Иркутской обл. при торфяном пожаре**

В виду того что инструментальным путем исследовать выброс продуктов горения торфа «дымовыми гейзерами» (рис. 1), из-за опасности провала в горящую лаву (от 5 до 10 м глубиной), невозможно, единственным способом прогнозирования ЧС опасного для водителей и пассажиров загрязнения воздуха СО на автомагистрали (рис. 2) становится расчет приземных концентраций СО с использованием адекватных математических моделей процессов эмиссии и диффузии СО в стратифицированной атмосфере.

### **Методика исследования**

Исследуемый приземный слой атмосферы над горящим торфяником высотой до 1 км представляет собой подвижную газо-аэрозольную массу, в которой непрерывно происходят

разнообразные по масштабу, направлению и скорости перемещения слоев. В реальности эти движения имеют турбулентный характер с переменными полями скоростей. Образуются беспорядочные, изменяющиеся по направлению и силе струйные воздушные потоки и вихри, интенсивно вовлекающие и перемешивающие дымовые выбросы торфяного пожара, распространяя их в сопредельном атмосферном пространстве путем турбулентной диффузии [3].

Для условий длительного (до месяца и более) непрерывного горения торфяного пожара будем предполагать процесс переноса СО в приземном слое атмосферы стационарным. Воспользуемся для описания этого сложного атмосферного явления широко апробированной моделью Главной геофизической обсерватории им. А.И. Воейкова, разработанной научной школой профессора М.Е. Берлянда [3]. На основании этой модели в Российской Федерации действует нормативный документ [4], расчеты по которому осуществляются унифицированной программой фирмы «Интеграл» (Санкт-Петербург) [5].

В соответствии с принятой моделью торфяного пожара, как наземного холодного источника выброса (разница температур дымовых газов и воздуха менее 50–60 °С) [4], – степень загрязнения воздуха СО от торфяного пожара будем определять по наибольшим рассчитанным значениям разовой приземной концентрации ( $C'_M$ ), которая устанавливается на некотором расстоянии ( $X_M$ ) от места расположения торфяного пожара как площадного источника выброса для аномально неблагоприятных метеорологических условий (когда скорость ветра достигает опасного значения ( $v'_M$ ) и в приземном слое происходит интенсивный турбулентный обмен):

$$C'_M = \frac{AMF\eta D_1}{8H^{4/3}v_1},$$

где  $C'_M$  – максимальное значение концентрации СО, которое достигается на удалении  $X_M$  от торфяного пожара, как холодного источника выброса, г/м<sup>3</sup>;  $H$  – высота нахождения торфяного пожара как источника выброса над поверхностью земли, м (параметр, который, по своему физическому смыслу может учитывать рельеф местности, включающей автомагистраль);  $D_1$  – характерный размер торфяного пожара как площадного источника выброса, м (при допущении того, что реальный торфяной пожар как площадной источник выброса может иметь неправильную геометрическую форму);  $M$  – удельный выброс СО торфяным пожаром в единицу времени (мощность, интенсивность выброса), г/с:

$$M = M_i N,$$

где  $M_i$  – мощность выброса СО единичным (условно «стандартным») источником выброса («дымовым гейзером»), г/с;  $i=1, \dots, N$ ;  $N$  – общее число единичных источников выброса («дымовых гейзеров»);  $V_1$  – объем выброса дымовых газов торфяным пожаром в единицу времени, м<sup>3</sup>/с:

$$V_1 = SW_0,$$

где  $S$  – площадь торфяного пожара, м<sup>2</sup>;  $W_0$  – скорость эмиссии дымовых газов торфяным пожаром как площадным источником выброса, в его «устье», м/с (можно принимать за скорость эмиссии значение  $v'_M$  или вычислять ее по выражению (1));  $F$  – безразмерный коэффициент, который характеризует скорость осаждения взвешенных частиц и зависит от их дисперсности;  $F$  равно единице для газов и мелкодисперсных аэрозолей размером менее 10 мкм;  $A$  – безразмерный коэффициент, характеризующий условия распределения примесей в приземном воздушном слое по вертикали и горизонтали при неблагоприятных метеоусловиях, способствующих накоплению примесей в приземной атмосфере, зависит от стратификации атмосферы и характерных особенностей турбулентного обмена, присущих разным климатическим зонам;  $\eta$  – безразмерный коэффициент, который определяет влияние

рельефа на распространение загрязняющих веществ; если перепад высот не превышает 50 м на один километр, то согласно работе [4] значение  $\eta$  можно принимать равным единице.

Вспомогательный безразмерный коэффициент  $n$ , зависящий от температурных и геометрических характеристик торфяного пожара как источника эмиссии СО, находится через соответствующие [4] параметры.

$$f = 10^2 \frac{W_0^2 D}{H^2 \Delta T}, \quad v'_M = 1,3 \frac{W_0 D}{H}, \quad (1)$$

где  $\Delta T$  – разница температур дымовых газов и воздуха,  $^{\circ}\text{C}$ ;  $v'_M$  – опасная скорость ветра, при которой достигается максимальное загрязнение воздуха торфяным пожаром, как от холодного источника выброса СО, м/с.

Алгоритм и порядок проведения расчетов полей максимальных концентраций СО в окрестности торфяного пожара и на участке автомагистрали, попадающей в зону его влияния, выполняются в соответствии с нормативным документом [4].

Принимая во внимание статус Методов расчета рассеивания выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферном воздухе [4] как нормативного документа для Российской Федерации, получившего широчайшую проверку на практике в течение не менее пяти десятков лет, формула, связывающая концентрацию угарного газа СО с мощностью его выброса торфяным пожаром, стилизованного как «площадной источник», принимается в качестве детерминированной функции физического закона диффузии СО в атмосфере. Такое обоснованное применение документа [4] (реализующего, известного в мировой практике как К-теория [3], подхода) позволило методом решения обратных задач [5] «настроить» – обучить математическую модель по данным экспериментальных измерений Росгидромета СО в разных точках автомобильной трассы и, таким образом, получить методический инструмент для решения задач ожидаемого загрязнения воздуха на автомагистрали в зависимости от геометрической конфигурации, площади торфяного пожара, количества точечных источников-рецепторов («дымовых гейзеров») и его географического расположения (удаления) относительно автомагистрали, а также климатических и гидрометеорологических параметров, в которых развивается специфическая для автомагистрали ЧС.

### Результаты численного исследования

Адекватность разработанной методики расчетного прогнозирования чрезвычайно опасного загрязнения воздуха в окрестности автомагистрали торфяным пожаром проиллюстрирована путем сравнения результатов расчета по исходным параметрам ЧС (транспортного коллапса), развивавшейся в Усольском районе Иркутской обл. в течение длительного периода времени с 26 октября 2015 г. по 7 января 2016 г. при горении торфяников вблизи федеральной трассы Р-255 «Сибирь» на общей площади более 25 га. Данные расчета по разработанной методике с применением ГИС-технологий для проблемного загрязнителя угарного газа (СО) представлены на рис. 3.

Сравнительный анализ показал достаточно высокое приближение данных расчета по разработанной методике с результатами измерений концентраций СО территориальными службами Росгидромета. По данным измерений значения составили, в среднем: в п. Тельма –  $0,5 \text{ мг/м}^3$ , п. Железнодорожный –  $0,6 \text{ мг/м}^3$ , ФАД Р-255 «Сибирь» 1820 км –  $0,6 \text{ мг/м}^3$ , ФАД Р-255 «Сибирь» 1822 км –  $0,7 \text{ мг/м}^3$ , ФАД Р-255 «Сибирь» 1824 км –  $0,7 \text{ мг/м}^3$ ; по данным расчетов: в п. Белореченский максимальная концентрация угарного газа составила  $1,837 \text{ мг/м}^3$ , п. Тельма –  $2,318 \text{ мг/м}^3$ , п. Железнодорожный –  $2,855 \text{ мг/м}^3$ . При норме  $5 \text{ мг/м}^3$ .

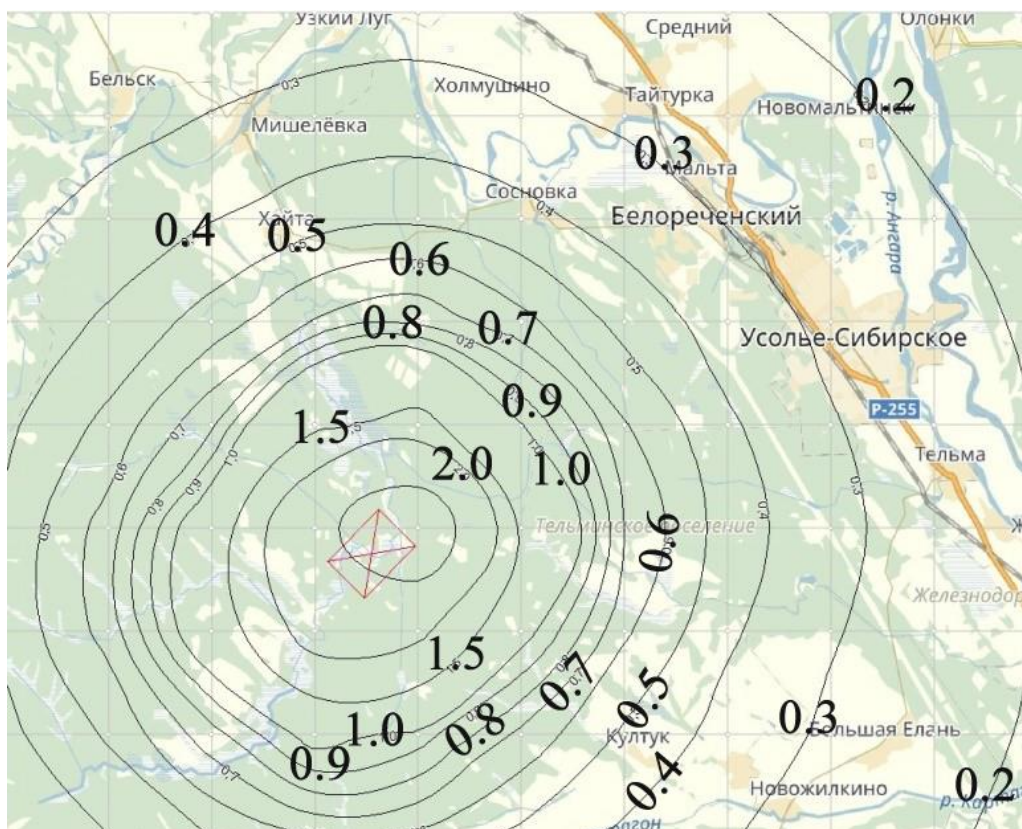


Рис. 3. Визуализация модельных вычислений распространения СО в окрестности торфяного пожара по показателю превышения ПДК<sub>МР</sub>, построенной по программе «Эколог» фирмы «Интеграл»

Работа была проведена при поддержке гранта РФФИ № 14-01-00733А.

### Литература

1. Public values for integration in natural disaster management and planning: A case study from Victoria, Australia / A. Rawluk [et al.] // J. Environ. Manage. 2017. V. 185. P. 11–20.
2. О долгосрочных перспективах развития системы МЧС России (МЧС-2030): Доклад Министра Рос. Федерации по делам ГО и ЧС В.А. Пучкова. URL: <http://www.region-60.ru/novosti/zhizn/6556029/> (дата обращения: 12.12.2019).
3. Берлянд М.Е., Генихович Е.Л., Оникул Р.И. Моделирование загрязнения атмосферы выбросами из низких и холодных источников // Метеорология и гидрология. 1990. № 5. С. 5–16.
4. Методы расчетов рассеивания выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферном воздухе (утв. приказом Минприроды России от 6 июня 2017 г. № 273; зарег. в Министерстве юстиции Рос. Федерации 10 авг. 2017 г., рег. № 47734). URL: <http://docs.cntd.ru/document/456074826> (дата обращения: 12.12.2019).
5. Ложкин В.Н., Невмержицкий Н.В. О решении обратной задачи моделирования опасного воздействия частиц РМ<sub>2,5</sub> и РМ<sub>10</sub> в окрестности автомагистрали // Науч.-аналит. журн. «Вестник С.-Петерб. ун-та ГПС МЧС России». 2015. № 2. С. 13–23.

### References

1. Public values for integration in natural disaster management and planning: A case study from Victoria, Australia / A. Rawluk [et al.] // J. Environ. Manage. 2017. V. 185. P. 11–20.
2. O dolgosrochnykh perspektivah razvitiya sistemy MCHS Rossii (MCHS-2030): Doklad Ministra Ros. Federacii po delam GO i CHS V.A. Puchkova. URL: <http://www.region-60.ru/novosti/zhizn/6556029/> (data obrashcheniya: 12.12.2019).



3. Berlyand M.E., Genihovich E.L., Onikul R.I. Modelirovanie zagryazneniya atmosfery vybrosami iz nizkih i holodnyh istochnikov // Meteorologiya i gidrologiya. 1990. № 5. S. 5–16.
4. Metody raschetov rasseivaniya vybrosov vrednyh (zagryaznyayushchih) veshchestv v atmosfernom vozduhe (utv. prikazom Minprirody Rossii ot 6 iyunya 2017 g. № 273; zareg. v Ministerstve yusticii Ros. Federacii 10 avg. 2017 g., reg. № 47734). URL: <http://docs.cntd.ru/document/456074826> (data obrashcheniya: 12.12.2019).
5. Lozhkin V.N., Nevmerzhickij N.V. O reshenii obratnoj zadachi modelirovaniya opasnogo vozdejstviya chastic RM2,5 i RM10 v okrestnosti avtomagistrali // Nauch.-analit. zhurn. «Vestnik S.-Peterb. un-ta GPS MCHS Rossii». 2015. № 2. S. 13–23.

---

---

# БЕЗОПАСНОСТЬ КРИТИЧЕСКИ ВАЖНЫХ И ПОТЕНЦИАЛЬНО ОПАСНЫХ ОБЪЕКТОВ

---

---

## ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ДОБЫЧИ МИНЕРАЛЬНЫХ РЕСУРСОВ И ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ ИЗ ГЛУБИН МИРОВОГО ОКЕАНА

**Ю.В. Рева, кандидат военных наук, доцент.  
Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России**

Статья посвящена рассмотрению вопросов, связанных с методами добычи полезных ископаемых и углеводородов со дна Мирового океана и в Арктической зоне. Показаны конкретные высокотехнологические механизмы и устройства, которые могут быть использованы в данном процессе, а также какие источники питания при этом могут быть задействованы, соблюдая меры экологической безопасности.

*Ключевые слова:* Мировой океан, Арктическая зона, погружные электрические машины, погружные электрические двигатели, конкреции, скреперы, ленточные транспортеры, плавучие платформы

## TECHNICAL MEANS OF EXTRACTION OF MINERAL RESOURCES AND MINERALS FROM THE DEPTHS OF THE WORLD OCEAN

Yu.V. Reva. Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia

The article is devoted to the issues related to the methods of extraction of minerals and hydrocarbons from the bottom of the World ocean and in the Arctic zone. Specific high-tech mechanisms and devices that can be used in this process are shown, as well as which power sources can be involved in this case, observing environmental safety measures.

*Keywords:* World ocean, Arctic zone, submersible electric machines, submersible electric motors, nodules, scrapers, belt conveyors, floating platforms

Океан – кладовая колоссальных биологических и минеральных ресурсов, средство для межконтинентальных связей, регулятор и генератор климата, дающий 80 % кислорода планете, сейчас становится фактором, непосредственно определяющим будущее человечества, будущее каждого из нас. Главная причина обращения к проблемам Мирового океана и Арктической зоны – жизненная необходимость освоения его ресурсов ради удовлетворения потребностей человека. Это, прежде всего, решение продовольственной программы для обеспечения продуктами питания населения планеты. Ведь население Земли непрерывно увеличивается, и плодородные земли материков с этой задачей уже не справляются.

Необходимо использовать новые возможности по решению продовольственной проблемы благодаря использованию даров моря. Это не только увеличение лова рыбы, но и добыча, переработка различной морской биомассы, биоорганизмов, то есть различной морской фауны, а также развитие аквакультуры – подводного фермерства по выращиванию рыб, ракообразных, моллюсков, водорослей и т.д. Другого пути нет [1].

Но Мировой океан и Арктическая зона должны решить не одну лишь проблему питания. Потребности человека растут не только в связи со стремительным ростом народонаселения, но и благодаря тому, что промышленности развитых стран требуется все больше и больше энергии и сырья.

С каждым годом возрастает потребление сырья и энергии на их добычу, увеличивается большими темпами потребление бокситов, олова, железа, меди, марганца и других жизненно необходимых полезных ископаемых. Однако запасы земных недр на суше не безграничны. Кроме того, будет расти стоимость минерального сырья (нефти и газа), так как теперь разрабатываются менее богатые и доступные месторождения, чем раньше.

Наступает энергетическая проблема на Земле, которая зависит от добычи и запасов нефти в недрах континентов, потребление нефти и газа человечеством увеличивается с каждым годом, а их запасы в недрах Земли истощаются, необходимо искать новые нефтеносные пласты. В ближайшие десятилетия и обозримом будущем необходимо решить эту проблему, иначе наступит энергетический мировой кризис. Вопрос разведки и добычи нефти и газа в настоящий момент решается за счет освоения континентального шельфа, под которым подразумевается прибрежная морская зона морских границ, покрытая слоем воды до 100–130 м, а в некоторых странах доходит до десятка километров. Континентальный шельф уже стал предметом ажиотажа острой конкурентной борьбы за лицензии на право добычи там полезных ископаемых. Очевидно, это произойдет и с глубоководными районами Арктики, морей и океанов. Данные морской геологической разведки последних лет подтверждают, что запасы нефти и газа в коре и мантии Земли на дне Мирового океана велики, задача человечества в обозримом будущем приступить к массовому освоению добычи полезных ископаемых и минеральных ресурсов не только с континентального шельфа, но и со дна Мирового океана, не нарушая экологического равновесия, не нарушая и не загрязняя окружающую среду, то есть морскую воду как источник жизнеобеспечения на планете, зависящую от круговорота живого вещества в море. Этот круговорот живого вещества тесно связан с пищевой пирамидой, в основании которой лежит процесс фотосинтеза, благодаря световой энергии солнца синтезируются органические вещества из неорганических. Основание пищевой пирамиды Мирового океана составляют микроскопические одноклеточные водоросли – фитопланктоны, для существования которых должен быть свет, и поэтому вода морей и океанов должна быть чистой и прозрачная, не загрязненная различными вредными окисями металлов, нефтепродуктами, которые поступают с суши, от вредных производств, сточных вод и т.д. [2].

В настоящий момент пока еще возникают серьезные технические трудности в разработке освоения океана, ведутся работы главным образом в континентальном шельфе. Современные драги, землесосы работают лишь на глубинах до 50 м. Наладить добычу полиметаллов с глубин 5 000–6 000 м в Тихом океане не удалось ни СССР, ни США. Морской геологией установлено наличие больших океанских месторождений, так называемых конкреций абиссальных равнин. Конкреции образуются путем концентрации различных веществ в результате химических процессов. Их запасы на дне океанов исчисляются баснословной цифрой, равной 1 500 млрд т, они находятся в виде россыпей по форме морской гальки или «картофелин», диаметром до 150 мм, а иногда в виде плит. Их обнаружили еще в 1873 г. ученые исследователи на исследовательском английском судне «Челленджер».

Выяснилось, что конкреции представляют собой настоящий «коктейль» металлов: в них входят марганец, медь, кобальт, никель, железо, магний, алюминий, молибден, ванадий. Поэтому конкреции называют «полиметаллическими», а при наличии около 20 % марганца и значительного процента железа их называют железомарганцевыми конкрециями.

В результате исследований доказано, что добыча конкреций со дна океана и извлечение из них металлов дело осуществимое. Процентное содержание марганца, никеля, кобальта и других в конкрециях вполне сопоставимо с содержанием этих

же элементов в руде лучших месторождений на суше. Конкреции находятся главным образом в Тихом океане, где дно местами буквально устлано конкрециями. Меньше в Атлантическом и Индийском океанах, глубина россыпи находится в пределах 6 000–6 500 м.

Технически добывать конкреции пока затруднительно, необходимо предусмотреть также средства добычи, которые не нарушали бы нерестилища рыб и не поднимали бы заиления и придонные грязи на поверхность воды, в результате чего будет ограничен солнечный свет, необходимый биоорганизмам-планктонам, то есть необходимо не приносить вреда в экологическое равновесие фотосинтеза.

В силу изложенного остаются две важные проблемы:

– каким образом и какими техническими средствами обеспечить сбор конкреций в достаточном количестве для стабильного снабжения сырьем промышленных предприятий?

– каким образом извлекать из конкреций нужные промышленности химические элементы? [3].

Решение этих проблем находится уже в обозримом будущем. Методом добычи, который позволяет собирать конкреции без особых затрат, является метод, суть которого состоит в том, что конкреции собираются в небольшие металлические корзины, укрепленные на полипропиленовом тросе, имеющем вид гигантской петли. Верхняя часть петли проходит через специальные барабаны на палубе судна, а нижняя тащится по дну океана. Движение гигантской многокилометровой петли обеспечивается протяжкой ее троса через специальное устройство на судне. Наполненные корзины с конкрециями поднимаются у носовой части судна, опрокидываются в трюм, и вновь уже пустые, опускаются с кормы на дно океана. Во время сбора конкреций судно идет самым малым ходом с учетом дрейфа. Для избежания перехлеста петли можно использовать два судна, с одного судна уходят пустые корзины, а на другое поднимают заполненные конкрециями корзины.

Другим способом сбора конкреций является использование подводных гусеничных скреперов, которые опускаются на дно океана и управляются с борта судна по кабелю, а визуальная информация поступает по телекабелю от телекамерных устройств. Погрузившись на дно, скрепер собирает в свой бункер 30–40 т конкреций, сбрасывает водяной балласт, всплывает на поверхность и сдает груз на судно-носитель и далее обратно с балластом погружается на дно. Электропитание подается с судна-носителя и так три–четыре скрепера круглые сутки курсируют между дном океана и судном-носителем. Очевидно, этот способ довольно дорогой, и на этот вопрос ответ нам даст будущее.

Добыча полезных ископаемых в виде конкреций – это реальность, и промышленное освоение начнется в ближайшее время.

С учетом открывшихся перспектив сбора конкреций для их переработки, обогащения, отмыва, а также добычи полезных ископаемых из коры земли дна океана и т.д., очевидно, людям придется строить заводы-автоматы по добыче минеральных ресурсов на больших глубинах. Эти заводы должны работать без участия человека, по его командам с поверхности воды с судна-носителя или плавучей платформы, поскольку человек даже в скафандре на большие глубины не погружается.

Кроме того, людям необходимо постоянно вести разведку полезных ископаемых методом пробоотбора, для этого должны быть соответствующие погружные станки для сверления породы дна океана для взятия пробы грунта на анализ, а также механизмы для бурения коры земли с целью поиска нефти и газа. Пока что добыча нефти и газа ведется на континентальном шельфе при помощи плавучих платформ с глубин моря до 200 м.

Исходя из вышеописанного, потребуется много рабочих механизмов: насосы, бур-машины или бур-станки, лебедки, шаровые мельницы, ленточные транспортеры, компрессоры, роботы, батискафы и т.д., которые должны приводится в движение электродвигателями, а для систем автоматике, робототехнике, следящих систем, теленаблюдения потребуется большое число погружных микродвигателей.

Естественно, без экологически чистых электрических машин здесь не обойтись. Кроме того, указанные механизмы также должны быть экологически чистыми без углеводородных нефтяных смазок, подшипники должны быть без смазок с использованием металлокерамических антифрикционных высокоплотных порошковых материалов.

В связи с тем, что предполагается большое количество подводных электроприводов, то потребуется мощный источник питания и соответствующее подводное электроснабжение. Мощный источник питания в виде генератора с выходным напряжением 6–10 кВт устанавливается на судне-носителе или самоходной плавучей платформе. От источника питания по высоковольтному кабелю напряжение 6–10 кВт передается на управляемый силовой понижающий погружной трансформатор, который погружается на дно океана, от которого низким напряжением снабжаются по кабелям все электродвигатели подводных механизмов. Соединение кабелей с вторичной обмоткой трансформатора осуществляется либо через штепсельные разъемы, либо методом прямой сварки, а места сварочного соединения изолируются печеными полимерными пленками. Конкретные конструктивные схемы уже находятся в разработке во многих отечественных и зарубежных научно-исследовательских институтах [4].

### **Литература**

1. Акимов В.А. Предупреждение и ликвидация чрезвычайных ситуаций в Арктике: Междунар. науч.-практ. конф. М.: ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2009.
2. Проблемы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций и создание комплексных аварийно-спасательных центров в Арктике: Междунар. науч.-практ. конф. М.: ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2012.
3. Молчанов В.П., Соколов Ю.И. Риски чрезвычайных ситуаций в Арктической зоне Российской Федерации. М.: ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2011.
4. Управление информации МЧС России. Арктика: под звездой МЧС // Спасатель. 2012. Вып. № 34 (371).

### **References**

1. Akimov V.A. Preduprezhdenie i likvidaciya chrezvychajnyh situacij v Arktike: Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. M.: FGBU VNII GOCHS (FC), 2009.
2. Problemy preduprezhdeniya i likvidacii chrezvychajnyh situacij i sozdanie kompleksnyh avarijno-spasatel'nyh centrov v Arktike: Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. M.: FGBU VNII GOCHS (FC), 2012.
3. Molchanov V.P., Sokolov Yu.I. Riski chrezvychajnyh situacij v Arkticheskoj zone Rossijskoj Federacii. M.: FGBU VNII GOCHS (FC), 2011.
4. Upravlenie informacii MCHS Rossii. Arktika: pod zvezdoj MCHS // Spasatel'. 2012. Vyp. № 34 (371).

# АНАЛИЗ ПОЖАРОВ НА ОБЪЕКТАХ С МАССОВЫМ ПРЕБЫВАНИЕМ ЛЮДЕЙ НА ПРИМЕРЕ НОЧНЫХ КЛУБОВ

**А.А. Задурова;**

**А.В. Матвеев, кандидат технических наук, доцент;**

**А.С. Смирнов, доктор технических наук, профессор.**

**Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России**

Проведен комплексный анализ крупнейших пожаров в ночных клубах мира, произошедших за последние два десятилетия. Выявлены критические факторы, оказывающие влияние на возникновение и развитие пожаров. Проведено обобщение с целью обозначения доминирующих критических факторов.

*Ключевые слова:* ночные клубы, пожар, критические факторы, эвакуация

## ANALYSIS OF FIRE AT OBJECTS WITH A MASS STAY OF PEOPLE ON THE EXAMPLE OF NIGHT CLUBS

A.A. Zadurova; A.V. Matveev; A.S. Smirnov.

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

The comprehensive analysis of the largest fires in the nightclubs of the world over the past decade has been conducted in the article. The critical factors that influence the occurrence and development of fires are identified, a generalization is carried out to identify the dominant critical factors.

*Keywords:* night clubs, fire, critical factors, evacuation

В настоящее время наиболее распространенными причинами чрезвычайных ситуаций на объектах с массовым пребыванием людей являются пожары. Важнейшими показателями эффективности функционирования системы пожарной безопасности на данных объектах являются значения количества погибших и получивших травмы в результате пожаров людей [1]. Решение задачи повышения уровня пожарной безопасности на объектах с массовым пребыванием людей предполагает проведение комплексного анализа произошедших ранее пожаров с целью выявления основных причин пожаров и факторов, приведших к значительному социальному и материальному ущербу.

Проблематика пожаров в ночных клубах является актуальной, так как подобные пожары, как правило, сопровождаются большим количеством человеческих жертв и огромным материальным ущербом [2, 3]. Ярчайшим примером, оставшимся в памяти многих людей, является пожар в клубе «Хромая лошадь» (г. Пермь) в ночь с 4 на 5 декабря 2009 г., в результате которого было зарегистрировано 95 погибших (с учетом умерших в больнице всего погибло 156 человек).

В табл. 1 представлены данные по крупнейшим пожарам, произошедшим в ночных клубах мира в период с 1998 г.

В проводимом исследовании анализируются основные причины и факторы, которые привели к возникновению пожаров в ночных клубах и большому социальному ущербу. В данной статье подробно рассматриваются три крупнейших пожара (в ночных клубах Бразилии, России и Таиланда) и представляются результаты в целом по всем произошедшим пожарам.

Таблица 1. Данные по пожарам в ночных клубах мира с 1998 г.

Год	Место происшествия	Погибшие	Пострадавшие
1998	Готенбург, Швеция	63	180
2002	Ла-Гуайра, Венесуэла	47	12
2003	Уэст-Уорик, США	100	200
2004	Буэнос-Айрес, Аргентина	193	60
2009	Пермь, Россия	156	100
	Бангкок, Таиланд	66	236
2010	Рио-де-Жанейро, Бразилия	–	14
2012	Пхукет, Таиланд	4	20
	Идвор, Сербия	3	8
2013	Кагаян-де-Оро, Сербия	6	24
	Санта-Мария, Бразилия	241	600
2015	Бухарест, Румыния	64	186
	Манадо, Индонезия	12	неизвестно
2016	Окленд, США	33	25

### Пожар в клубе «Kiss» (Бразилия, 2013 г.)

27 января 2013 г. произошел пожар в ночном клубе «Kiss» (г. Санта-Мария в Бразилии) во время выступления популярной рок-группы [4]. Пожар начался из-за использования пиротехники и привел к гибели 241 человека, еще 600 человек оказались пострадавшими (рис. 1).



Рис. 1. Последствия пожара в ночном клубе «Kiss», Бразилия

Одноэтажное здание клуба имело один выход, перед которым были установлены металлические барьеры для контроля посетителей при входе, окна в здании ночного клуба отсутствовали. Танцпол и сцена находились на возвышении, доступ к которым осуществлялся по лестнице.

По словам полиции и свидетелей, ночной клуб был переполнен. По информации средств массовой информации в клубе, рассчитанном на 1 000 человек, на момент пожара находилось около 2 000 человек [5]. Кроме того, было установлено, что в августе 2012 г. истек срок действия лицензии, проверки пожарной службой не проводились в течение нескольких месяцев. Кроме того, клуб «Kiss» был оснащен всего одним выходом, в то время как правила безопасности Бразилии требуют наличия как минимум двух.

Вскоре после катастрофы были проверены несколько ночных клубов в Бразилии. Случайные проверки в 29 ночных клубах в Сан-Паулу показали, что девять из них работали без лицензии, а восемь даже не были зарегистрированы.

## Особенности пожара и поведения людей

Пожар начался ночью, примерно в 2 ч 15 мин, когда участник выступающей музыкальной группы воспользовался пиротехническим устройством [4], благодаря чему произошло возгорание на потолке звукоизолирующей полиуретановой пены. Огонь и дым быстро распространились по всему зданию. Кроме пенополиуретана сильнее всего горела деревянная сцена и шторы. Пожар привел к отключению источника питания, посетители клуба оказались в темноте.

Позже произошло обрушение части крыши, что привело к смерти нескольких человек. Металлические барьеры перед входом сильно замедлили процесс эвакуации, что привело к давке, в ходе которой также погибли люди. По словам работников медицинской службы, абсолютное большинство посетителей клуба (около 90 %) погибло от вдыхания ядовитых паров дыма.

## Выявленные критические факторы

Ночной клуб «Kiss» продолжал свою деятельность по окончании срока лицензии. Нарушался закон, в здании клуба имелся только один выход вместо обязательных двух.

Используемая в отделке здания полиуретановая пена не была огнестойкой, что в значительной степени привело к возгоранию от пиротехники и быстрому распространению пламени. В помещении клуба не было установлено средств пожарной автоматики, а именно системы обнаружения пожаров, автоматической пожарной сигнализации, автоматических установок пожаротушения, а так же системы дымовых и тепловых пожарных извещателей. Попытки потушить пожар не увенчались успехом, потому что ночной клуб не был оснащен в полной мере огнетушителями, а имеющиеся огнетушители не все оказались исправными.

Клуб был переполнен, а также имел тупиковую конфигурацию. Перед входом стояли металлические барьеры, значительно замедляющие эвакуацию. Источник питания был поврежден разгорающимся огнем, и свет погас.

## Пожар в клубе «Хромая лошадь» (Россия, 2009 г.)

Ночью 5 декабря 2009 г. в клубе «Хромая лошадь», г. Пермь произошел пожар во время мероприятия, посвященного восьмилетию ночного клуба (рис. 2). Пожар начался из-за использования пиротехники на сцене, в результате чего загорелся потолок [6]. В общей сложности 156 человек погибли и 100 получили травмы различной степени тяжести.

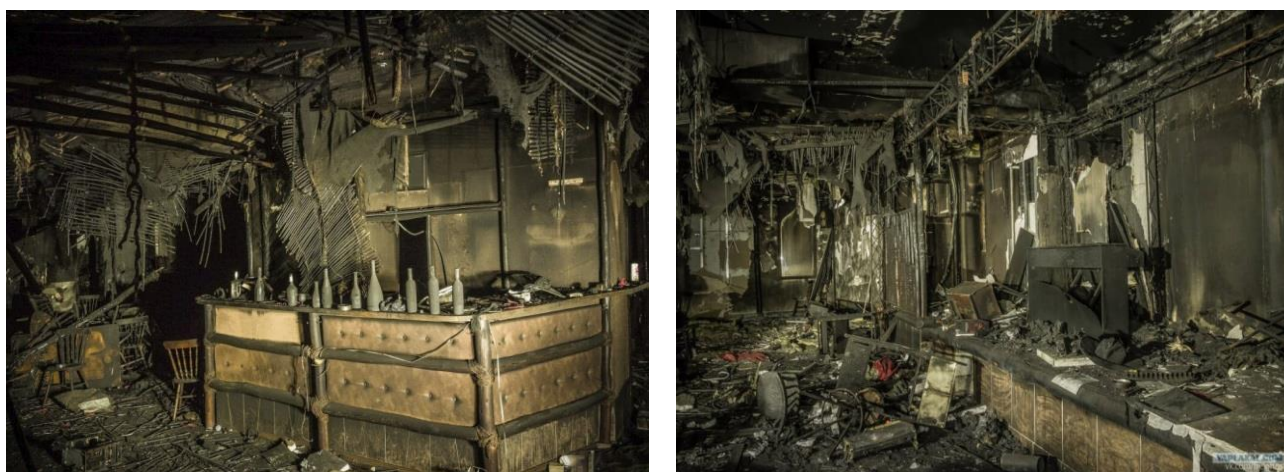


Рис. 2. Последствия пожара в ночном клубе «Хромая лошадь»



Ночной клуб располагался в одноэтажном здании площадью 500 м<sup>2</sup>, имел два выхода: главный вход и запасной. У главного входа были две двойные распашные двери, расположенные друг за другом. В ночь пожара была открыта только одна створка каждой из двух распашных дверей. Запасной выход не был обозначен как эвакуационный. Помещение изнутри было плотно заставлено столами и стульями, что затрудняло процесс эвакуации. Внутренняя отделка здания состояла в основном из дерева; потолок был украшен ивовыми прутьями, в декоре присутствовала солома.

Ночной клуб рассчитан на 450 человек. Всего на мероприятии в ночь пожара было приглашено 282 человека. Точное количество присутствующих неизвестно, но ни в одном открытом источнике не упоминается о том, что помещение клуба было переполнено. Пиротехнические устройства, используемые на сцене «Хромой лошади», предназначались только для наружного применения. Ночной клуб уже получал два штрафа после проверки соблюдения правил пожарной безопасности годом ранее. Следующая проверка должна была по плану состояться через неделю, но произошел пожар.

### Особенности пожара и поведения людей

Пожар начался из-за использования пиротехники на сцене клуба, загорелся деревянный декор на потолке. Наличие в клубе легковоспламеняющихся декораций ускорило распространение пламени и дыма по всему помещению «Хромой лошади». Во время начала эвакуации охранники клуба смогли выломать вторую створку только у одной из двух распашных дверей у основного выхода, чтобы ускорить выход людей. Однако все равно образовалась огромная давка, сопровождающаяся людской паникой [7]. Некоторые из сотрудников вышли через черный ход, о котором обычные посетители клуба не знали. Большинство людей погибли от удушья продуктами горения, многие получили ожоги [8].

### Выявленные критические факторы

Ночной клуб получал штрафы за несоблюдение правил пожарной безопасности годом ранее. Используемый пиротехнический материал был предназначен только для наружного применения. Выбор легковоспламеняющихся материалов для декораций привел к моментальному возгоранию и быстрому распространению огня и дыма. Не было доказательств наличия средств пожарной автоматики, а именно системы обнаружения пожаров, автоматической пожарной сигнализации, автоматических установок пожаротушения, а также системы дымовых и тепловых пожарных извещателей. Запасной выход не был обозначен внутри помещения, и обычные посетители не могли его идентифицировать. Эвакуация через основной выход не могла осуществляться в полном объеме, так как вторые створки обеих дверей были заблокированы.

### Пожар в клубе «Santika» (Таиланд, 2009 г.)

В ночь с 31 декабря на 1 января 2009 г. произошел пожар в очень популярном ночном клубе «Santika» в г. Бангкоке [9]. Пожар начался из-за использования на сцене пиротехники. В результате пожара погибло 66 человек, получили повреждения 236 человек.

Ночной клуб представлял собой отдельно стоящее двухэтажное здание, один этаж располагался под землей. Внутри клуб был разделен на три основные зоны.

В здании было три основных пути эвакуации: главный выход и две двери шириной 70 см, ведущие на террасу. За сценой были коридоры, которые могли бы использоваться для эвакуации, но было бы очень трудно выйти туда без помощи персонала клуба, хорошо знакомого с планом здания. На восточной стороне здания было шесть высоких окон шириной 70 см. Два окна во время пожара использовались как двери и стали частью основного пути эвакуации. В отчете о расследовании пожара говорится, что у остальных окон не было ручек,

чтобы их открыть, но стекло было разбито, и окна также были использованы для эвакуации. На южной стороне было четыре окна, защищенных железными решетками, которые не могли быть использованы для эвакуации. Расстояние между мебелью в зоне отдыха и основным выходом было слишком незначительным для обеспечения быстрой эвакуации [10].

Было установлено, что в основной зоне клуба находились 1 000–1 200 человек, что превышает допустимое количество. В ходе расследования пожара стало известно, что здание ночного клуба имело лицензию жилого здания, а значит клуб «Santika» функционировал незаконно.

### Особенности пожара и поведения людей

Пожар начался через несколько минут после полуночи из-за использования на сцене пиротехники, вследствие чего произошло возгорание в районе потолка. Огонь и дым быстро распространились по всему зданию. Вскоре после того как пожар вспыхнул, произошел сбой питания, и в ночном клубе погас свет.

Поскольку в клубе не было аварийного освещения, отсутствовало большинство знаков аварийного выхода, люди с трудом могли понять, куда им следует направляться. В первые секунды пожара многие из людей восприняли происходящее как часть шоу. Однако несколько человек, включая выступающих на сцене, начали немедленно эвакуироваться [11]. Некоторое время спустя с высоты 10 м упала огромная люстра (рис. 3), что стало причиной смерти нескольких людей.



Рис. 3. Ночной клуб «Santika» до и после пожара

### Выявленные критические факторы

Ночной клуб был лицензирован как жилое помещение, поэтому действовал незаконно и не отвечал требованиям пожарной безопасности. Пожар начался из-за использования пиротехнического устройства и быстро распространился благодаря использованию легковоспламеняющихся материалов в отделке здания. Не было установлено средств пожарной автоматики, а именно системы обнаружения пожаров, автоматической пожарной сигнализации, автоматических установок пожаротушения, а так же системы дымовых и тепловых пожарных извещателей.

Ночной клуб был переполнен. Столы и прочая мебель препятствовали эвакуации. Поскольку в ночном клубе не было аварийного освещения и было только несколько освещенных указателей, посетителям было трудно найти выход.

Выше были представлены результаты анализа трех крупнейших пожаров, произошедших в ночных клубах в последнее десятилетие, выявлены основные критические факторы, способствовавшие возникновению чрезвычайных ситуаций и приведшие к значительному социальному ущербу. Также в рамках проводимого исследования были проанализированы еще шесть пожаров, по которым удалось получить информацию из открытых источников [12–14]. Ни в одном случае к большому ущербу не приводил какой-то один единственный фактор, каждое возгорание случалось и приобретало крупный масштаб из-за совокупности различных критических факторов (табл. 2).

Таблица 2. Результаты анализа пожаров в ночных клубах

Название	Причина пожара	Отделка ночного клуба/декорации	Пожарная автоматика	СОУЭ	Вместимость
«Gothenburg dancehall», Готенбург, Швеция	Поджог, нарушение норм и правил пожарной безопасности	Легковоспламеняющиеся материалы; обилие праздничных декораций	Отсутствовала	Главный вход был частично перекрыт	150 человек, на момент пожара находилось около 400 человек
«LaGoajira», Ла-Гуайра, Венесуэла	Неисправная проводка, нарушение норм и правил пожарной безопасности	Легковоспламеняющиеся материалы	Отсутствовала	Не было запасного выхода; тупиковая планировка	На момент пожара превышена
«The Station», Уэст-Уорик, США	Пиротехника, нарушение норм и правил пожарной безопасности	Легковоспламеняющиеся материалы	Была неисправна	Запасные выходы не обозначены; тупиковая планировка	400 человек, на момент пожара находилось около 500 человек
«Republica Cro Magnon», Буэнос-Айрес, Аргентина	Пиротехника, нарушение норм и правил пожарной безопасности	Легковоспламеняющиеся материалы	Отсутствовала	Главный вход был частично перекрыт; запасной выход закрыт; не было аварийного освещения	1 030 человек, на момент пожара находилось около 3 000 человек
«Хромая лошадь», Пермь, Россия	Пиротехника, нарушение норм и правил пожарной безопасности	Дерево; соломенный декор; ивовые прутья	Отсутствовала	Главный вход был частично перекрыт; запасные выходы не были обозначены	450 человек, на момент пожара, не превышена
«Santika», Бангкок, Таиланд	Пиротехника, нарушение норм и правил пожарной безопасности	Легковоспламеняющиеся материалы	Отсутствовала	Решетки на окнах; перекрыты проходы; запасные выходы не обозначены; не было аварийного освещения	На момент пожара 1 000–1 200 человек, превышена

Название	Причина пожара	Отделка ночного клуба/декорации	Пожарная автоматика	СОУЭ	Вместимость
«Kiss», Санта-Мария, Бразилия	Пиротехника, нарушение норм и правил пожарной безопасности	Легковоспламеняющиеся материалы	Отсутствовала	Не было запасного выхода; главный вход был частично перекрыт; не было аварийного освещения	1 000 человек, на момент пожара, превышена вдвое
«Colectiv», Бухарест, Румыния	Пиротехника, нарушение норм и правил пожарной безопасности	Легковоспламеняющиеся материалы	Частично неисправна	Перекрыты проходы; запасной выход был закрыт	400 человек, на момент пожара, не превышена
«Ghost Ship», Окленд, США	Возможен поджог, нарушение норм и правил пожарной безопасности	Легковоспламеняющиеся материалы	Отсутствовала	Главный вход был частично перекрыт	От 50 до 100 человек на момент пожара, не превышена

Представленные результаты наглядно демонстрирует, что большинство исследуемых пожаров произошли из-за использования пиротехнических средств. Во всех семи случаях внутренняя отделка ночных клубов состояла из горючих материалов, которые ускорили распространение огня и дыма. Фактически все заведения функционировали незаконно и были переполнены.

Во всех рассмотренных случаях пожаров в ночных клубах не было установлено средств пожарной автоматики либо они не функционировали надлежащим образом. В нескольких случаях люди пытались потушить пожар на начальном этапе, но из-за неисправности огнетушителей не смогли достичь требуемого результата.

Очевидно, что во всех рассмотренных пожарах в клубах со смертельным исходом доступное безопасное время выхода было значительно меньше требуемого. Исследуя трагедии, произошедшие в ночных клубах, необходимо также отметить еще тот фактор, что многие люди находились в состоянии алкогольного опьянения. Алкоголь не только замедляет время реакции, но может значительно ухудшить когнитивные способности и скорость принятия решений в критической ситуации. Это также оказывало существенное влияние на процесс эвакуации.

Для снижения риска пожаров в ночных клубах, включая сокращение числа погибших и получивших травмы в результате пожара людей, контролирующим органам следует уделять особо пристальное внимание заведениям подобного типа. Нарушение правил пожарной безопасности в подобных заведениях неминуемо ведет к потенциальной возможности появления большого числа жертв и, тем самым, наносит огромный ущерб.

### Литература

1. Матвеев А.В. Организационные и методические аспекты обеспечения безопасности потенциально опасных объектов. СПб.: С.-Петербург. ун-т ГПС МЧС России, 2019. 144 с.
2. Пузач С.В., Смагин А.В. К вопросу обеспечения безопасности людей при возникновении пожаров в ресторанах, барах и ночных клубах // Наркология. 2009. Т. 8. № 10 (94). С. 93–96.
3. Задурова А.А. Проблемы обеспечения безопасности людей при пожарах в ночных клубах // Проблемы обеспечения безопасности при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. 2018. Т. 1. С. 216–218.

4. Spiegel Online. «Brandkatastrophe in Brasilien: Polizei beschuldigt Discobesitzer und Musiker [Fire catastrophe in Brazil: Police accuses nightclub owner and musicians]». 2013. 23 march URL: <http://www.spiegel.de/panorama/justiz/neun-anklagen-nach-brand-katastrophe-in-disco-in-brasilien-a-890558.html>. (дата обращения: 14.12.2019).
5. BBC NEWS. Eyewitness: Kiss night club fire in Santa Maria, Brazil. 2013. 28 january. URL: <http://www.bbc.co.uk/news/world-latin-america-21223725> (дата обращения: 14.12.2019).
6. «Хромая лошадь» сама виновата. URL: <https://www.gazeta.ru/social/2010/03/09/3335682.shtml> (дата обращения: 14.12.2019).
7. Пожар в клубе «Хромая лошадь»: причины пожара, число жертв. URL: <https://fb.ru/article/224829/pozhar-v-klube-hromaya-loshad-prichinyi-pojara-chislo-jertv> (дата обращения: 14.12.2019).
8. Алексеев А.А., Шаповалов С.Г. Анализ организации оказания медицинской помощи обожженным в чрезвычайной ситуации во время крупномасштабного пожара в ночном клубе «Хромая лошадь» (г. Пермь) // Медико-биологические и социально-психологические проблемы безопасности в чрезвычайных ситуациях. 2011. № 4. С. 9–14.
9. Kobayashi K. Fire Investigation Report of Club «Santika» in Bangkok // Fire Science and Technology. 2011. Vol. 30. № 2 (Special Issue). Pp. 45–54.
10. Chantranuwat P. Remembering Santika // NFPA Journal. January/February 2010.
11. Disturbing details in Thai blaze inquiry // BBC NEWS. 2009. 4 April. URL: <http://news.bbc.co.uk/2/hi/asia-pacific/7981841.stm>. (дата обращения: 09.12.2019).
12. Grosshandler W, Bryner N, Madrzykowski D, Kuntz K. Report of the technical investigation of The Station Nightclub fire: appendices // NIST NCSTAR. 2005. 2.
13. de Pires Nunes, F., dos Santos, I.P., Souza, J.C. and Vargas, V.D.C.C., 2018. OS MOTIVOS DAS MORTES POR INCÊNDIOS EM LOCAIS DE REUNIÃO DE PÚBLICO: UMA ANÁLISE ESTATÍSTICA // Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental, 7. Pp. 333–349.
14. Klingsch W.W., Rogsch C., Schadschneider A., Schreckenberg M. Pedestrian and evacuation dynamics 2008. Springer Science & Business Media, 2010.

## References

1. Matveev A.V. Organizacionnye i metodicheskie aspekty obespecheniya bezopasnosti potencial'no opasnyh ob"ektov. SPb.: S.-Peterb. un-t GPS MCHS Rossii, 2019. 144 s.
2. Puzach S.V., Smagin A.V. K voprosu obespecheniya bezopasnosti lyudej pri vzniknovenii pozharov v restoranah, barah i nochnyh klubah // Narkologiya. 2009. T. 8. № 10 (94). S. 93–96.
3. Zadurova A.A. Problemy obespecheniya bezopasnosti lyudej pri pozharah v nochnyh klubah // Problemy obespecheniya bezopasnosti pri likvidacii posledstvij chrezvychajnyh situacij. 2018. T. 1. S. 216–218.
4. Spiegel Online. «Brandkatastrophe in Brasilien: Polizei beschuldigt Discobesitzer und Musiker [Fire catastrophe in Brazil: Police accuses nightclub owner and musicians]». 2013. 23 march URL: <http://www.spiegel.de/panorama/justiz/neun-anklagen-nach-brand-katastrophe-in-disco-in-brasilien-a-890558.html>. (дата obrashcheniya: 14.12.2019).
5. BBC NEWS. Eyewitness: Kiss night club fire in Santa Maria, Brazil. 2013. 28 january. URL: <http://www.bbc.co.uk/news/world-latin-america-21223725> (дата obrashcheniya: 14.12.2019).
6. «Hromaya loshad'» sama vinovata. URL: <https://www.gazeta.ru/social/2010/03/09/3335682.shtml> (дата obrashcheniya: 14.12.2019).
7. Pozhar v klube «Hromaya loshad'»: prichinyi pozhara, chislo zhertv. URL: <https://fb.ru/article/224829/pozhar-v-klube-hromaya-loshad-prichinyi-pojara-chislo-jertv> (дата obrashcheniya: 14.12.2019).
8. Alekseev A.A., Shapovalov S.G. Analiz organizacii okazaniya medicinskoj pomoshchi obozhzhennym v chrezvychajnoj situacii vo vremya krupnomasshtabnogo pozhara v nochnom klube «Hromaya loshad'» (g. Perm') // Mediko-biologicheskie i social'no-psihologicheskie problemy bezopasnosti v chrezvychajnyh situacijah. 2011. № 4. S. 9–14.

9. Kobayashi K. Fire Investigation Report of Club «Santika» in Bangkok // Fire Science and Technology. 2011. Vol. 30. № 2 (Special Issue). Pp. 45–54.
10. Chantranuwat P. Remembering Santika // NFPA Journal. January/February 2010.
11. Disturbing details in Thai blaze inquiry // BBC NEWS. 2009. 4 April. URL: <http://news.bbc.co.uk/2/hi/asia-pacific/7981841.stm>. (data obrashcheniya: 09.12.2019).
12. Grosshandler W, Bryner N, Madrzykowski D, Kuntz K. Report of the technical investigation of The Station Nightclub fire: appendices // NIST NCSTAR. 2005. 2.
13. de Pires Nunes, F., dos Santos, I.P., Souza, J.C. and Vargas, V.D.C.C., 2018. OS MOTIVOS DAS MORTES POR INCÊNDIOS EM LOCAIS DE REUNIÃO DE PÚBLICO: UMA ANÁLISE ESTATÍSTICA // Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental, 7. Pp. 333–349.
14. Klingsch W.W., Rogsch C., Schadschneider A., Schreckenberg M. Pedestrian and evacuation dynamics 2008. Springer Science & Business Media, 2010

---

---

# **ПОЖАРНАЯ ТАКТИКА, ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОЦЕССОВ ГОРЕНИЯ И ТУШЕНИЯ**

---

---

## **ОБОРУДОВАНИЕ ПЕННОГО ТУШЕНИЯ НАСОСНЫХ УСТАНОВОК ПОЖАРНЫХ АВТОМОБИЛЕЙ: СОСТОЯНИЕ, ИННОВАЦИИ, ПРОБЛЕМЫ, ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ**

**А.И. Преснов, кандидат технических наук, доцент;**

**А.А. Печурин, кандидат технических наук, доцент;**

**А.В. Данилевич.**

**Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России**

Рассмотрены и проанализированы системы получения водного раствора пенообразователя и воздушно-механической пены насосных установок пожарных автомобилей в России и за рубежом на современном этапе. Показаны их преимущества и недостатки. Представлены различные конструктивные технические решения при разработке данных систем.

*Ключевые слова:* пенообразователь, водный раствор, воздушно-механическая пена, насосный агрегат, система дозировки, технология подачи, компрессионная пена

## **EQUIPMENT FOAM FIRE FIGHTING PUMPING SYSTEMS OF FIRE-FIGHTING VEHICLES: STATUS, INNOVATIONS, PROBLEMS, TECHNICAL SOLUTIONS**

**A.I. Presnov; A.A. Pechurin; A.V. Danilevich.**

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

Considered and analyzed the system of obtaining an aqueous solution of foaming agent and air-mechanical foam pumping units of fire trucks in Russia and abroad at the present stage. Their advantages and disadvantages are shown. Various design technical solutions for the development of these systems are presented.

*Keywords:* foaming agent, water solution, air-mechanical foam, pumping unit, dosage system, technology supply, compression foam

Среди огнетушащих веществ воздушно-механическую пену можно рассматривать как наиболее распространённое (после воды) средство локализации и ликвидации очагов горения. Тушение пожаров на промышленных предприятиях, складах нефтепродуктов, транспорте невозможно представить без пенного пожаротушения. Воздушно-механическая пена (ВМП), в виду своей структуры, способна не только охлаждать горящие материалы, но и перекрывать доступ кислорода в зону горения. Применение ВМП при тушении пожара приводит к сокращению расхода воды. С помощью ВМП осуществляется возможность объёмного пожаротушения.

Пожарная автоцистерна любого класса и типа (более 80 % от общего парка пожарных автомобилей) имеет в своём составе оборудование для получения ВМП.

Подачу огнетушащих веществ, в том числе и ВМП при тушении большинства пожаров обеспечивают насосные установки, монтируемые на основных пожарных автомобилях. В России в соответствии с требованиями [1], в состав пожарного насоса должна входить система подачи и дозировки пенообразователя, которая может быть ручного или автоматического типа.

В настоящее время пожарные автомобили комплектуются различными системами пенного пожаротушения, которые можно условно разделить по способу получения ВМП и по способу получения пенного раствора.

Получают ВМП, как традиционно, путём смешивания пенного раствора (водного раствора пенообразователя) с воздухом в воздушно-пенных стволах или пеногенераторах, так и инновационно компрессионным способом – пневматическая пена.

Для получения пенного раствора широко применяются различные системы пеносмешения (получения водного раствора пенообразователя) эжекционного типа. Основой данных систем является струйный (водоструйный) насос, в котором пенообразователь перемещается (эжектируется) потоком воды на выходе из сопла в диффузор. Необходимая процентная концентрация пенного раствора создаётся при помощи калиброванного крана (крана-дозатора), установленного на линии подачи пенообразователя в струйный насос. Данные системы просты и компактны в конструктивном исполнении, имеют высокую надёжность из-за отсутствия подвижных (трущихся) деталей, но при этом характеризуются общим недостатком – низким коэффициентом полезного действия (КПД).

Струйный насос является составной частью струйной насосной установки, при этом производительность насоса зависит от ряда факторов. Так кавитационные явления, происходящие в водоструйном насосе, из-за снижения статического давления на выходе из сопла в диффузор, могут значительно влиять и сокращать объём перекачиваемой жидкости. Одним из требований при эксплуатации водоструйных насосов является поддержание давления рабочей жидкости и недопущение увеличения противодавления выше указанного в инструкции по эксплуатации.

Снижение эффективности работы водоструйного насоса может быть вызвано деформацией или сдвигом его элементов, а именно: нарушением центровки сопла по отношению оси камеры смешения, изменением расстояния между соплом и диффузором, а также засорением отверстия сопла и всасывающего трубопровода и нарушение герметичности тех частей струйного насоса, которые находятся под разрежением.

Пеносмесители эжекционного типа устанавливаются в составе насосного агрегата между напорной и всасывающей полостями насоса или в составе насосной установки на водяной напорной магистрали.

При установке в составе насосного агрегата часть подаваемой насосом воды расходуется для работы пеносмесителя, что в итоге снижает подачу, напор и соответственно КПД пожарного насоса. Кроме того, наличие в корпусе пожарного насоса водного раствора пенообразователя сокращает срок его службы.

Установка пеносмесителя на водяной напорной магистрали пожарного насоса позволяет осуществлять раздельную подачу воды и ВМП. При подаче ВМП по такой схеме пожарный насос используется для подачи воды. Но в этом случае пеносмеситель оказывает большое сопротивление и соответственно снижает напор на выходе.

Эжекционные системы подачи и дозировки пенообразователя ручного типа уже много лет апробированы в составе отечественных и зарубежных пожарных насосов. Существенный недостаток данных систем – большая погрешность при получении требуемой процентки водного раствора пенообразователя и особенно при изменении режима работы пожарного насоса.



Более высокую точность дозирования обеспечивают автоматические системы подачи и дозировки пенообразователя. В таких системах при получении водного раствора дозирование происходит пропорционально расходу водного потока и в соответствии с типом пенообразователя.

Уже много лет на отечественных пожарных автомобилях находит применение насос центробежный пожарный комбинированный NH-30 австрийской фирмы «Rosenbauer», который предназначен для подачи воды и водных растворов пенообразователей и прошёл испытания в ФГУ ВНИИПО МЧС России. Насос оборудован простой и надёжной автоматической системой дозирования пенообразователя эжекционного типа «FIX MIX», которая позволяет без участия оператора производить дозировку пенообразователя для получения 3 % или 6 % его водного раствора независимо от расхода и давления на насосе в пределах диапазона производительности насоса от 0 до 40 л/с и во всём диапазоне рабочих давлений. Система «FIX MIX» работает как в режиме нормального давления (НД), так и высокого давления насоса.

Принцип работы автоматической системы дозирования пенообразователя в режиме НД «FIX MIX» следующий (рис. 1): находясь в зависимости от уровня подачи воды ступени НД нижняя часть дозирующего пропорционального клапана 1 поднимается в соответствии с показателями расхода воды. Это поднимающееся движение передается на клапан дозировки пены 2. Когда система дозирования пенообразователя активизируется и открывается клапан 9, пенообразователь из пенобака 6 через пенный клапан 2 эжектируется в струйный насос 8, и, смешиваясь с водой, образует в насосе водный раствор требуемой концентрации. Таким образом, дозирование пенообразователя в насосе происходит в соответствии с расходом водного потока.

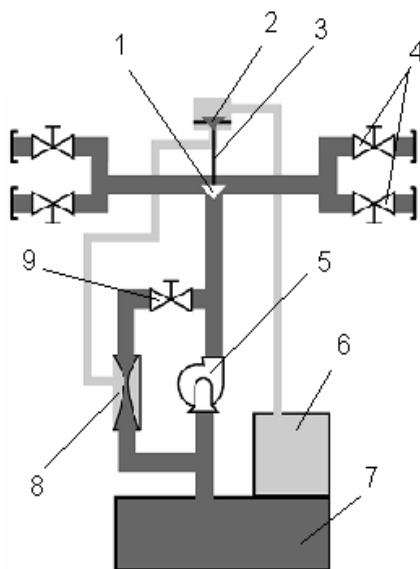


Рис. 1. Схема устройства автоматической системы дозирования пенообразователя в режиме НД «FIX MIX» [2]:

- 1 – водный клапан (конус) дозирующего пропорционального клапана; 2 – пенный клапан (конус) дозирующего пропорционального клапана; 3 – шток дозирующего пропорционального клапана; 4 – напорные вентили ступени НД; 5 – ступень НД пожарного насоса NH-30; 6 – бак с пенообразователем; 7 – цистерна с водой; 8 – инжектор; 9 – клапан подачи воды под НД к инжектору**

Автоматическую систему дозирования пенообразователя иного типа – FireDos фирма Magirus устанавливает на пожарные автомобили. Принцип её действия основан на использовании энергии потока воды, проходящего через гидромотор. Энергия потока

преобразуется в крутящий момент, который передается на вал плунжерного насоса. Насос под высоким давлением (около 40 бар) подаёт пенообразователь в этот водный поток. Внутренний объем гидромотора и объем плунжеров подбираются таким образом, чтобы обеспечить требуемое соотношение воды и пенообразователя для получения раствора. Использование системы плунжерного насоса позволяет осуществлять забор пенообразователя из посторонней ёмкости, находящейся на более удалённом расстоянии (как по вертикали, так и по горизонтали) от пеносмесителя в сравнении с пеносмесителями эжекционного типа. Плунжерный насос FireDos позволяет подавать в водный поток пенообразователь, кинематическая вязкость которого в несколько раз превышает требования ГОСТ Р 50588–2012 [3] ( $100 \text{ мм}^2 \text{ с}^{-1}$ ).

Автоматические системы подачи и дозировки пенообразователя, в сравнении с ручными, дают меньшую погрешность дозирования. Их недостатком может быть признана более сложная (по сравнению с ручными системами) конструкция. При их эксплуатации требуется выполнение определённых операций технического обслуживания. Например, при эксплуатации системы FireDos требуются операции технического обслуживания, связанные с проверкой уровня и заменой смазки в насосе.

В ручных и автоматических системах подачи и дозировки пенообразователя насосных установок пожарных автомобилей, приведённых выше, получение водного раствора пенообразователя обеспечивается механическим путём и не позволяет контролировать основные параметры при работе данных систем. В настоящее время как за рубежом, так и в нашей стране находят применение электронные системы дозирования пенообразователя, в которых аналогично автоматическим системам дозирования, водопенный раствор получают путём впрыска пенообразователя в напорные патрубки пожарного насоса или напорные рукавные линии. Принцип работы данных систем следующий [4]: при подаче воды от пожарного насоса расходомер измеряет поток воды и посылает сигнал на цифровой блок управления микропроцессора, который в зависимости от установочных параметров концентрации водного раствора пенообразователя, подаёт управляющую команду на выбор режима работы насоса, подающего пенообразователь. В итоге системы обеспечивают постоянное соотношение пенообразователя в потоке воды, независимо от изменений давления и расхода на выходе пожарного насоса. При увеличении или уменьшении напора и расхода воды количество впрыскиваемого пенообразователя автоматически увеличивается или уменьшается. Системы позволяют не только устанавливать необходимую процентную концентрацию пенообразователя в водном растворе, но и получать сведения об общем количестве воды и пенообразователя за период эксплуатации, отображать давление впрыска пенообразователя и др.

До настоящего времени в России такие системы применялись в основном зарубежного производства: FoamPro, Hale FoamLogix, которые обеспечивают концентрацию водного раствора пенообразователя в пределах от 0,1 % до 10 % с точностью дозирования  $\pm 0,05$  %, STD (модели Triton, Cameleon, Salamandre) с дозировкой от 1 % до 6 % и др.

Системы пеносмещения FoamPro (производство США, поставщик в Россию ООО ТПП «Пеленг») создают водный раствор пенообразователя в диапазоне расходов пожарного насоса от 3 л/с до 120 л/с. Насос, подающий пенообразователь, в зависимости от модели системы может иметь гидравлический привод (гидромотор) или электродвигатель постоянного тока напряжением 24 В. Система FoamPro работает следующим образом (рис. 2). При подаче воды пожарным насосом 1 расходомер 4 измеряет поток воды и подаёт электрический сигнал на цифровой блок управления 2 микропроцессора. Производительность насоса 6, подающего пенообразователь, контролируется датчиком и микропроцессором. Постоянное сравнение этих двух сигналов микропроцессором обеспечивает постоянное соотношение пенообразователя в потоке воды, независимо от изменений давления и расхода на выходе пожарного насоса 1. При увеличении или уменьшении напора и расхода воды количество впрыскиваемого пенообразователя автоматически увеличивается или уменьшается. Пенообразователь впрыскивается в поток

воды на выходе из пожарного насоса 1. Контрольный (обратный) клапан 3 исключает попадание пенообразователя в пожарный насос и ёмкость для воды.

Системы FoamLogix (в зависимости от модели) работают в диапазоне расхода воды от 0,5 л/с до 300 л/с и комплектуются насосами, подающими пенообразователь с электродвигателем постоянного тока. Работа электронной системы дозирования и впрыска пенообразователя Foam Logix рассмотрена в работе [4].

В системах пеносмещения компании CTD подачу пенообразователя обеспечивает 3-поршневой насос с электроприводом. Регулировка подачи пенообразователя происходит за счёт изменения частоты вращения электрического двигателя напряжением 12 или 24 В в пропорции к расходу воды (табл. 1).

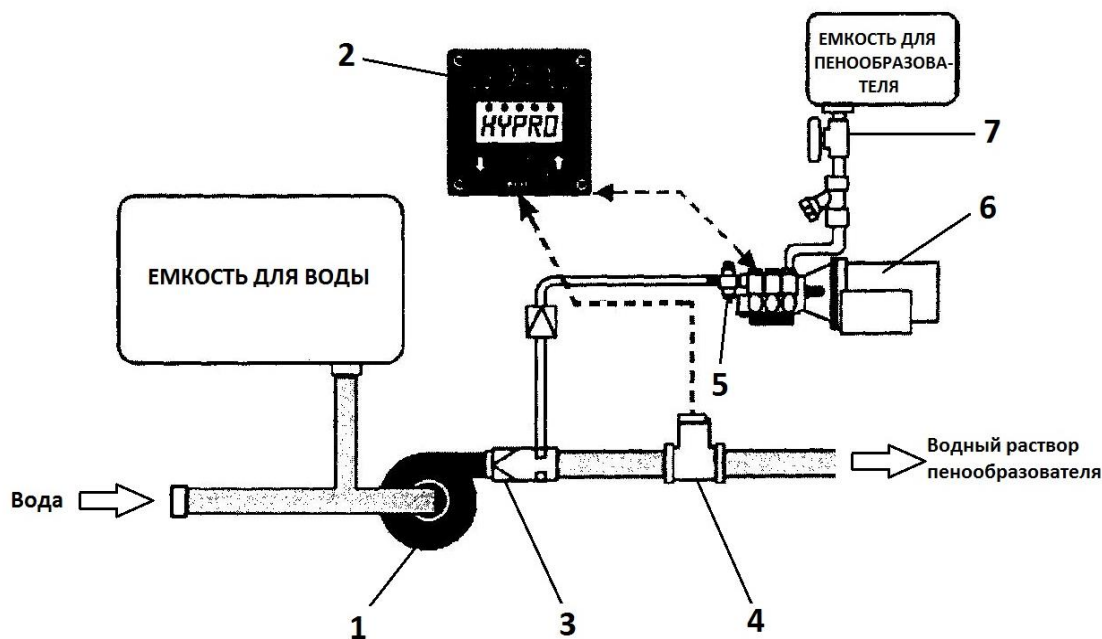


Рис. 2. Общая компоновочная схема системы FoamPro:

1 – пожарный насос; 2 – цифровой блок управления; 3 – контрольный (обратный) клапан; 4 – расходомер; 5 – дозирующий нагнетательный клапан; 6 – насос и двигатель для подачи пенообразователя; 7 – фильтр

Таблица 1

Модель системы CTD	Диапазон расхода воды, л/мин
Triton	30...1 250
Cameleon	50...4 000
Salamandre	100...20 000

Система модели Triton обеспечивает дозированный впрыск пенообразователя в напорные линии нормального давления (20 бар) и высокого давления (40 бар) комбинированных пожарных насосов.

В некоторых системах дозирования пенообразователя реализуются и другие конструктивные решения. Так, в системе PDmatic компании PF Pumpen und Feuerlöschtechnik GmbH с торговой маркой JOHSTADT (Германия) для привода насоса, подающего пенообразователь, используется энергия от приводного вала пожарного насоса, в результате не требуется дополнительная энергия привода. При этом оборудование системы монтируется на корпусных деталях пожарного насоса.

В настоящее время такие системы производят и в России. АО «Транснефть-Верхняя Волга» (г. Нижний Новгород) изготавливает установки дозирования пенообразователя

АУДП-100 и АУДП-150 для применения с центробежными пожарными насосами нормального давления производительностью 100 и 150 л/с (табл. 2).

Установка АУДП имеет три независимых канала впрыска – в три напорные магистрали различного диаметра. Регулирование количества впрыскиваемого пенообразователя в каждом канале осуществляется автоматически, независимо от двух других каналов. Процесс автоматического регулирования организован по принципу системы с обратной связью, а именно: управляющее воздействие, направленное на увеличение (уменьшение) концентрации раствора пенообразователя, в потоке формируется в зависимости от того, какое значение концентрации фактически имеет место в текущий момент времени. Если фактическая концентрация пенообразователя в данный момент времени превышает заданную, то система автоматически формирует и подаёт управляющий сигнал на исполнительный орган, который под воздействием этого сигнала уменьшает количество впрыскиваемого пенообразователя. И, наоборот, в случае недостаточной концентрации раствора формируется противоположное воздействие, направленное на увеличение количества впрыскиваемого пенообразователя. Исполнительным органом, осуществляющим регулирование расхода, является кран-регулятор с электроприводом, установленный в каждой из трёх магистралей, по которым пенообразователь под давлением впрыскивается в поток воды. Фактическая концентрация раствора пенообразователя определяется путём непосредственного измерения расхода воды и пенообразователя в каждом канале регулирования. Эти данные в форме электрических сигналов поступают в электронный блок, где производится их обработка и формируется управляющий сигнал на кран-регулятор. Впрыск пенообразователя обеспечивается шестерённым насосом с приводом от гидравлической системы, состоящей из регулируемого гидронасоса (приводится во вращение от дополнительной трансмиссии автомобиля) и гидромотора.

Таблица 2. Технические характеристики АУДП [5]

Наименование параметра	Значение параметра	
	АУДП-100	АУДП-150
Номинальное значение производительности установки по раствору пенообразователя, л/с	100	150
Номинальное значение давления воды, в поток которой осуществляется дозированный впрыск пенообразователя, МПа	1,0	
Рабочий диапазон давлений воды, в котором установка обеспечивает дозированный впрыск пенообразователя, МПа	0,5–1,5	
Рабочий диапазон производительности по раствору пенообразователя (суммарно по всем каналам), л/с	3–120	3–180
Количество независимых каналов впрыска пенообразователя	3	
Условный проход водных напорных магистралей: 1 канал 2 канал 3 канал	DN 150 мм DN 80 мм DN 80 мм	DN 150 мм DN 150 мм DN 80 мм
Условный проход пенных магистралей, через которые осуществляется впрыск пенообразователя в водные магистрали: 1 канал 2 канал 3 канал	DN 40 мм DN 25 мм DN 15 мм	DN 40 мм DN 40 мм DN 15 мм
Концентрация раствора пенообразователя (соотношение по объёму) задаваемая и автоматически обеспечиваемая установкой в каждом независимом канале, %	1, 3, 6	
Точность автоматического поддержания заданной концентрации раствора пенообразователя в каждом независимом канале (относительное отклонение), %	5	
Потребляемая мощность гидронасоса, кВт	45	60
Номинальное напряжение электропитания, В	24	

На рис. 3 представлена схема водопенных коммуникаций пожарной автоцистерны АЦ-7,0-150(IVECO-АМТ 693912) с центробежным насосом ПН, оборудованном автоматической установкой дозирования пенообразователя АУДП-150, которая обеспечивает дозированный впрыск пенообразователя в напорные магистрали пожарного насоса, и резервной системой дозирования пенообразователя эжекционного типа.

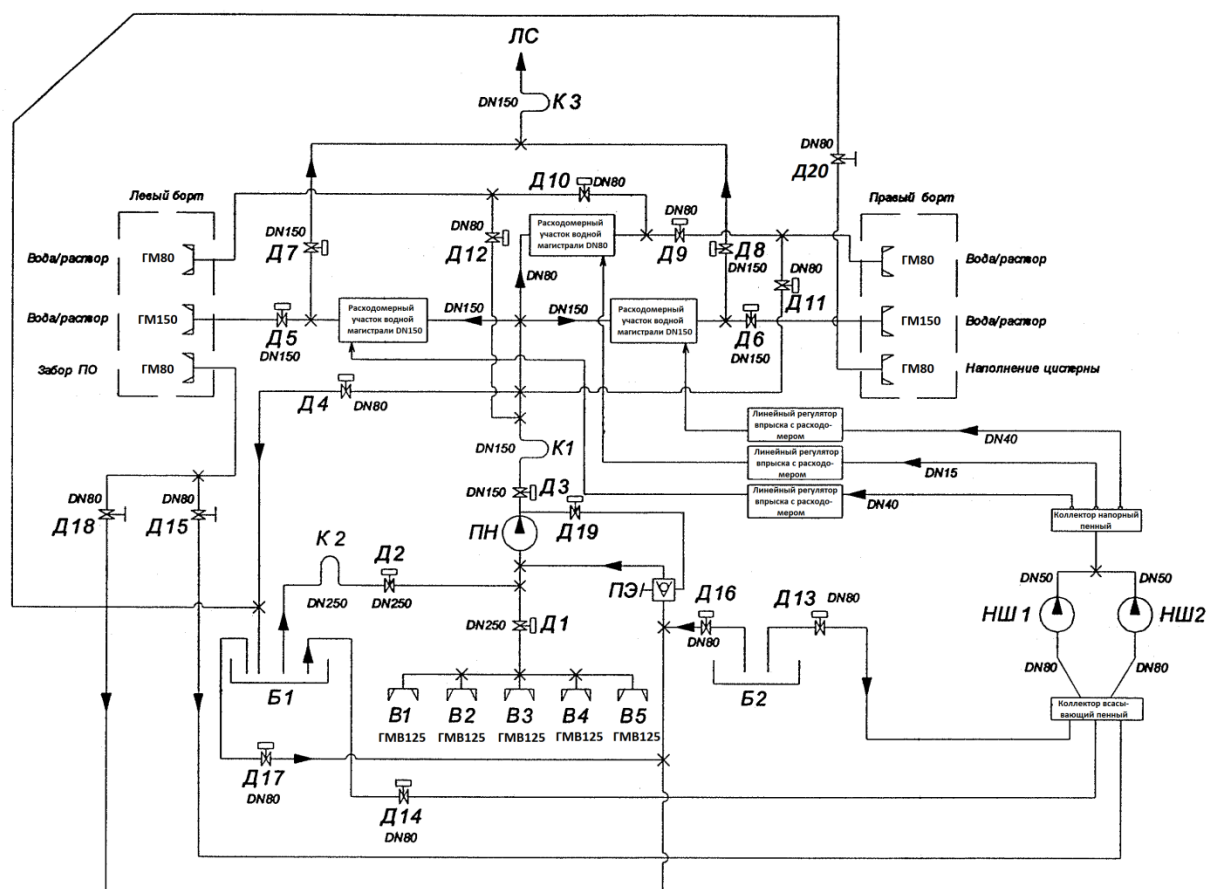


Рис. 3. Схема водопенных коммуникаций пожарной автоцистерны АЦ-7,0-150(IVECO-АМТ 693912)

Б1 – ёмкость для воды (цистерна); Б2 – ёмкость для пенообразователя (пенобак);  
 В1...В5 – всасывающие патрубки; ПН – пожарный насос Johstadt NP 10000; ЛС – лафетный ствол;  
 ПЭ – пеносмеситель эжекторного типа (PV-500); НШ1, НШ2 – насосы пенные;  
 К1...К3 – компенсаторы антивибрационные; Д1...Д14, Д16, Д17, Д19 – затворы дисковые,  
 поворотные с пневмоуправлением; Д15, Д18, Д20 – затворы дисковые, поворотные с ручным  
 управлением

В целом электронные системы дозирования пенообразователя позволяют получать пенный раствор с большей точностью смешивания пенообразователя с водой в сравнении с ручными и автоматическими системами получения водного раствора пенообразователя, рассмотренными ранее. Кроме того, электронные методы подачи и дозирования пенообразователя позволяют обеспечивать создание водного раствора любой кратности. В отличие от систем пеносмешения эжекционного типа данные системы создают меньшее сопротивление потоку, тем самым снижая потери напора. Применение таких систем в составе насосной установки пожарного автомобиля позволяет пожарному насосу при пенном тушении осуществлять подачу только воды, а также создаёт возможность одновременной подачи от насосного агрегата воды и водного раствора пенообразователя. При этом аналогично автоматическим системам дозирования пенообразователя, данные системы имеют сложную конструкцию, а применение микропроцессора увеличивает их цену.

Как отмечалось ранее, сегодня ВМП получают не только традиционным способом в воздушно-пенных стволах и пеногенераторах, но и инновационно-компрессионным способом: способом принудительного вспенивания сжатым воздухом водного раствора пенообразователя в смесительной камере и транспортировки к месту пожара по трубопроводам и пожарным рукавам. В Европе и США данный способ реализован на базе электронных систем дозирования пенообразователя. Так на базе системы FoamLogix американская компания «Hale» создала систему тушения CAFS, основные элементы которой включают в себя систему дозировки и впрыска пенообразователя Foam Logix (или другую), смеситель и компрессор. Немецкие фирмы Schmitz и Meinicke производят установки для тушения пожара пневматической пеной «One Seven», которые имеют модульную конструкцию и по устройству напоминают систему CAFS. Общие сведения об устройстве и работе данных систем рассмотрены в работе [4].

В России на заводе пожарных автомобилей «Спецавтотехника» (г. Екатеринбург) разработали несколько иную в отличии от зарубежных стран отечественную технологию получения компрессионной пены «Natisk». По данной технологии полученный с помощью дозирующего насоса поршневого типа водный раствор пенообразователя находится в специальной ёмкости, откуда под давлением поступает в смесительную камеру, где перемешивается со сжатым воздухом. Устройство и работа установки «Natisk» более подробно рассмотрены в работе [4].

Компрессионный способ получения и подачи ВМП показал высокую эффективность тушения при минимальном расходе огнетушащих средств. Транспортирование уже готовой ВМП по напорным пожарным рукавам показало определённые преимущества при тушении пожаров, особенно в высотных зданиях. Так, за счёт однородной структуры компрессионной пены (без остаточной жидкой фазы водного раствора пенообразователя) возможно осуществлять её подачу на высоту более 100 м при использовании насосных и компрессорных установок нормального давления. Кроме того, при прокладке напорных рукавных линий, заполненных компрессионной пеной, в сравнении с водой и водными растворами требуются меньшие трудозатраты.

При этом на практике из-за ограничений по производительности получаемой ВМП, данный способ эффективен при тушении локальных пожаров. Его невозможно использовать при объёмном пожаротушении и так называемых «пенных атаках». Проблемные вопросы данных систем рассмотрены в работе [4].

В итоге можно сделать вывод, что даже в перспективе традиционный способ получения ВМП в воздушно-пенных стволах и пеногенераторах будет востребован при необходимости её подачи с большой производительностью.

## **Литература**

1. ГОСТ Р 52283–2004. Насосы центробежные пожарные. Общие технические требования. Методы испытаний // Открытая база ГОСТов. URL: StandartGOST.ru (дата обращения: 29.07.2019).
2. Пожарная автоцистерна АЦ-3,2-40/4(43253) модель 001-МС: Руководство по эксплуатации 001-МС-00-000-00РЭ. М.: ЗАО «Производственное объединение «Спецтехника пожаротушения», 2011.
3. ГОСТ Р 50588–2012. Пенообразователи для тушения пожаров. Общие технические требования и методы испытаний // Открытая база ГОСТов. URL: StandartGOST.ru (дата обращения: 29.07.2019).
4. Преснов А.И., Данилевич А.В. Системы пенного тушения пожарных автомобилей. Новые технологии, проблемные вопросы, перспективы // Науч.-аналит. журн. «Вестник С.-Петербур. ун-та ГПС МЧС России». 2015. № 3. С. 47–54.
5. Установки дозирования пенообразователя «АУДП-100» и «АУДП-150». Руководство по монтажу и эксплуатации КШИН.063838.001РЭ. Н. Новгород: АО «Транснефть-Верхняя Волга», 2013.

## References

1. GOST R 52283–2004. Nasosy centrobezhnnye pozharnye. Obshchie tekhnicheskie trebovaniya. Metody ispytaniy // Otkrytaya baza GOSTov. URL: StandartGOST.ru (data obrashcheniya: 29.07.2019).
2. Pozharnaya avtotsisterna AC-3,2-40/4(43253) model' 001-MS: Rukovodstvo po ekspluatacii 001-MS-00-000-00RE. M.: ZAO «Proizvodstvennoe ob"edinenie «Spectekhnika pozharotusheniya», 2011.
3. GOST R 50588–2012. Penoobrazovateli dlya tusheniya pozharov. Obshchie tekhnicheskie trebovaniya i metody ispytaniy // Otkrytaya baza GOSTov. URL: StandartGOST.ru (data obrashcheniya: 29.07.2019).
4. Presnov A.I., Danilevich A.V. Sistemy pennogo tusheniya pozharnyh avtomobilej. Novye tekhnologii, problemnye voprosy, perspektivy // Nauch.-analit. zhurn. «Vestnik S.-Peterb. un-ta GPS MCHS Rossii». 2015. № 3. S. 47–54.
5. Ustanovki dozirovaniya penoobrazovatelya «AUDP-100» i «AUDP-150». Rukovodstvo po montazhu i ekspluatacii KSHIN.063838.001RE. N. Novgorod: AO «Transneft'-Verhnyaya Volga», 2013.

# ОБОСНОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТУШЕНИЯ ГОРЮЧИХ ЖИДКОСТЕЙ ТОНКОРАСПЫЛЕННОЙ ВОДОЙ НА НАЧАЛЬНОЙ СТАДИИ ПОЖАРА

**А.Ю. Андриюшкин, кандидат технических наук, доцент.  
Балтийский государственный технический университет  
«ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.**

**Е.О. Афанасьев;**

**Е.Н. Кадочникова, кандидат технических наук, доцент.  
Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России**

Рассмотрен механизм тушения горючих жидкостей тонкораспыленной водой. Обоснована эффективность тушения горючих жидкостей тонкораспыленной водой на начальной стадии пожара.

*Ключевые слова:* распыление, тонкораспыленная вода, пожаротушение

## SUBSTANTIATION OF EFFICIENCY OF EXTINGUISHING COMBUSTIBLE LIQUIDS WITH FINELY DISPERSED WATER AT INITIAL STAGE OF FIRE

A.Yu. Andryushkin. Baltic state technical university «VOENMEH» named D.F. Ystinov.

E.O. Afanasiev; E.N. Kadochnikova.

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

The mechanism of extinguishing flammable liquids with thinly sprayed water is considered. The efficiency of extinguishing flammable liquids with thinly sprayed water at the initial stage of the fire is substantiated.

*Keywords:* spraying, thinly sprayed water, firefighting

В настоящее время возгорания горючих жидкостей (ГЖ), в частности нефти и нефтепродуктов, тушат пеной, которая чаще всего применяется при ликвидации пожаров на предприятиях добычи, транспортирования, хранения и переработки нефти. Однако главным недостатком пожаротушения пеной является высокая стоимость пены и сложность систем ее хранения и подачи. Применение пены оправдано при тушении развитых пожаров, когда площадь горения значительна. Для пожаров ГЖ на начальной стадии в замкнутых пространствах, когда площадь горения незначительна, эффективно тушение тонкораспыленной водой (ТРВ). Поэтому задача оценки параметров ТРВ при тушении ГЖ на начальной стадии пожара актуальна [1–6].

Рассмотрим механизм тушения ГЖ ТРВ. При использовании ТРВ тушение пламени ГЖ обусловлено не охлаждающим воздействием воды на поверхность ГЖ, а испарением большого количества капель воды в факеле пламени. При введении ТРВ в факел пламени происходит интенсивное образование водяного пара, что приводит к снижению его температуры, разбавлению смеси паров ГЖ и воздуха, а также к уменьшению поступления воздуха в область горения. Водяной пар поглощает излучение пламени, что препятствует распространению огня. Уменьшение температуры факела пламени обуславливает снижение температуры поверхности ГЖ, а, следовательно, убавляется поступление паров ГЖ в факел пламени.



Таким образом, пламя тушится за счет уменьшения поступления паров от поверхности ГЖ и окислителя из окружающей среды в область диффузионного перемешивания паров ГЖ и окислителя (кислорода воздуха). Критерием тушения является уменьшение температуры факела пламени до значений, при которых количество испаряющейся ГЖ не может обеспечить необходимую для горения концентрацию паров, которая оказывается в горючей смеси меньше нижнего концентрационного предела воспламенения.

В факеле пламени ГЖ мелкие капли воды существуют ограниченный промежуток времени. Капли воды диаметром  $d_k=40-80$  мкм превращаются в пар с температурой 700 К за 0,02–0,06 с;  $d_k=180-200$  мкм – за 0,20–0,25 с.

При этом капли воды пролетают расстояние в зоне горячих газов от 0,1–1,0 м при их начальной скорости 20–30 м/с.

Капли размером более  $d_k>200$  мкм могут преодолеть факел пламени и достичь поверхности ГЖ.

При развитии пожара ГЖ возникает мощный восходящий поток газов от очага, скорость потока газов достигает 8 м/с, и даже крупные капли уносятся этим потоком. Поэтому эффективно использовать ТРВ для ликвидации пожара на начальной стадии, когда:

- площадь горения не превышает 2,0 м<sup>2</sup>;
- высота факела пламени не более 2,0–2,5 м;
- температура факела пламени 1 000–1 100 К [1–7].

При применении ТРВ весь объем замкнутого пространства заполняется водяным паром, образующимся при испарении капель.

Для интенсивного парообразования, обусловленного значительной площадью теплообмена между каплями и горячим газом, размеры капель воды должны быть  $d_k < 80$  мкм.

Для повышения эффективности систем пожаротушения ТРВ необходима теоретическая оценка основных параметров тушения ГЖ:

- интенсивность подачи воды  $J_v$ (кг/(м<sup>2</sup>·с));
- время тушения  $\tau$ (с);
- средний диаметр капель  $d_k$ (м).

Далее проводим оценку времени нагрева и испарения капель при тушении горючих жидкостей ТРВ.

Зная средний диаметр капель ТРВ  $d_k$ , можно оценить время нагрева капель в пламени и время их испарения. Если капля воды нагревается при прохождении через факел пламени с температурой  $T_\phi$ , то изменение температуры капли  $T_k$  можно определить из выражения:

$$\frac{3}{4} \cdot \rho_v \cdot c_v \cdot \pi \cdot (0,5 \cdot d_k)^3 \cdot \frac{dT_k}{d\tau} = 4 \cdot \pi \cdot (0,5 \cdot d_k)^2 \cdot \alpha \cdot (T_\phi - T_k), \quad (1)$$

где  $\rho_v$  – плотность воды, кг/м<sup>3</sup>;  $T_k$  – температура капли, К;  $c_v$  – удельная теплоемкость воды, Дж/(кг·К);  $d_k$  – средний диаметр капель, (м);  $T_\phi$  – температура факела пламени, К.

Интегрируя выражение (1) определим время нагрева капли до температуры кипения:

$$\tau_n = \frac{1}{3} \cdot \frac{\rho_v \cdot c_v \cdot (0,5 \cdot d_k)}{\alpha} \cdot \ln \left( \frac{T_\phi - T_{k0}}{T_\phi - T_{кип}} \right), \quad (2)$$

где  $T_{k0}$  – начальная температура капли воды, К;  $\tau_n$  – время нагревания капли воды до температуры кипения  $T_{кип}$ , с.

Коэффициент теплоотдачи при нагревании капли рассчитывают по эмпирической формуле:

$$\alpha = \frac{\lambda}{(0,5 \cdot d_k)} \cdot (1 + 0,08 \cdot \text{Re}^{0,66}), \quad (3)$$

где  $\lambda$  – коэффициент теплопроводности горячего газа в факеле пламени, Вт/(м·К);  $d_k$  – средний диаметр капле, (м);  $\text{Re}$  – критерий Рейнольдса.

Учитывая, что размеры капле ТРВ достаточно малы, то в выражении (3) можно принять  $(1 + 0,08 \cdot \text{Re}^{0,66}) \approx 1$ , тогда выражение для определения времени нагрева капле (2) запишем:

$$\tau_H = \frac{1}{3} \cdot \frac{\rho_B \cdot c_B \cdot (0,5 \cdot d_k)^2}{\lambda} \cdot \ln \left( \frac{T_\Phi - T_{K0}}{T_\Phi - T_{\text{кип}}} \right). \quad (4)$$

Время испарения капле в факеле пламени можно определить из выражения:

$$\frac{dm_k}{d\tau} = \frac{\alpha \cdot F_k \cdot (T_\Phi - T_{\text{кип}})}{Q_B}, \quad (5)$$

где  $F_k$  – площадь поверхности капле воды, м<sup>2</sup>;  $Q_B$  – удельная теплота испарения воды, Дж/кг;  $m_k$  – масса капле воды, кг.

Учитывая, что для ТРВ  $\alpha = \frac{\lambda}{(r_k)}$ , и подставив массу капле  $dm_k$  через ее радиус  $dr_k$ , получим из выражения (5):

$$\frac{r_k \cdot dr_k}{d\tau} = \frac{16 \cdot \lambda \cdot (T_\Phi - T_{\text{кип}})}{3 \cdot \rho_B \cdot Q_B}, \quad (6)$$

где  $r_k$  – радиус капле воды, м.

Интегрируя выражение (6) определим время полного испарения капле в факеле пламени:

$$\tau_{\text{ис}} = \frac{8 \cdot \rho_B \cdot Q_B \cdot (0,5 \cdot d_k)^2}{3 \cdot \lambda \cdot (T_\Phi - T_{\text{кип}})}, \quad (7)$$

где  $\tau_{\text{ис}}$  – время полного испарения капле воды, с.

Оценим время нагрева и время испарения капле воды в факеле пламени при следующих исходных данных:

- диаметр капле воды  $d_k = 50 \cdot 10^{-6}$  м;
- плотность воды  $\rho_B = 1\,000$  кг/м<sup>3</sup>;
- удельная теплоемкость воды  $c_B = 4\,200$  Дж/(кг·К);
- удельная теплота испарения воды  $Q_B = 2\,260$  кДж/кг;
- температура кипения воды  $T_{\text{кип}} = 373$  К;
- начальная температура капле воды  $T_{K0} = 300$  К;
- коэффициент теплопроводности горячего газа в факеле пламени  $\lambda = 0,1$  Вт/(м·К);
- температура горячего газа в факеле пламени  $T_\Phi = 1\,400$  К.

По выражению (4) найдем время нагрева капли до температуры кипения  $\tau_n=0,6 \cdot 10^{-3}$  с, а по выражению (7) время полного испарения капли  $\tau_{ис}=37 \cdot 10^{-3}$  с. Таким образом, полное время с начала нагрева капли воды до ее полного испарения составляет около  $\tau_n+\tau_{ис} \approx 38 \cdot 10^{-3}$  с.

Если принять допущение, что капля воды движется равномерно в горячем газе факела пламени со скоростью 30 м/с, тогда она может пролететь до полного испарения расстояние около 1,1 м.

Таким образом, оценка времени нагрева и испарения капель тонкораспыленной воды при пролете через факел пламени горючей жидкости на начальной стадии пожара показывает, что из-за высокой дисперсности капля обеспечивается интенсивное парообразование, приводящее к затуханию факела пламени.

ТРВ обладает высокой эффективностью при тушении пожаров ГЖ в замкнутых пространствах на начальной стадии пожара.

Теоретическая оценка параметров тушения ГЖ ТРВ обеспечивает минимальное время тушения пламени при рациональной интенсивности подачи ТРВ, и таким образом обеспечивает перспективность применения этого метода пожаротушения на начальной стадии пожара.

### Литература

1. Цариченко С.Г. Некоторые вопросы пожаротушения тонкораспыленной водой // Средства спасения. Противопожарная защита. 2004. № 10. С. 203–205.
2. Душкин А.Л., Янышев С.С., Карпышев А.В. Мобильные и стационарные системы пожаротушения тонкораспыленной водой // Крупные пожары: предупреждение и тушение: материалы XVI Науч.-практ. конф. М.: ВНИИПО, 2001. Ч. 2. С. 30–33.
3. Душкин А.Л., Ловчинский С.Е. Взаимодействие пламени горючей жидкости с тонкораспыленной водой // Пожаровзрывобезопасность. 2011. № 7. С. 53–55.
4. Особенности пожаротушения в замкнутом объеме тонкораспыленной водой / А.Л. Душкин [и др.] // Пожаровзрывобезопасность. 2017. Т. 26. № 3. С. 60–69.
5. Думилин А.И. Параметры тушения пламени горючих жидкостей распыленной водой // Пожаровзрывобезопасность. 2013. Т. 23. № 4. С. 85–90.
6. Шароварников А.Ф., Молчанов В.П., Воевода С.С. Тушение пожаров нефти и нефтепродуктов. М.: Изд. дом «Калан», 2002. 448 с.
7. Андрюшкин А.Ю., Пелех М.Т. Эффективность пожаротушения тонкораспыленной водой // Проблемы управления рисками в техносфере. 2012. № 3 (23). С. 37–45.

### References

1. Carichenko S.G. Nekotorye voprosy pozharotusheniya tonkoraspylelnoy vodoj // Sredstva spaseniya. Protivopozharnaya zashchita. 2004. № 10. S. 203–205.
2. Dushkin A.L., YAnyshev S.S., Karpyshev A.V. Mobil'nye i stacionarnye sistemy pozharotusheniya tonkoraspylelnoy vodoj // Krupnye pozhary: preduprezhdenie i tushenie: materialy XVI Nauch.-prakt. konf. M.: VNIIPPO, 2001. Ch. 2. S. 30–33.
3. Dushkin A.L., Lovchinskij S.E. Vzaimodejstvie plameni goryuchej zhidkosti s tonkoraspylelnoy vodoj // Pozharovzryvobezopasnost'. 2011. № 7. S. 53–55.
4. Osobennosti pozharotusheniya v zamknutom ob"eme tonkoraspylelnoy vodoj / A.L. Dushkin [i dr.] // Pozharovzryvobezopasnost'. 2017. T. 26. № 3. S. 60–69.
5. Dumilin A.I. Parametry tusheniya plameni goryuchih zhidkостей raspylelnoy vodoj // Pozharovzryvobezopasnost'. 2013. T. 23. № 4. S. 85–90.
6. Sharovarnikov A.F., Molchanov V.P., Voevoda S.S. Tushenie pozharov nefi i nefteproduktov. M.: Izd. dom «Kalan», 2002. 448 s.
7. Andryushkin A.Yu., Pelekh M.T. Effektivnost' pozharotusheniya tonkoraspylelnoy vodoj // Problemy upravleniya riskami v tekhnosfere. 2012. № 3 (23). S. 37–45.

---

---

# МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ, КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ТЕОРИИ УПРАВЛЕНИЯ СЛОЖНЫХ ПРОЦЕССОВ

---

---

## ВЕРоятностная модель оценки эффективности открытых информационных систем в условиях деструктивных воздействий.

### Часть 1. Аналитическое моделирование

**О.Ф. Дворникова.**

**И.М. Татарникова.**

**Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций  
им. проф. М.А. Бонч-Бруевича.**

**С.С. Дворников, кандидат технических наук;**

**А.Е. Смелов.**

**Военная академия связи им. Маршала Советского Союза С.М. Буденного**

Рассмотрен подход к количественной оценке эффективности открытых информационных систем. Исследованы особенности его реализации для практических приложений. Представлена аналитическая вероятностная модель оценки разработанного подхода. Приведены примеры проведения численных расчетов. Определены перспективы дальнейшего развития подхода.

*Ключевые слова:* вероятностная модель, открытая система, вероятностная оценка, деструктивное воздействие

## PROBABILISTIC MODEL FOR EVALUATING THE EFFICIENCY OF OPEN-SYSTEMS UNDER CONDITIONS OF DESTRUCTIVE INFLUENCES. PART 1. ANALYTICAL MODELING

O.F. Dvornikova; I.M. Tatarnikova.

Saint-Petersburg state university of telecommunications prof. M.A. Bonch-Bruevich.

S.S. Dvornikov; A.E. Smelov.

Military academy of communications of Marshal of Soviet Union S.M. Budennogo

The approach to quantifying the effectiveness of open systems of a non-technical nature is considered. The features of its implementation are investigated. An analytical probabilistic model for evaluating the developed approach is presented. Examples of numerical calculations are given. Formulated suggestions for the application of the results. The prospects for further development of the approach are determined.

*Keywords:* probabilistic model, open system, probabilistic assessment, destructive impact

Вопросами исследования открытых систем, методы которых достаточно хорошо изучены и активно применяются на практике, занимаются специалисты теории управления [1]. В общем случае к открытым системам относят системы, которые взаимодействуют со средой. При этом одним из наиболее важных аспектов теории открытых

систем является установление функциональных взаимосвязей с внешней средой [2]. Ключевым моментом данной концепции является поиск условий, при которых обеспечивается сохранение равновесия открытой системы в условиях различного рода сторонних воздействий, в том числе и деструктивного характера [3]. Поскольку процесс установления равновесия имеет динамический характер, то решение такой задачи имеет далеко не тривиальный характер, и, как правило, сводится к решению сложной системы дифференциальных уравнений [4, 5].

В настоящее время методы теории систем находят широкое применение в различных областях науки, поэтому практический интерес имеют обобщенные модели, применение которых, с одной стороны, достаточно точно характеризовало бы описываемые процессы, а, с другой – позволяли бы достаточно просто проводить расчеты и получать оценочные характеристики.

В связи с указанными обстоятельствами в настоящей статье предложен подход к оценке эффективности открытых информационных систем (ОИС) в условиях деструктивных воздействий, базирующийся на методах системного анализа и теории операций [6].

### Постановка задачи по оценке эффективности ОИС

Для формализации процессов взаимодействия ОИС с внешней средой целесообразным видится использование аналитического аппарата теории надежности, как, например, это сделано в работах [7–9]. Обобщенная структура указанного взаимодействия представлена на рис. 1.

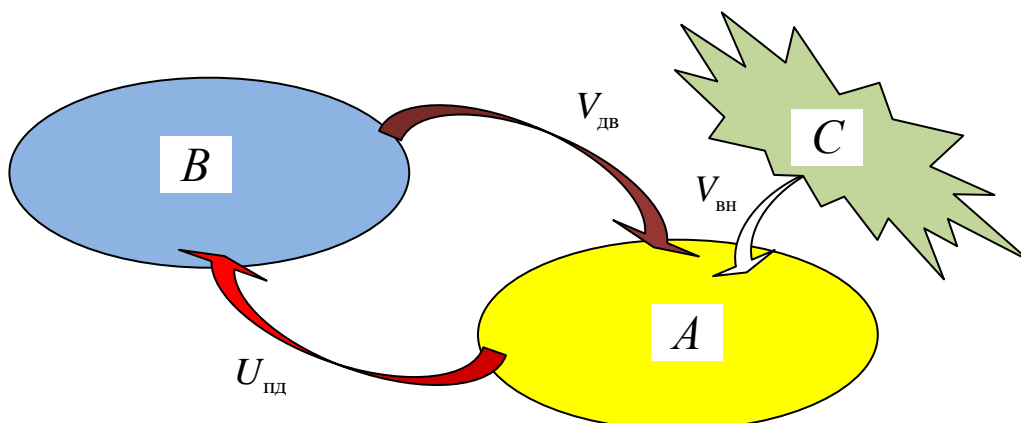


Рис. 1. Обобщенная структура взаимодействия ОИС

Так, на рис. 1 схематично представлены исследуемая ОИС  $A$ , радиотехническая система  $B$ , оказывающая деструктивное воздействие на ОИС  $A$ , и внешняя среда  $C$ , также воздействующая на исследуемую системы  $A$ .

Эффективность открытых систем принято оценивать комплексным показателем [10], однако на практике применение такого подхода не всегда оправдано, поскольку сложно детерминировать каждый из его составляющих. Поэтому, как правило, акцент делают на тех, которые для решения конкретных задач имеют приоритетное значение [8]. Учитывая данное обстоятельство, сформулируем задачу исследования в следующей редакции.

Допустим, что под негативным воздействием  $V_{\text{вн}}$  условий внешней среды  $C$  происходит естественная деградация (износ, старение и т.д.) ОИС  $A$  и она теряет свою эффективность  $F_A$ , которая выражается, например, в снижении производительности, возрастании отказов и т.д.

Теперь предположим, что на ОИС  $A$  осуществляется дополнительное деструктивное воздействие  $V_{дв}$  со стороны сторонней радиотехнической системы  $B$ , в результате которого происходит дополнительное снижение эффективности  $F_A$ . В свою очередь, на ОИС  $A$  принимаются меры, которые можно представить в виде некоторых процессов  $U_{пд}$ , направленных на снижение последствий негативного воздействия  $V_{дв}$ . При этом требуется получить оценочные зависимости показателя эффективности  $F_A$  по истечению заданного времени.

Решение задачи в такой постановке целесообразно рассматривать с позиций теории надежности [11, 12]. При этом основная трудность связана с формализацией процессов воздействия на систему  $\{V_n\}_{n \in N}$  и ее реакций  $\{U_m\}_{m \in M}$ . Здесь  $N$  – общее число воздействий, а  $M$  – общее число реакций, причем допустимо, что  $M \neq N$ .

В рамках методов теории надежности [12] вероятность эффективности функционирования ОИС  $A$  в течение времени будет определяться как:

$$P_{эф}(t) = 1 - P_{св}(t),$$

где  $P_{св}(t)$  – совокупная вероятность снижения эффективности в результате воздействий со стороны внешней среды  $C$  и системы  $B$ .

В свою очередь, величину  $P_{св}(t)$  можно рассматривать с позиций полной вероятности событий, определяемых воздействиями  $V_{вн}$  и  $V_{дв}$ :

$$P_{св}(t) = P_{вн}(t) + P_{дв}(t) - P_{вн}(t)P_{дв}(t),$$

где  $P_{вн}(t)$  – вероятность нанесения урона ОИС  $A$  в результате воздействия  $V_{вн}$ ;  $P_{дв}(t)$  – вероятность нанесения урона по результатам воздействия  $V_{дв}$ .

Тогда результирующее значение  $P_{эф}(t)$  будет рассчитано как:

$$P_{эф}(t) = 1 - P_{вн}(t) - P_{дв}(t) + P_{вн}(t)P_{дв}(t). \quad (1)$$

Или, в соответствии с подходом, предложенным в работе [10]:

$$P_{эф}(t) = (1 - P_{вн}(t))(1 - P_{дв}(t)). \quad (2)$$

Следует отметить, что результирующее выражение не учитывает последствия реакций  $\{U_m\}_{m \in M}$ . Это связано с тем, что они направлены на компенсацию последствий  $V_{дв}$ , а поскольку выражения (1) и (2) являются обобщающими, то предлагается на данном этапе учет осуществлять на уровне функциональной зависимости:

$$P_{эф}(t, V_{дв}) = (1 - P_{вн}(t))(1 - P_{дв}(t, V_{дв})). \quad (3)$$

Полученное выражение (3) можно рассматривать как формализованную модель оценки эффективности ОИС, функционирующих в условиях негативных воздействий со стороны естественной окружающей среды и деструктивных воздействий преднамеренного характера со стороны внешних радиотехнических систем.

Очевидно, что такая модель позволит получить количественные оценки только при условии знаний детерминированных значений  $P_{вн}(t)$  и  $P_{дв}(t, V_{дв})$ .

## Аналитический аппарат расчета вероятности для открытых систем

С позиций теории надежности [12] вероятность эффективности системы  $P_{эф}(t)$  можно рассматривать как вероятность ее безотказной работы  $P_{бр}(t)$ , то есть вероятности того, что некая случайная величина будет не меньше заданного временного значения  $t$ , то есть вероятность того, что система к моменту времени  $t$  будет все еще работоспособна.

Для получения количественных оценок  $P_{бр}(t)$  время наблюдения разбивают на интервалы и оценивают число исправно работающих составных частей (элементов) изделия (системы).

Тогда вероятность безотказной работы можно рассчитать согласно следующему выражению:

$$P_{бр}(t) = \lim_{\substack{N_0 \rightarrow \infty \\ \Delta t_k \rightarrow 0}} \frac{N_0 - \sum_{k=1}^{M[t/\Delta t_k]} n_k}{N_0},$$

где  $N_k, N_{k-1}$  – число исправно работающих элементов изделия, соответственно, на момент  $k$  и  $k-1$ ;  $n_k = N_{k-1} - N_k$  – число отказавших элементов изделия на интервале  $\Delta t_k = [k, k-1]$ ;  $M[*]$  – среднее значение;  $N_0$  – общее число элементов изделия.

Соответственно, вероятность отказов:

$$Q_{бр}(t) \cong \frac{\sum_{k=1}^{M[t/\Delta t_k]} n_k}{N_0}.$$

В свою очередь, величина  $Q_{бр}(t)$  определяется интенсивностью отказа:

$$\lambda_{оп}(t) \cong \frac{n_k}{\Delta t_k N(t)},$$

где  $n_k / \Delta t_k$  – число элементов, отказывающих в единицу времени;  $N(t) = 0,5[N_{k-1} + N_k]$  – число элементов, продолжающих исправно работать на интервале  $\Delta t_k = [k, k-1]$ .

Практический интерес параметра  $\lambda_{оп}(t)$  в том, что для периода нормальной эксплуатации изделия значение  $\lambda_{оп}(t) = \text{const}$ , поэтому при предельном переходе интегрирование интенсивности отказов по времени позволяет получить следующее выражение [11]:

$$\int_0^t \lambda_{оп}(x) dx = \ln [P_{бр}(t)],$$

откуда выходим на обобщенный закон надежности:

$$P_{бр}(t) = \exp \left( - \int_0^t \lambda_{оп}(x) dx \right).$$

Для периода нормальной эксплуатации изделия ( $\lambda_{оп}(t) = \text{const}$ ):

$$P_{\text{бp}}(t) = \exp(-\lambda_{\text{оп}} t). \quad (4)$$

Заметим, что для дискретных моделей расчет вероятностей осуществляют на основе аппроксимации биномиального распределения, позволяющего число  $m$  исправных элементов системы, состоящей из  $n$  элементов, если вероятность безотказной работы каждого элемента равна  $p$ , успешно использовать распределение Пуассона с параметром  $\lambda = np$  и ошибкой аппроксимации порядка  $\lambda^2 / n$  [11]:

$$P_{\text{бp}}(m) = \frac{(\lambda_{\text{оп}} t)^m}{m!} \exp(-\lambda_{\text{оп}} t).$$

Или нормальным распределением:

$$P_{\text{бp}}\left(\left|\frac{m}{n} - p\right| \geq \varepsilon\right) = 1 - 2\Phi\left(\varepsilon \sqrt{\frac{n}{p(1-p)}}\right),$$

где  $\varepsilon$  – ошибка аппроксимации.

Важным показателем, характеризующим функционирование открытых систем, является частота отказов, представляющая собой отношение:

$$\alpha_{\text{оп}}(t) \cong \frac{n_k}{\Delta t_k N_0} = \frac{N_{k-1} - N_k}{\Delta t_k N_0} = -\frac{N_{t+\Delta t} - N_t}{\Delta t_k N_0} = -\frac{P_{\text{бp}}(t + \Delta t) - P_{\text{бp}}(t)}{\Delta t},$$

где  $n(t) = N_t - N_{t+\Delta t}$ ,  $N_{t+\Delta t} = N_0 P_{\text{бp}}(t + \Delta t)$ , а  $N_t = N_0 P_{\text{бp}}(t)$ .

Переход к пределу при  $\Delta t_k \rightarrow 0$  позволяет получить выражение для расчета плотности распределения вероятности времени безотказной работы:

$$\lim_{t \rightarrow 0} \frac{n(\Delta t)}{\Delta t N_0} = f(t).$$

Физический смысл частоты отказов – это функция плотности распределения вероятности времени исправной работы [11, 12]:

$$F(t) = \int_0^t f(x) dx.$$

Функция распределения представляет собой величину, дополняющую вероятностный показатель надежности до единицы:

$$F(t) = 1 - P_{\text{бp}}(t).$$

На рис. 2 показаны графики  $F(t)$  и  $P_{\text{бp}}(t)$  при  $\lambda_{\text{оп}} = 1$ .



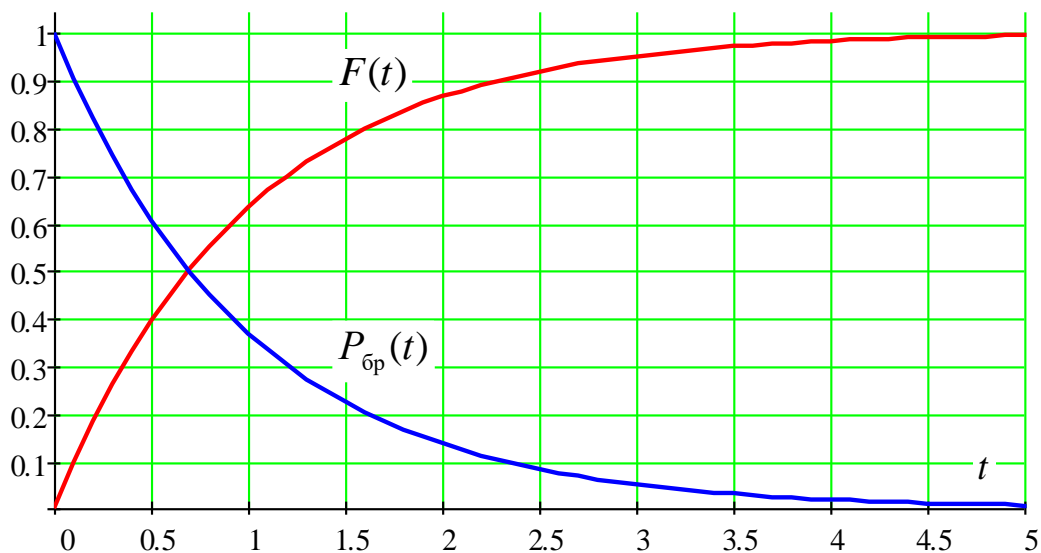


Рис. 2. Графики зависимости вероятности частотно-временного совпадения

При этом среднее время безотказной работы будет определяться как:

$$T_{\text{ср}} = -\int_0^{\infty} t P_{\text{бp}}(t) dt = -t P_{\text{бp}}(t) \Big|_0^{\infty} + \int_0^{\infty} P_{\text{бp}}(t) dt = \int_0^{\infty} P_{\text{бp}}(t) dt.$$

### Аналитическое моделирование при оценке вероятностных показателей открытых информационных систем

Представленный аналитический аппарат позволяет проводить расчеты вероятностных показателей, характеризующих условия функционирования открытых систем, вместе с тем применение его в ОИС связано с определенными трудностями, обусловленными сложностью формализации параметра  $\lambda$ .

Для отдельных изделий время наработки на отказ или значение интенсивности отказов представлено в техническом описании [13]. Однако большинство ОИС представляют собой сложные организационно-технические системы, для которых сложно априори определить указанные значения. В тоже время проведенные в работе [14] исследования показывают, что большинство процессов, протекающих в инфокоммуникационных системах, могут быть описаны распределениями экспоненциального типа.

На рис. 3 представлены функции экспоненциальных распределений на основе выражения (4) при различных значениях  $\lambda_{\text{ор}}$ .

Зависимости, представленные на рис. 3, известны и в достаточной степени изучены в рамках теории систем [1], управления [5] и вероятностей [11]. Широкое практическое применение рассмотренного подхода в технике обусловлено тем, что экспоненциальному закону распределения подчиняется [12]:

- наработка на отказ ремонтируемых и неремонтируемых объектов при рассмотрении внезапных отказов;
- время безотказной работы сложных систем, прошедших период приработки и состоящих из элементов с различной интенсивностью отказов;
- длительность восстановления ремонтируемых объектов.

Однако наиболее значимым является вопрос практического приложения теоретических результатов.

В частности, предлагается использовать метод аналогий [14]. Для этого рассмотрим экспоненциальный закон в условных единицах затухания, выраженных в % (рис. 4).

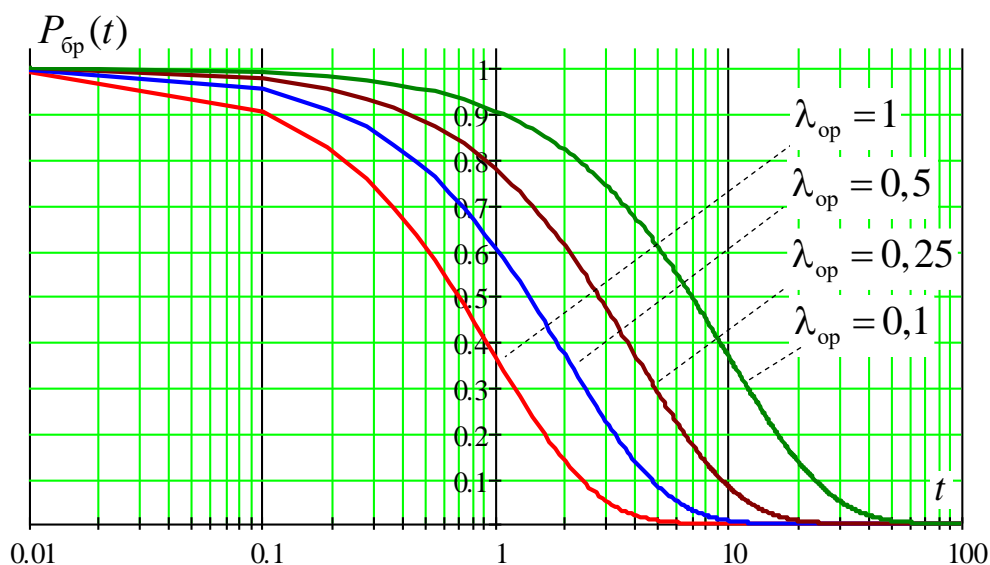


Рис. 3. Графики зависимости вероятности частотно-временного совпадения

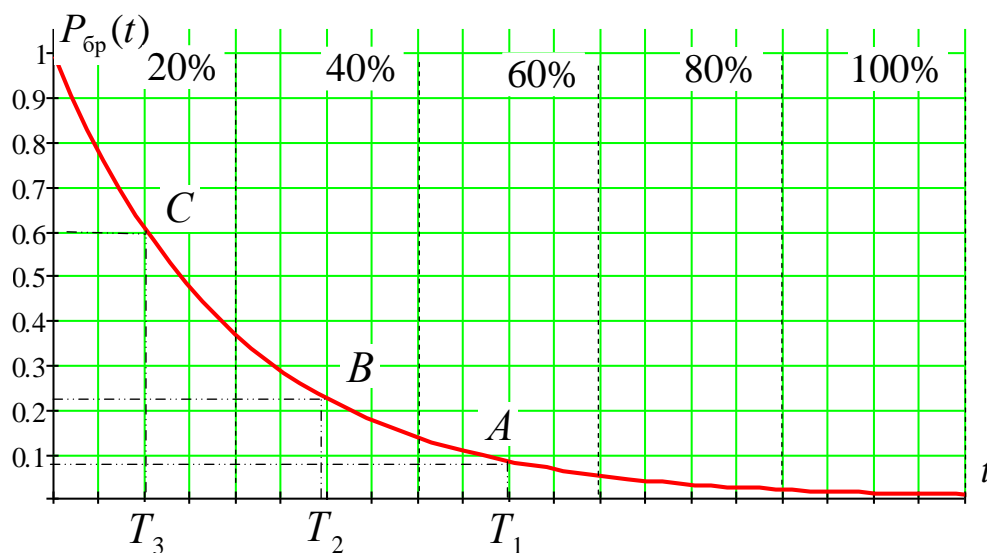


Рис. 4. График экспоненциального закона в условных единицах затухания, выраженных в %

Так, в соответствии с постановлением от 7 июля 2016 г. № 640 [15], внесшим изменения в «Классификатор основных средств», срок амортизации компьютера может устанавливаться от 2 лет 1 мес. до 3 лет (25–36 мес.). Именно такая продолжительность периода эксплуатации ЭВМ соответствует 2 амортизационной группе, в которую входят «Машины офисные прочие» с кодом 330.28.23.23, то есть к этому сроку ЭВМ может быть списана.

В тоже время средний срок работы ЭВМ составляет пять лет. Казалось бы парадокс. Однако, если на графике рис. 4 определить пять лет как 100 %, то уровню в 2,5 года (точка  $A$ , а по шкале времени точка  $T_1$ ) соответствует величина  $P_{гр}(t) \approx 0,08$  %, которая в данном случае выступает показателем эффективности.

Важно отметить, что указанные нормативы учитывают не только надежность ОИС, но и их технико-экономическую привлекательность. В частности, согласно работе [16] средний срок службы смартфонов составляет четыре года (у флагманских моделей до шести лет). Притом, что срок владения всего лишь два года. Обращаясь к графикам, видим, что

первому случаю соответствует точка  $A$ , а второму точка  $B$ . Очевидно, что к указанному сроку их эффективность не превысит 23 %. Это к вопросу покупки б/у гаджетов, стоят ли они тех денег, которые за них платит покупатель.

Представленные расчеты наглядно подтверждают правомерность предложенного подхода. Вместе с тем нетривиальность проблематики в том, что в статье рассмотрены достаточно очевидные примеры, в то время как в качестве ОИС могут выступать гораздо более сложные системы.

Представленные графики на рис. 3, 4 только качественно отражают зависимость эффективности ОИС от времени. Получение более точных значений возможно только при знании параметра  $\lambda_{op}$ . Однако приблизительные расчеты можно проводить по результатам сравнения соотношений по оси абсцисс и ординат. Для рассматриваемых примеров:  $T_1 / T_2$ ,  $T_2 / T_3$ , которые эквиваленты соотношениям  $A / B$ ,  $B / C$ .

Представленный подход к оценке эффективности ОИС не претендует на истину в последней инстанции. Вместе с тем разработанный аналитический аппарат позволяет получать количественные оценки, что само по себе является результатом. Авторы надеются, что предложенный подход будет развиваться и уточняться, что позволит выйти на более точные количественные показатели и оценки.

В настоящей статье представлена только первая часть работы, в которой учитывались преимущественно условия естественной деградации ОИС. Дальнейшие исследования авторы связывают с формализацией деструктивных воздействий и мер по постановлению утраченного потенциала.

### Литература

1. Повзнер Л.Д. Теория систем управления: учеб. пособие для вузов. М.: Изд-во МГГУ, 2002. 472 с.
2. Katz D., Kahn R.L. The social psychology of organizations. N.Y.: Wiley, 1978. 838 p.
3. Дворников С.В., Крячко А.Ф., Пшеничников А.В. Моделирование радиотехнических систем в конфликтных ситуациях когнитивного характера // Волновая электроника и инфокоммуникационные системы: сб. статей XXII Междунар. науч. конф. СПб., 2019. С. 84–89.
4. Дворников С.В., Пшеничников А.В., Аванесов М.Ю. Модель деструктивного воздействия когнитивного характера // Информация и космос. 2018. № 2. С. 22–29.
5. Ротач В.Я. Теория автоматического управления. М.: Изд-во МЭИ, 2004. 400 с.
6. Петухов Г.Б., Якунин В.И. Методологические основы внешнего проектирования целенаправленных процессов и целеустремленных систем. М.: АСТ, 2006. 502 с.
7. Дворников С.В., Пшеничников А.В., Русин А.А. Обобщенная функциональная модель радиолинии с управлением её частотным ресурсом // Вопросы радиоэлектроники. Сер.: Техника телевидения. 2016. № 3. С. 49–56.
8. Русанов И.П., Буравлев А.И. Модель оценки эффективности боевых систем // Военная мысль. 2009. № 8. С. 39–43.
9. Гусев М.Н., Смирнов В.А., Дегтярев В.М. Компьютерная статистическая модель русского языка // Труды учебных заведений связи. 2006. № 174. С. 129–135.
10. Левкин И.М. Комплексная оценка эффективности робототехнических систем добывания и обработки информации // Известия высших учебных заведений. Приборостроение. 2017. Т. 60. № 2. С. 110–116.
11. Венцель Е.С. Теория вероятностей. М.: Наука, 1969. 576 с.
12. Гнеденко Б.В., Беляев Ю.К., Соловьёв А.Д. Математические методы в теории надёжности. М.: Наука, 1965. 524 с.
13. Базовая станция CBS-400. Руководство по эксплуатации. URL: <https://docviewer.yandex.ru/view/8758406/?page> (дата обращения: 09.12.2019).
14. Лоу А.М., Кельтон Д.В. Имитационное моделирование. СПб.: Питер, 2004. 848 с.

15. О внесении изменений в постановление Правительства Российской Федерации от 1 января 2002 г. № 1: постановление Правительства Рос. Федерации от 7 июля 2016 г. № 640. URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_201523/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_201523/) (дата обращения: 09.12.2019).

16. Аналитики назвали средний срок службы современных смартфонов // Digital Word. URL: [https://www.dgl.ru/news/analitiki-nazvali-sredniy-srok-slujby-sovremennyh-smartfonov\\_16138.html](https://www.dgl.ru/news/analitiki-nazvali-sredniy-srok-slujby-sovremennyh-smartfonov_16138.html). (дата обращения: 09.12.2019).

## References

1. Povzner L.D. Teoriya sistem upravleniya: ucheb. posobie dlya vuzov. M.: Izd-vo MGGU, 2002. 472 s.
2. Katz D., Kahn R.L. The social psychology of organizations. N.Y.: Wiley, 1978. 838 p.
3. Dvornikov S.V., Kryachko A.F., Pshenichnikov A.V. Modelirovanie radiotekhnicheskikh sistem v konfliktnykh situatsiyah kognitivnogo haraktera // Volnovaya elektronika i infokommunikatsionnye sistemy: sb. statej XXII Mezhdunar. nauch. konf. SPb., 2019. S. 84–89.
4. Dvornikov S.V., Pshenichnikov A.V., Avanesov M.Yu. Model' destruktivnogo vozdeystviya kognitivnogo haraktera // Informatsiya i kosmos. 2018. № 2. S. 22–29.
5. Rotach V.Ya. Teoriya avtomaticheskogo upravleniya. M.: Izd-vo MEI, 2004. 400 s.
6. Petuhov G.B., YAkunin V.I. Metodologicheskie osnovy vneshnego proektirovaniya celenapravlennykh processov i celeustremlennykh sistem. M.: AST, 2006. 502 s.
7. Dvornikov S.V., Pshenichnikov A.V., Rusin A.A. Obobshchennaya funktsional'naya model' radiolinii s upravleniem eyo chastotnym resursom // Voprosy radioelektroniki. Ser.: Tekhnika televideniya. 2016. № 3. S. 49–56.
8. Rusanov I.P., Buravlev A.I. Model' ocenki effektivnosti boevykh sistem // Voennaya mysl'. 2009. № 8. S. 39–43.
9. Gusev M.N., Smirnov V.A., Degtyarev V.M. Komp'yuternaya statisticheskaya model' russkogo yazyka // Trudy uchebnykh zavedenij svyazi. 2006. № 174. S. 129–135.
10. Levkin I.M. Kompleksnaya ocenka effektivnosti robototekhnicheskikh sistem dobyvaniya i obrabotki informatsii // Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenij. Priborostroenie. 2017. T. 60. № 2. S. 110–116.
11. Vencel' E.S. Teoriya veroyatnostej. M.: Nauka, 1969. 576 s.
12. Gnedenko B.V., Belyaev Yu.K., Solov'yov A.D. Matematicheskie metody v teorii nadyozhnosti. M.: Nauka, 1965. 524 s.
13. Bazovaya stantsiya CBS-400. Rukovodstvo po ekspluatatsii. URL: <https://docviewer.yandex.ru/view/8758406/?page> (дата обращения: 09.12.2019).
14. Lou A.M., Kel'ton D.V. Imitatsionnoe modelirovanie. SPb.: Piter, 2004. 848 s.
15. О внесении изменений в постановление Правител'stva Rossijskoj Federacii ot 1 yanvarya 2002 g. № 1: postanovlenie Pravitel'stva Ros. Federacii ot 7 iyulya 2016 g. № 640. URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_201523/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_201523/) (дата обращения: 09.12.2019).
16. Analitiki nazvali sredniy srok slujby sovremennyh smartfonov // Digital Word. URL: [https://www.dgl.ru/news/analitiki-nazvali-sredniy-srok-slujby-sovremennyh-smartfonov\\_16138.html](https://www.dgl.ru/news/analitiki-nazvali-sredniy-srok-slujby-sovremennyh-smartfonov_16138.html). (дата обращения: 09.12.2019).

# **МОДЕЛЬ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАЦИОНАЛЬНЫХ МАРШРУТОВ ЭВАКУАЦИИ НАСЕЛЕНИЯ, МАТЕРИАЛЬНЫХ И КУЛЬТУРНЫХ ЦЕННОСТЕЙ ПРИ ВОЗНИКНОВЕНИИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ**

**Н.П. Воропаев, кандидат военных наук;**

**О.Н. Савчук, кандидат технических наук, профессор,  
заслуженный работник высшей школы Российской Федерации.  
Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России.**

**Д.Р. Коротеев.**

**Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет  
им. С.М. Кирова**

Представлена математическая модель определения рациональных маршрутов эвакуации населения, материальных и культурных ценностей в безопасные районы и порядок ее реализации с использованием встроенной в программу Microsoft Excel надстройки «Поиск решения». Предложенная математическая модель является моделью целочисленного линейного программирования и представляет собой целевую функцию, критерием которой является минимизация суммарных временных затрат на движение колонны по маршруту от исходного пункта (сборного эвакуационного пункта) до пункта назначения (приемного эвакуационного пункта), и систему ограничений. При этом в представленной системе ограничений реализована необходимость исключения из маршрута определенных дорог, по которым из-за сложившейся обстановки невозможно движение колонны.

*Ключевые слова:* безопасный район, гражданская оборона, граф, зона возможных опасностей, линейное программирование, маршрут эвакуации, оптимизация, эвакуация населения, материальных и культурных ценностей

## **MODEL OF DETERMINATION OF RATIONAL ROUTES OF EVACUATION OF THE POPULATION, MATERIAL AND CULTURAL VALUES IN THE ORIGIN OF EMERGENCY SITUATIONS**

N.P. Voropaev; O.N. Savchuk.

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

D.R. Koroteev. Saint-Petersburg state forest technical university named after S.M. Kirov

The article presents a mathematical model for determining the rational routes of evacuation of the population, material and cultural values in safe areas and the procedure for its implementation using the built-in Microsoft Excel add in Search solutions. The proposed mathematical model is a model of integer linear programming and is a target function, the criterion of which is to minimize the total time spent on the movement of the column along the route from the starting point (collection evacuation point) to the destination (receiving evacuation point), and a system of restrictions. At the same time, the presented system of restrictions implements the need to exclude certain roads from the route, along which it is impossible to move the column due to the current situation.

*Keywords:* safe area, civil defence, diagram, area of possible dangers, linear programming, escape route, optimization, evacuation of population, material and cultural values

В настоящее время осуществляется активная целенаправленная деятельность по формированию новых подходов к организации и ведению гражданской обороны. При этом особое внимание уделяется совершенствованию основных способов защиты населения, материальных и культурных ценностей от опасностей, возникающих при военных конфликтах и чрезвычайных ситуациях. На данный момент последние изменения, которые были внесены в порядок реализации каждого из основных способов защиты, утверждены соответствующими нормативными правовыми актами [1–3]. Основанием для таких изменений послужили новые подходы к зонированию территорий по степени опасности, представленные в актуализированной редакции строительных норм и правил СНиП 2.01.51-90 [4].

В части, касающейся основных способов защиты, следует отметить, что именно эвакуация населения, материальных и культурных ценностей в безопасные районы является самым надежным с точки зрения физической защиты, но в то же время очень сложным во всех отношениях. К примеру, подтверждением этому является масштабная эвакуация, проведенная 2 октября 2019 г. на территории г. Обнинска в рамках Всероссийской штабной тренировки по гражданской обороне [5].

Основным нормативным правовым актом, которым утверждены правила эвакуации населения, материальных и культурных ценностей в безопасные районы, является постановление Правительства Российской Федерации от 22 июня 2004 г. № 303 ДСП [6]. В соответствии с ним эвакуация, являющаяся, в свою очередь, важнейшей из задач гражданской обороны, представляет собой комплекс мероприятий по организованному вывозу (выводу) населения, материальных и культурных ценностей из зон возможных опасностей и их размещение в безопасных районах [6]. Более того, планирование, подготовка и проведение этих мероприятий способствует обеспечению необходимого уровня защищенности населения, материальных и культурных ценностей от опасностей мирного и военного времени. К тому же оптимизация мероприятий по эвакуации, а также повышение эффективности их выполнения является одной из задач государственной политики в области гражданской обороны [7].

Важнейшей задачей, которую необходимо решать при планировании эвакуационных мероприятий, является определение рациональных маршрутов эвакуации населения, материальных и культурных ценностей в безопасные районы. Кроме этого, их уточнение осуществляется при непосредственной подготовке к проведению эвакуации.

Наиболее эффективно такая сложная задача может быть решена путем оценки различных маршрутов эвакуации и выбора рационального с точки зрения временных затрат. Выбранный таким путем маршрут однозначно будет характеризоваться минимальными временными затратами. В свою очередь, выбор рационального маршрута можно осуществить либо с помощью представления дорожной сети, в пределах которой планируется эвакуация, в виде графа и дальнейшего поиска на нем кратчайшего пути, либо путем полного перебора всех возможных вариантов. При этом необходимо подчеркнуть, что в случае разветвленной дорожной сети полный перебор всех возможных вариантов имеет высокую вычислительную сложность, что, естественно, представляет существенные трудности при его реализации. Таким образом, наиболее приемлемым является способ, основанный на применении математического аппарата теории графов.

Рассмотрим задачу определения рационального маршрута эвакуации, которая заключается в нахождении совокупности связанных между собой дорог, характеризующейся минимальными суммарными временными затратами на движение колонны от исходного пункта (сборного эвакуационного пункта) до пункта назначения (приемного эвакуационного пункта). Такую дорожную сеть представим в виде взвешенного ориентированного графа  $G = \{V, E\}$  (рис. 1), где  $V = \{v_1, v_2, \dots, v_n\}$  – множество вершин графа, под которыми обозначаются места пересечения дорог, сборный эвакуационный пункт (СЭП) и приемный эвакуационный пункт (ПЭП);  $E = \{e_1, e_2, \dots, e_m\}$  – множество ребер графа, под которыми

обозначаются дороги между смежными вершинами  $v_i$  и  $v_j$  (местами пересечения дорог, СЭП и ПЭП).

При этом каждое  $m$  ребро графа, соединяющее смежные вершины  $v_i$  и  $v_j$ , характеризуется соответствующими временными затратами на движение колонны по нему.

На рис. 1 в качестве примера изображен граф с девятью вершинами ( $n = 9$ ) и 19 ребрами ( $m = 19$ ), где  $v_1$  – начальная вершина графа, которая соответствует исходному пункту (СЭП);  $v_2, v_3, v_4, v_5, v_6, v_7, v_8$  – вершины графа, которые соответствуют местам пересечения дорог;  $v_9$  – конечная вершина графа, которая соответствует пункту назначения (ПЭП).

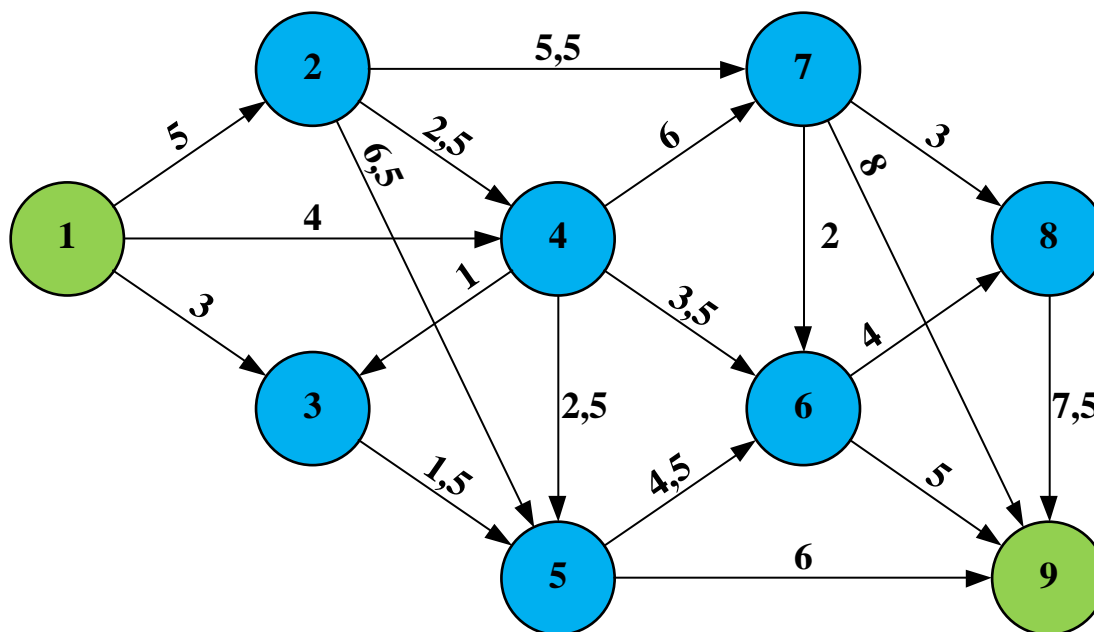


Рис. 1. Взвешенный ориентированный граф дорожной сети

В настоящее время из множества алгоритмов нахождения кратчайшего пути на графе выделяют три наиболее эффективных, таких как алгоритм Дейкстры, алгоритм Флойда и алгоритм Беллмана-Форда. Каждый из них характеризуется определенной вычислительной сложностью, а также имеет присущие ему достоинства и недостатки [8]. При этом самым известным и широко распространенным является алгоритм Дейкстры.

Указанные алгоритмы хорошо выполняются в графах с небольшим количеством вершин, но при увеличении их количества задача поиска кратчайшего пути существенно усложняется. Однако современные средства вычислительной техники позволяют решать сложные прикладные проблемы, в том числе и реализовывать существующие алгоритмы нахождения кратчайшего пути на графе.

В последние годы появилось множество программных продуктов, позволяющих автоматизировать процедуры процесса принятия управленческих решений. Но во многих случаях решать конкретные, часто нестандартные задачи, удобно в простой и наглядной среде, предельно адаптированной к пользователю. Такой средой является Microsoft Excel.

Так, в программе Microsoft Excel есть интересный инструмент, который называется «Поиск решения» (Solver). Этот инструмент представляет собой встроенную программу, относящуюся к классу надстроек. Надстройка «Поиск решения» позволяет расширить возможности программы Microsoft Excel и используется для подбора аргументов, так называемой целевой функции. В большинстве случаев данная опция применяется для решения оптимизационных задач, базирующихся на линейном программировании.

Перед использованием надстройки «Поиск решения» необходимо в соответствии с теорией линейного программирования создать математическую модель определения рациональных маршрутов эвакуации населения, материальных и культурных ценностей в безопасные районы. В этом случае математическая модель представляет собой целевую функцию, критерием которой является минимизация суммарных временных затрат на движение колонны по маршруту от исходного пункта (СЭП) до пункта назначения (ПЭП), и систему ограничений.

Целевая функция:

$$T = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n t_{ij} \cdot x_{ij} \rightarrow \min,$$

где  $T$  – суммарные временные затраты на движение колонны по маршруту от СЭП до ПЭП, ч;  $t_{ij}$  – временные затраты на движение колонны по  $m$  ребру графа, соединяющему смежные вершины  $v_i$  и  $v_j$ , ч;  $x_{ij}$  – переменная, подтверждающая факт движения колонны по  $m$  ребру графа, соединяющему смежные вершины  $v_i$  и  $v_j$ .

Как известно, временные затраты  $t_{ij}$ , определяемые в первую очередь длиной  $m$  ребра графа и скоростью движения колонны по нему, зависят от множества различных факторов и, как следствие, требуют детального подхода к их оценке.

Система ограничений:

$$x_{ij} \in \{0,1\}, \quad i = 1, \dots, n, \quad j = 1, \dots, n;$$

$$x_{ij} \leq t_{ij}, \quad i = 1, \dots, n, \quad j = 1, \dots, n;$$

$$\sum_{j=1}^n x_{1j} = 1;$$

$$\sum_{i=1}^n x_{in} = 1;$$

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} \leq 1, \quad i = 2, \dots, n;$$

$$\sum_{i=1}^n x_{ij} \leq 1, \quad j = 1, \dots, n - 1;$$

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = \sum_{i=1}^n x_{ij}, \quad i = 2, \dots, n - 1, \quad j = 2, \dots, n - 1;$$

$$x_{ij} = 0 \quad \text{для заданных } i, j.$$

Ограничениями (2–8) устанавливаются следующие условия:

– переменная  $x_{ij}$  принимает значение 1, если колонна движется по  $m$  ребру графа, и 0 в противном случае;

– переменная  $x_{ij}$  принимает значение 1 только при условии, если существует  $m$  ребро графа, соединяющее смежные вершины  $v_i$  и  $v_j$ ;



– движение колонны осуществляется из начальной вершины  $v_1$  в конечную вершину  $v_n$ , соответственно, от СЭП до ПЭП;

– из любой вершины (в любую вершину) графа колонна может двигаться только по одному из смежных ребер;

– колонна, вошедшая в любую из вершин графа, должна выйти из этой вершины.

Ограничение (9) применяется в тех случаях, когда из маршрута необходимо исключить определенные дороги. Такая необходимость может возникнуть, например, при их расположении в зонах возможных опасностей [6] или невозможности движения колонны по ним.

Целевая функция (1) и система ограничений (2–9) являются математической моделью определения рациональных маршрутов эвакуации населения, материальных и культурных ценностей в безопасные районы. Предложенная математическая модель является моделью целочисленного линейного программирования и может быть реализована с использованием надстройки «Поиск решения». При этом требование целочисленности переменных  $x_{ij}$  устанавливается ограничением (2).

Решение задачи определения рациональных маршрутов эвакуации населения, материальных и культурных ценностей в безопасные районы с использованием надстройки «Поиск решения» предполагает следующий порядок:

1. Составление на рабочем листе программы Microsoft Excel матрицы  $T$ , элементами которой являются временные затраты  $t_{ij}$ .

2. Составление на рабочем листе программы Microsoft Excel матрицы  $X$ , в которой отразится рациональный маршрут эвакуации, представляющий собой соответствующую совокупность переменных  $x_{ij}$ .

3. Ввод в ячейки рабочего листа программы Microsoft Excel формулы целевой функции и формул, определяющих ограничения задачи.

4. Выполнение надстройки «Поиск решения».

Далее, в соответствии с изложенным порядком определим рациональный маршрут эвакуации в пределах дорожной сети, представленной в виде взвешенного ориентированного графа  $G = \{V, E\}$  (рис. 1).

Во-первых, для графа, изображенного на рис. 1, составим матрицу временных затрат  $T = [t_{ij}]$ ,  $i, j = 1, \dots, n$  (рис. 2), в которой:

$$t_{ij} = \begin{cases} t_{ij}, & \text{если между вершинами } v_i \text{ и } v_j \text{ существует ребро } (v_i, v_j), \\ 0, & \text{если вершины } v_i \text{ и } v_j \text{ не связаны ребром } (v_i, v_j). \end{cases}$$

Во-вторых, по аналогии с матрицей временных затрат  $T$  составим матрицу переменных  $X = [x_{ij}]$ ,  $i, j = 1, \dots, n$  (рис. 2), элементы которой будут формироваться исключительно в результате выполнения процедуры поиска рационального маршрута эвакуации. При этом формирование элементов матрицы переменных  $X$  будет осуществляться следующим образом:

$$x_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{если колонна движется по ребру } (v_i, v_j), \\ 0, & \text{если колонна не движется по ребру } (v_i, v_j). \end{cases}$$

И, наконец, после ввода в ячейки рабочего листа программы Microsoft Excel формулы целевой функции и формул, определяющих ограничения задачи, переходим к выполнению надстройки «Поиск решения» (рис. 2).

Поиск решения - Microsoft Excel

МЗЗ     $f_x$  =СУММПРОИЗВ(D6:L14;D22:L30)

Матрица временных затрат  $T=[t_{ij}]$

Вершина $v_i$	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	0	5	3	4	0	0	0	0	0
2	0	0	0	2,5	6,5	0	5,5	0	0
3	0	0	0	0	1,5	0	0	0	0
4	0	0	1	0	2,5	3,5	6	0	0
5	0	0	0	0	0	4,5	0	0	6
6	0	0	0	0	0	0	0	4	5
7	0	0	0	0	0	2	0	3	8
8	0	0	0	0	0	0	0	0	7,5
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Матрица переменных  $X=[x_{ij}]$

Вершина $v_i$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Ограничения
1										0 ≤ 1
2										0 ≤ 1
3										0 ≤ 1
4										0 ≤ 1
5										0 ≤ 1
6										0 ≤ 1
7										0 ≤ 1
8										0 ≤ 1
9										0 ≤ 1
Ограничения	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Целевая функция → min
	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0

Поиск решения

Рис. 2. Рабочий лист программы Microsoft Excel

Для этого в диалоговом окне надстройки «Поиск решения» (рис. 3) выполним следующие действия:

- целевую ячейку установим равной минимальному значению;
- определим диапазон изменяемых ячеек и ограничения;
- выберем метод решения (поиск решения линейных задач симплекс-методом);
- нажатию кнопки «Найти решение» запустим процедуру поиска рационального маршрута эвакуации.

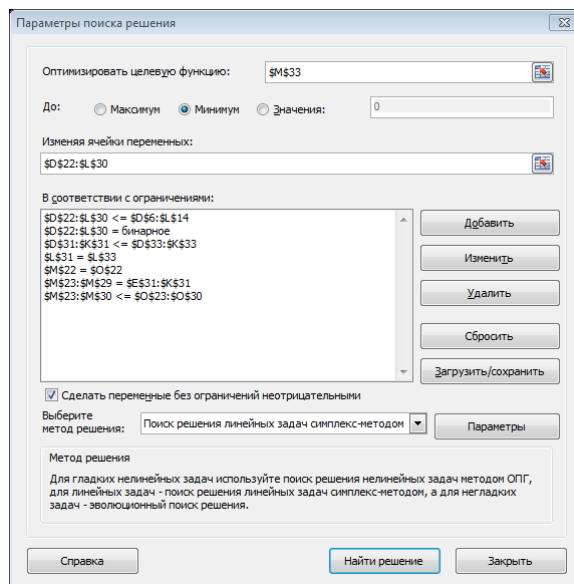


Рис. 3. Диалоговое окно надстройки «Поиск решения»

На рис. 4 видно, что в результате выполнения процедуры поиска рационального маршрута эвакуации на рабочем листе программы Microsoft Excel были сформированы

элементы матрицы переменных  $X$ . Отсюда следует, что рациональный маршрут эвакуации населения, материальных и культурных ценностей в безопасные районы следующий:  $1 \rightarrow 3 \rightarrow 5 \rightarrow 9$ . При таком маршруте суммарные временные затраты  $T$  составят 10,5 ч.

**Матрица переменных  $X=[x_{ij}]$**

		Вершина $v_j$									Ограничения	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Вершина $v_i$	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	= 1
	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	≤ 1
	3	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	≤ 1
	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	≤ 1
	5	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	≤ 1
	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	≤ 1
	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	≤ 1
	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	≤ 1
	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	≤ 1
Ограничения		0	0	1	0	1	0	0	0	1	Целевая функция	
		≤	≤	≤	≤	≤	≤	≤	≤	≤	=	→ min
		1	1	1	1	1	1	1	1	1		10,5

Рис. 4. Матрица переменных  $X$

Предположим, что дорога между смежными вершина  $v_3$  и  $v_5$  располагается в зоне химического заражения. Следовательно, необходимо исключить ее из маршрута путем введения дополнительного ограничения  $x_{35} = 0$  и с учетом этого определить рациональный маршрут эвакуации.

Соответственно, на рис. 5 в матрице переменных  $X$  представлен рациональный маршрут эвакуации населения, материальных и культурных ценностей в безопасные районы с учетом указанного дополнительного ограничения:  $1 \rightarrow 4 \rightarrow 5 \rightarrow 9$ . Безусловно, суммарные временные затраты  $T$  при этом будут выше и составят 12,5 ч.

**Матрица переменных  $X=[x_{ij}]$**

		Вершина $v_j$									Ограничения	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Вершина $v_i$	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	= 1
	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	≤ 1
	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	≤ 1
	4	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	≤ 1
	5	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	≤ 1
	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	≤ 1
	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	≤ 1
	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	≤ 1
	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	≤ 1
Ограничения		0	0	0	1	1	0	0	0	1	Целевая функция	
		≤	≤	≤	≤	≤	≤	≤	≤	≤	=	→ min
		1	1	1	1	1	1	1	1	1		12,5

Рис. 5. Матрица переменных  $X$

В заключении следует отметить, что важнейшим этапом решения задач линейного программирования является выбор и реализация эффективного метода. Наиболее известным и широко применяемым методом решения таких задач с любым количеством переменных и ограничений является симплекс-метод. Несмотря на то, что симплекс-метод является универсальным и достаточно эффективным методом, он характеризуется экспоненциальной сложностью. Причина этого состоит в комбинаторном характере симплекс-метода, последовательно перебирающего вершины многогранника допустимых решений при поиске оптимального решения.

Вместе с этим для решения задач целочисленного линейного программирования используются другие методы, которые можно разделить на три основные группы [9]:

- методы отсечения (метод Гомори и др.);
- комбинаторные методы (метод ветвей и границ и др.);
- приближенные методы (метод с использованием случайного поиска и др.).

Касательно надстройки «Поиск решения» важно подчеркнуть, что решение задач целочисленного линейного программирования с ее использованием осуществляется методом ветвей и границ в сочетании с симплекс-методом.

Таким образом, представленная математическая модель позволяет выбрать рациональный с точки зрения временных затрат маршрут эвакуации населения, материальных и культурных ценностей в безопасные районы. Использование данной математической модели будет способствовать как оптимизации мероприятий по эвакуации, так и повышению эффективности их выполнения.

### **Литература**

1. О внесении изменений в Порядок создания убежищ и иных объектов гражданской обороны: постановление Правительства Рос. Федерации от 30 окт. 2019 г. № 1391. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

2. О внесении изменений в Положение об организации обеспечения населения средствами индивидуальной защиты, утвержденное приказом МЧС России от 1 окт. 2014 г. № 543: приказ МЧС России от 31 июля 2017 г. № 309. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

3. О внесении изменений в Правила эвакуации населения, материальных и культурных ценностей в безопасные районы: постановление Правительства Рос. Федерации от 3 февр. 2016 г. № 61. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

4. СП 165.1325800.2014. Инженерно-технические мероприятия по гражданской обороне. Актуализированная редакция СНиП 2.01.51-90 (утв. и введ. в действие приказом Минстроя России от 12 нояб. 2014 г. № 705/пр). Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

5. МЧС России. URL: <https://www.mchs.gov.ru/> (дата обращения: 16.01.2020).

6. О порядке эвакуации населения, материальных и культурных ценностей в безопасные районы: постановление Правительства Рос. Федерации от 22 июня 2004 г. № 303 ДСП. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

7. Об утверждении Основ государственной политики Российской Федерации в области гражданской обороны на период до 2030 г.: Указ Президента Рос. Федерации от 20 дек. 2016 г. № 696. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

8. Изотова Т.Ю. Обзор алгоритмов поиска кратчайшего пути в графе // Новые информационные технологии в автоматизированных системах. 2016. № 19. С. 341–344.

9. Решение задач целочисленной линейной оптимизации / З.И. Баусова [и др.] // Вестник Пензенского государственного университета. 2017. № 4 (20). С. 117–121.

## References

1. O vnesenii izmenenij v Poryadok sozdaniya ubezhishch i inyh ob"ektov grazhdanskoj oborony: postanovlenie Pravitel'stva Ros. Federacii ot 30 okt. 2019 g. № 1391. Dostup iz sprav.-pravovoj sistemy «Konsul'tantPlyus».
2. O vnesenii izmenenij v Polozhenie ob organizacii obespecheniya naseleniya sredstvami individual'noj zashchity, utverzhdennoe prikazom MCHS Rossii ot 1 okt. 2014 g. № 543: prikaz MCHS Rossii ot 31 iyulya 2017 g. № 309. Dostup iz sprav.-pravovoj sistemy «Konsul'tantPlyus».
3. O vnesenii izmenenij v Pravila evakuacii naseleniya, material'nyh i kul'turnyh cennostej v bezopasnye rajony: postanovlenie Pravitel'stva Ros. Federacii ot 3 fevr. 2016 g. № 61. Dostup iz sprav.-pravovoj sistemy «Konsul'tantPlyus».
4. SP 165.1325800.2014. Inzhenerno-tehnicheskie meropriyatiya po grazhdanskoj oborone. Aktualizirovannaya redakciya SNiP 2.01.51-90 (utv. i vved. v dejstvie prikazom Ministroya Rossii ot 12 noyab. 2014 g. № 705/pr). Dostup iz sprav.-pravovoj sistemy «Konsul'tantPlyus».
5. MCHS Rossii. URL: <https://www.mchs.gov.ru/> (data obrashcheniya: 16.01.2020).
6. O poryadke evakuacii naseleniya, material'nyh i kul'turnyh cennostej v bezopasnye rajony: postanovlenie Pravitel'stva Ros. Federacii ot 22 iyunya 2004 g. № 303 DSP. Dostup iz sprav.-pravovoj sistemy «Konsul'tantPlyus».
7. Ob utverzhdenii Osnov gosudarstvennoj politiki Rossijskoj Federacii v oblasti grazhdanskoj oborony na period do 2030 g.: Ukaz Prezidenta Ros. Federacii ot 20 dek. 2016 g. № 696. Dostup iz sprav.-pravovoj sistemy «Konsul'tantPlyus».
8. Izotova T.Yu. Obzor algoritmov poiska kratchajshego puti v grafe // Novye informacionnye tekhnologii v avtomatizirovannyh sistemah. 2016. № 19. S. 341–344.
9. Reshenie zadach celochislennoj linejnoy optimizacii / Z.I. Bausova [i dr.] // Vestnik Penzenskogo gosudarstvennogo universiteta. 2017. № 4 (20). S. 117–121.

# **ПРИМЕНЕНИЕ КОМПЛЕКСНОГО ПОКАЗАТЕЛЯ ТЕХНИЧЕСКОГО УРОВНЯ И ЕГО ОСНОВНЫХ СОСТАВЛЯЮЩИХ ДЛЯ ВЫБОРА ЛУЧШЕГО ИЗДЕЛИЯ**

**И.Л. Скрипник, кандидат технических наук, доцент;**

**С.В. Воронин, кандидат технических наук, доцент.**

**Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России.**

**Т.Т. Каверзнева, кандидат технических наук, доцент.**

**Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого**

Рассматриваются модели, способы расчета основных составляющих комплексного показателя технического уровня, его графического представления. Показывается актуальность, значение, достоинства, адекватность разработанной методики выбора лучшего изделия из представленных по сравнению с действующими в других предметных областях.

*Ключевые слова:* изделие, качество, технический уровень, методика, модель, новизна, организованность, производство, надежность, стоимость

## **THE USE OF A COMPREHENSIVE INDICATOR OF THE TECHNICAL LEVEL AND ITS MAIN COMPONENTS TO SELECT THE BEST PRODUCT**

I.L. Skripnik; S.V. Voronin.

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

T.T. Kaverzneva. PETER the Great Saint-Petersburg polytechnic university

Models, methods of calculation of the main components of the complex indicator of technical level, its graphic representation are considered. The article shows the relevance, value, advantages, adequacy of the developed method of choosing the best product from the presented in comparison with the existing ones in other subject areas.

*Keywords:* product, quality, technical level, methodology, model, novelty, organization, production, reliability, cost

Для повышения эффективности прогрессивных разработок современных изделий необходимо использовать механизм конкурсного размещения заказов. Установлено, что в качестве критерия оценки разработок выступает технический уровень (ТУ) изделия, а его количественной характеристикой является комплексный показатель ТУ (КПТУ).

Проведенный анализ показал, что основными составляющими, позволяющими в реальных условиях конкурса оценить ТУ современных, прогрессивных изделий (разработок), могут выступать:

- качество подготовки изделия;
- новизна технических решений (НТР);
- функциональная организованность (ФО);
- конструктивная организованность (КО);
- приспособленность к прогрессивной технологии производства на основе технологического аудита;
- надежность образца.

Этот набор основных составляющих КПТУ даст возможность заказывающему органу со всех позиций и стадий (этапов) рассмотреть представленные изделия, что отличает предлагаемый подход оценки ТУ изделий от ныне существующих.

Модель обобщенного показателя качества (ОПК) (рис. 1) как одного из основных, входящих в состав КПТУ составляющих, базируется на разбиении показателей

на существенные, определяющие основное назначение изделия, и несущественные, носящие условно-альтернативный характер, характеризующие второстепенные функции, по степени их влияния на ТУ [1].

Исходя из проведенных исследований, следует, что для изделий должен устанавливаться (планироваться) ОПК, представляющий собой число, полученное на основе анализа характеристик базового, лучшего из мировых аналогов, и разрабатываемого изделия по критерию коэффициента корреляции «стоимость-показатель» – R.

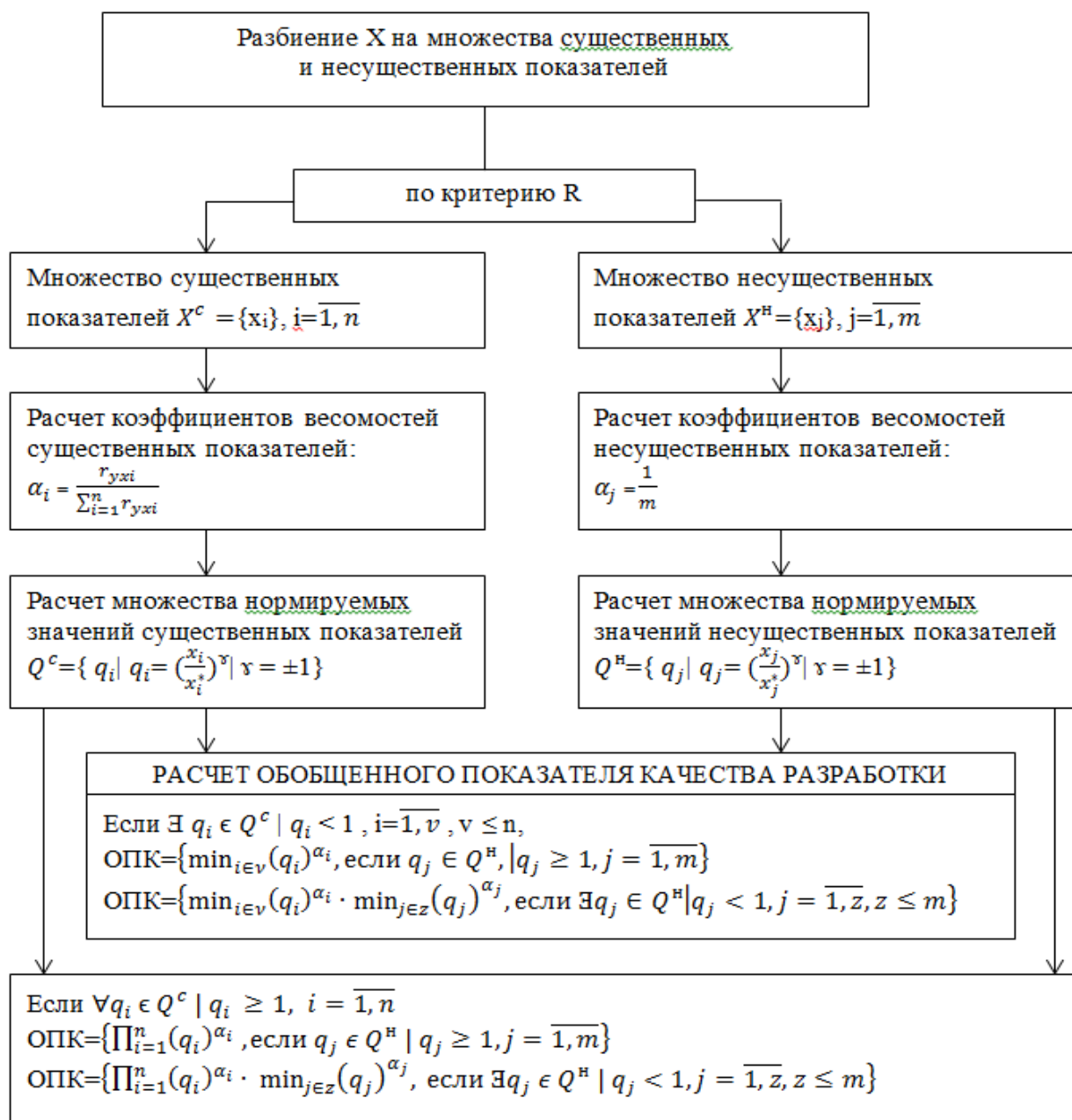


Рис. 1. Модель расчета ОПК

Модель НТР включает в себя производственные и экономические позиции. Она образуется на основе апробированного аппарата проведения патентного поиска с помощью построения определительных таблиц, где качественным характеристикам и их позициям НТР изделий поставлены в соответствие количественные значения  $B_{ij\text{ок}}$  (рис. 2).

Характеристики (n) и позиции (m)	Базисный балл $B_{ijок}$
Характеристика $i = 1$ (или $i_1$ ) Позиция $j=1$ (или $j_1$ )  позиции $\left\{ \begin{array}{l} p = 1 \text{ (или } p_{11}) \\ p = 2 \text{ (или } p_{12}) \\ p = 3 \text{ (или } p_{13}) \\ \dots \\ p = m \text{ (или } p_{1m}) \end{array} \right.$	$B_{11}$ $B_{12}$ $B_{13}$ $\dots$ $B_{1m}$
Характеристика $i = 2$ (или $i_2$ )  позиции $\left\{ \begin{array}{l} p = 1 \text{ (или } p_{21}) \\ p = 2 \text{ (или } p_{22}) \\ p = 3 \text{ (или } p_{23}) \\ \dots \\ p = m \text{ (или } p_{2m}) \end{array} \right.$	$B_{21}$ $B_{22}$ $B_{23}$ $\dots$ $B_{2m}$
.....	.....
Характеристика $i = n$ (или $i_n$ )  позиции $\left\{ \begin{array}{l} p = 1 \text{ (или } p_{n1}) \\ p = 2 \text{ (или } p_{n2}) \\ p = 3 \text{ (или } p_{n3}) \\ \dots \\ p = m \text{ (или } p_{nm}) \end{array} \right.$	$B_{n1}$ $B_{n2}$ $B_{n3}$ $\dots$ $B_{nm}$

Рис. 2. Пример построения определительной таблицы

Так как характеристики имеют разную значимость, то необходимо определить их коэффициент значимости. С этой целью вводятся следующие предположения:

а) нормирующий вес первой характеристики ( $r^1$ ) максимален и равен единице, последней – нулю;

$$б) \lim_{i \rightarrow \infty} \frac{r^{i+1}}{r^i} < \beta, \quad (1)$$

где  $\beta$  – число, к которому должен сходиться предел;

в) веса – это убывающая последовательность, показанная как:

$$|r^i| > |r^{i+1}|, \text{ при } 1 < i < \infty; \quad (2)$$

г) значение «веса» между соседними характеристиками должно быть минимальным:

$$\frac{r^i - r^{i+1}}{r^i} \rightarrow \min. \quad (3)$$

Исходя из этого, функция, определяющая весовые характеристики, будет иметь вид (рис. 3, выражение 4). Выбираем  $a = 2,1$  как наиболее подходящее значение, удовлетворяющее допущениям (1–3).

$$r^i = \frac{1}{a^{i-1}}. \quad (4)$$



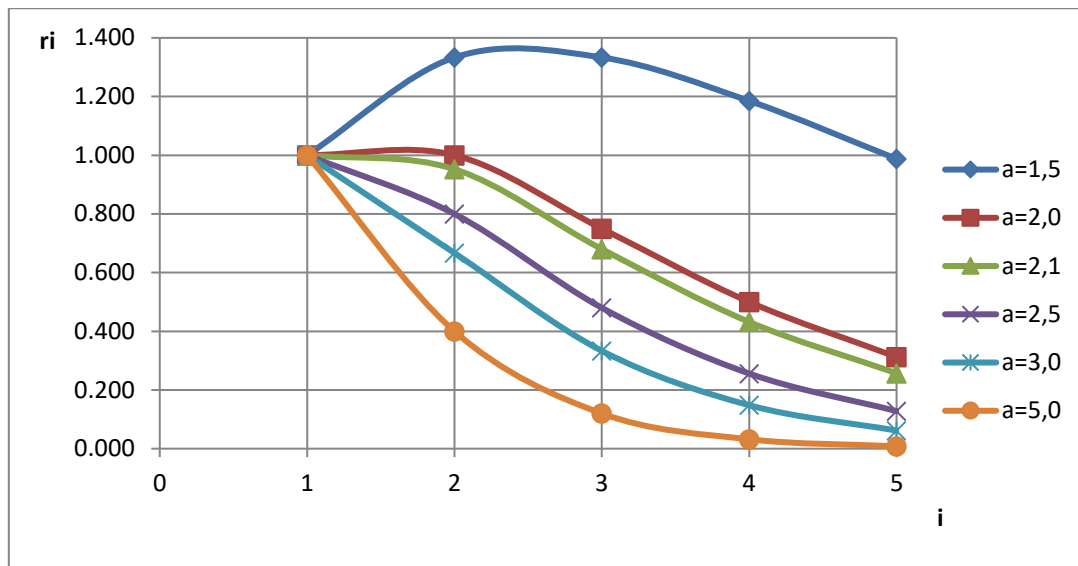


Рис. 3. Зависимость  $r^i = f(i; a)$

В итоге значение показателя новизны ТР ( $K_{НТР}$ ) находится как:

$$K_{НТР} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m B_{ijок} \cdot sign B_{ijок} ,$$

где  $ign B_{ijок} \begin{cases} 1, \text{ если по } i \text{ характеристике используется } j \text{ позиция;} \\ 0, \text{ если по } i \text{ характеристике не используется } j \text{ позиция.} \end{cases}$

В основу построения модели ФО положен способ, основанный на положениях функционально-стоимостного анализа и функционально-физического описания образцов (рис. 4). Для этого вводится показатель ФО, определяемый как:

$$K_{фо} = \sqrt{K_{акт_{гл}} \cdot K_{акт_{вт}} \cdot K_{сф} \cdot K_{рф}} ,$$

где коэффициенты  $K_{акт_{гл(вт)}}$  – актуализации главных (второстепенных) функций;  $K_{сф}$  – сосредоточения главных функций;  $K_{рф}$  – расширения, определяемый в зависимости от количества второстепенных и главных функций.

Анализ теории проектирования изделий нового поколения показал, что выбор НТР с их физическими принципами действия предполагает другую конструкцию изделия. Вследствие этого целесообразно так же использовать показатель КО образца, определяемый следующим образом:

$$K_{орг} = \frac{(k \cdot \ln(N))! \cdot M}{N^2} ,$$

где  $k$  – коэффициент ( $k = 1,44$ ); количество  $N$  – элементов в образце;  $M$  – связей.

Разработка нового образца должна так же основываться на анализе и поиске:

- прогрессивных технологий, соответствующих современному уровню научно-технического прогресса (НТП);
- оборудования, функционирующего в заданных режимах при необходимых условиях эксплуатации;
- современных материалов, обеспечивающих сохранение своих характеристик при воздействии на них неблагоприятных факторов окружающей среды, различного рода техногенных катастроф и аварий;
- направлений, способствующих подготовить высококвалифицированных специалистов, для обеспечения качественного «прорыва» технической мысли в данной предметной области и принятия оптимальных, наилучших решений.

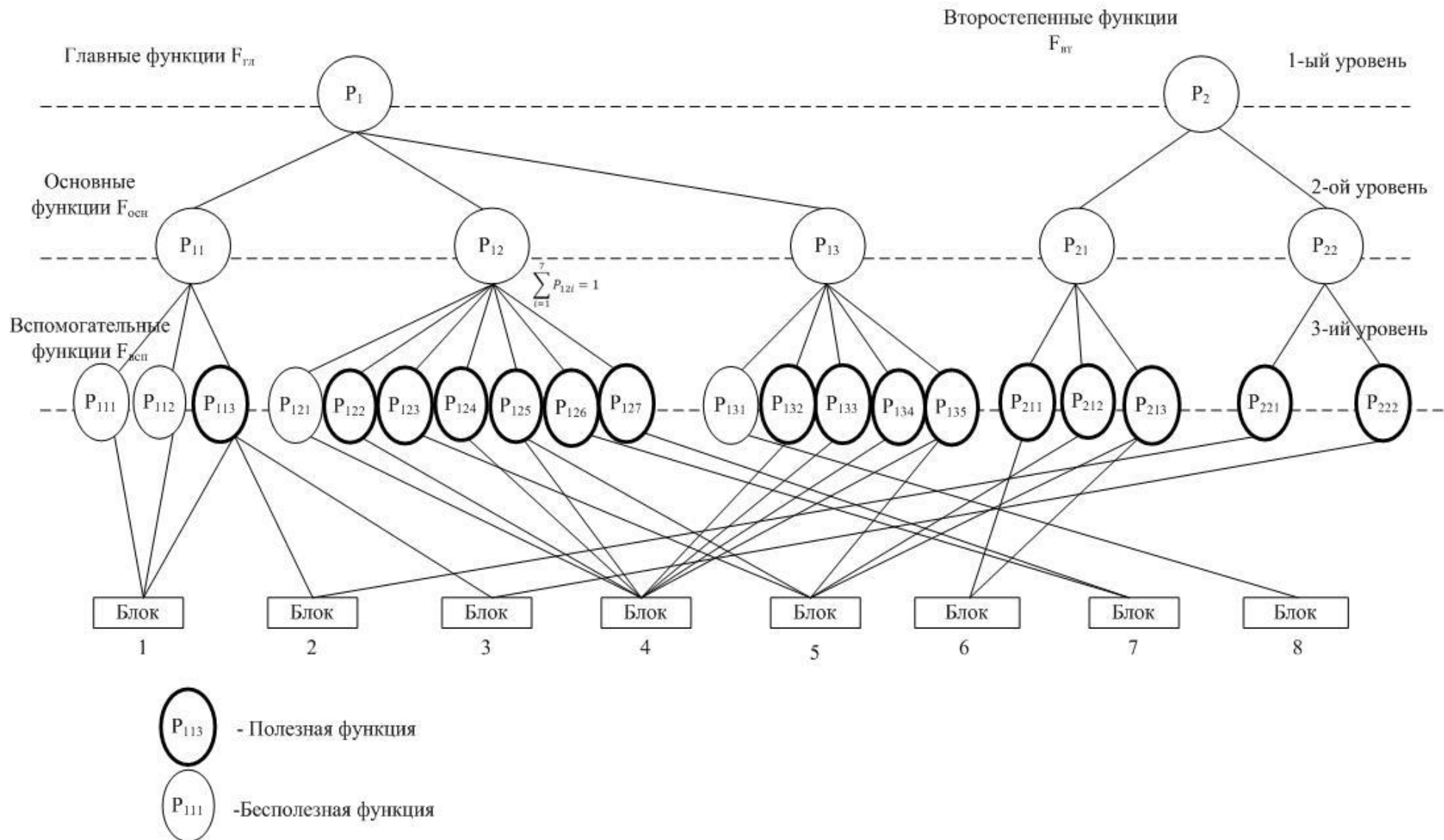


Рис. 4. Примерная модель ФО изделия

Поэтому в расчет КПТУ надо ввести показатель приспособленности образца к прогрессивным технологиям производства, определяемый по выражению [2]:

$$K = K_1 \cdot \beta_1 + K_2 \cdot \beta_2,$$

где весовые коэффициенты  $\beta_1$  – технологичности образца  $K_1$ , включающего в себя особенности применяемых радиоэлектронных и механических частей;  $\beta_2$  – новой технологии производства  $K_2$ .

Если заказывающий орган владеет информацией об особенностях производства, соответствии технологий, инфраструктуры, оборудования, материалов, квалификации инженерно-технических работников современному уровню развития НТП, то это позволит на основе апробированных современных методик технологического аудирования найти несоответствие разработанных изделий требованиям действующих нормативных документов.

Последняя характеристика, входящая в состав КПТУ, может быть выражена через наработку на отказ, рассчитываемая по выражению:

$$T_0 = \frac{1}{\sum_{j=1}^r \lambda_{jr}},$$

где  $\lambda_{jr}$  – интенсивность отказов  $j$ -ой группы элементов;  $j = \overline{1, r}$ .

Так как базовые составляющие имеют разную физическую сущность и явной зависимости КПТУ от них не установлено, то предложено проводить расчет КПТУ на основе средневзвешенной оценки этих составляющих. Проведенные исследования показали, что из всех известных оценок, наиболее чувствительной по данному критерию – изменение КПТУ от значений основных характеристик, является средневзвешенная гармоническая вида [3]:

$$\text{КПТУ} = \frac{1}{\sum_{i=1}^n \frac{\alpha_j}{K_j}},$$

где  $\alpha_j$  – коэффициент значимости  $j$ -ой составляющей;  $n$  – количество базовых составляющих;  $K_j$  – значение  $j$  составляющей ТУ изделия.

С учетом условия нормировки коэффициентов значимостей (5) и условия глобального экстремума КПТУ, а так же основываясь на предположении, что при меньшей потере ТУ образец по своим характеристикам приближается к лучшему мировому аналогу, лучше КПТУ определять с помощью способа «идеального центра»:

$$\sum_{j=1}^n \alpha_j^2 = 1. \quad (5)$$

В этом случае полученные их численные значения будут находиться в одной системе отсчета (безразмерные).

Для более объективного принятия решения заказывающему органу необходимо иметь графическое представление полученных значений основных составляющих КПТУ (рис. 5), позволяющее лицу, принимающему решение (ЛПР), исходя из задаваемых критериев, в условиях многоальтернативности, определить лучшее изделие [4].

Предложенный состав основных характеристик, модели и способы их расчета, графоаналитическое представление КПТУ позволило представить методику выбора лучшего изделия (рис. 6).

На принимаемое решение так же влияет модель расчета уточненной стоимости, определяемая на основе действующих смет.

Применение разработанной методики поможет ЛПР определить предпочтительные направления в развитии наиболее важных, на текущий период основных, входящих в состав КПТУ, характеристик.

Модели и способы расчета основных, входящих в состав КПТУ характеристик проверены и апробированы на примере расчета современных приборов приемно-контрольных пожарных.

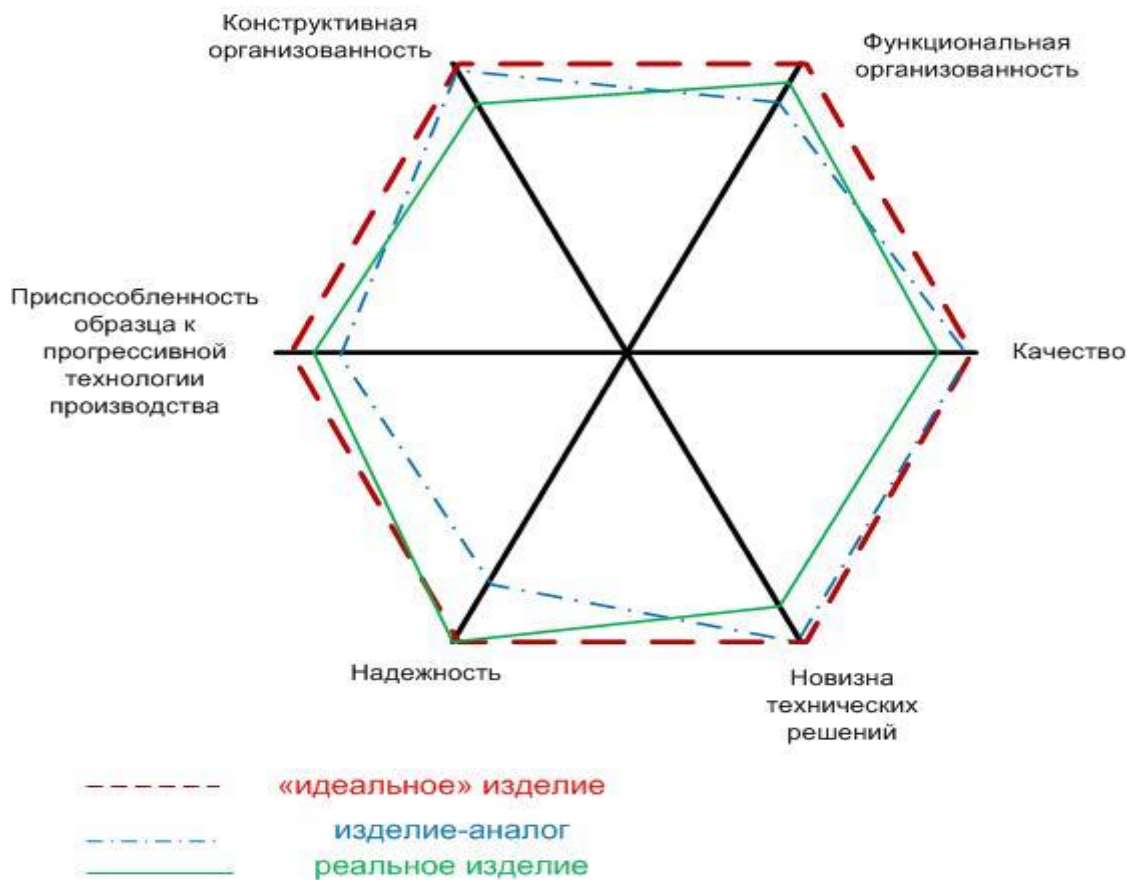


Рис. 5. Графическое представление характеристик КПТУ

Преимущество данной методики по отношению к действующим – это ее простота, универсальность по отношению к любым изделиям, ёмкость с позиции учета разных факторов и охвата всего жизненного цикла разработки образцов.

Предложенная методика позволяет согласовывать совместное применение методов технико-экономического обоснования (анализа) решений выбора лучшего изделия из представленных ЛПР выработать обоснованные, правильные предложения и решения по дальнейшему их применению в серийном производстве.



Рис. 6. Методика выбора лучшего изделия

## **Литература**

1. Скрипник И.Л., Воронин С.В. Модель качества разработки изделий пожарной техники // Природные и техногенные риски (физико-математические и прикладные аспекты). 2017. № 4 (24). С. 35–42.
2. Скрипник И.Л., Воронин С.В. Способ расчета показателя приспособленности образца к прогрессивной технологии производства // Надежность и долговечность машин и механизмов: сб. материалов VIII Всерос. науч.-практ. конф. Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2017. С. 213–215.
3. Скрипник И.Л., Воронин С.В. Расчетная процедура оценки технического уровня разработок изделий пожарной техники // Природные и техногенные риски (физико-математические и прикладные аспекты). 2017. № 2 (22). С. 36–46.
4. Скрипник И.Л., Воронин С.В. Обоснование размерности комплексного показателя технического уровня и его графическое представление // Природные и техногенные риски (физико-математические и прикладные аспекты). 2017. № 3 (23). С. 23–27.

## **References**

1. Skripnik I.L., Voronin S.V. Model' kachestva razrabotki izdelij pozharnoj tekhniki // Prirodnye i tekhnogennye riski (fiziko-matematicheskie i prikladnye aspekty). 2017. № 4 (24). С. 35–42.
2. Skripnik I.L., Voronin S.V. Sposob rascheta pokazatelya prisposoblennosti obrazca k progressivnoj tekhnologii proizvodstva // Nadezhnost' i dolgovechnost' mashin i mekhanizmov: sb. materialov VIII Vseros. nauch.-prakt. konf. Ivanovo: Ivanovskaya pozharno-spasatel'naya akademiya GPS MCHS Rossii, 2017. S. 213–215.
3. Skripnik I.L., Voronin S.V. Raschetnaya procedura ocenki tekhnicheskogo urovnya razrabotok izdelij pozharnoj tekhniki // Prirodnye i tekhnogennye riski (fiziko-matematicheskie i prikladnye aspekty). 2017. № 2 (22). S. 36–46.
4. Skripnik I.L., Voronin S.V. Obosnovanie razmernosti kompleksnogo pokazatelya tekhnicheskogo urovnya i ego graficheskoe predstavlenie // Prirodnye i tekhnogennye riski (fiziko-matematicheskie i prikladnye aspekty). 2017. № 3 (23). S. 23–27.

# ОПТИМИЗАЦИЯ СТОИМОСТИ ТЕХНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПОКАЗАТЕЛЕЙ НАДЕЖНОСТИ

**А.Ю. Лабинский, кандидат технических наук, доцент.  
Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России**

Рассмотрены особенности использования генетического алгоритма для оптимизации функции трех переменных, в качестве которой использована суммарная стоимость сложной технической системы. Рассмотрены такие составляющие стоимости технической системы, как стоимость создания, стоимость эксплуатации и стоимость ликвидации последствий аварийных ситуаций.

*Ключевые слова:* генетический алгоритм, оптимизация функции трех переменных, компьютерная программа, математическая модель

## OPTIMIZATION COST OF TECHNICAL SYSTEM IN DEPEND ON RELIABILITY INDICATOR

Yu. Labinskiy. Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia

Peculiarities of using the genetic algorithm to optimize the function of three variables are considered, which is used as the total cost of a complex technical system. Such components of the cost of the technical system as the cost of creation, the cost of operation and the cost of emergency response are considered.

*Keywords:* genetic algorithm, optimization function of three value, computing program, mathematical model

Под технической системой понимается совокупность взаимосвязанных элементов (объектов, устройств), обеспечивающих выполнение конкретных практических задач [1]. Устройством называется законченная конструкция, которая, являясь частью системы, имеет самостоятельное целевое назначение. Элементы системы – это части системы или устройства, которые выполняют в ней определенные функции и не могут иметь самостоятельного применения.

Под надежностью системы понимается свойство системы (а также устройства или элемента), обусловленное в основном её безотказностью и ремонтпригодностью, обеспечивающих требуемую эффективность функционирования системы в течение заданного интервала времени [1].

Технические системы могут обладать недостаточной надежностью, служащей причиной отказов системы. Основными причинами отказов технических систем являются внезапные (случайные) отказы, отказы вследствие ухудшения характеристик элементов системы по причине их старения, износа и наличия скрытых производственных дефектов, характерных для начального периода эксплуатации, а также отказы вследствие нарушения условий эксплуатации.

Возрастание интенсивности отказов технических систем обычно связано с ужесточением условий их функционирования (эксплуатации) и с недостаточной квалификацией обслуживающего персонала. Таким образом, все причины, приводящие к снижению надежности технических систем, можно разделить на следующие категории: конструктивные, производственные, эксплуатационные и организационные. Рассмотрим указанные причины снижения надежности технических систем более подробно.

Конструктивные причины связаны с низкой надежностью элементной базы, неправильным выбором элементов, неудачным схемно-компоновочным решением, недостаточной унификацией элементов, недостаточной отработкой технологий на этапах испытаний.

Производственные причины связаны с нарушением качества материалов, недостаточным контролем входных параметров, недостаточной отработкой технологий производства и сборки устройств, общей низкой культурой производства.

Эксплуатационные причины связаны с низкой квалификацией обслуживающего персонала, низкой эффективностью контрольно-проверочной аппаратуры, а также с нарушением условий эксплуатации.

Организационные причины связаны с отсутствием требований по поддержанию заданных показателей надежности, несоответствием условий заводских испытаний реальным условиям эксплуатации, а также неритмичностью эксплуатации.

Повышение надежности связано с дополнительными расходами, так как для повышения надежности сложного технического устройства нужно улучшить качество материалов или увеличить коэффициенты запаса, провести дополнительные ресурсные испытания на надежность или выполнить специальные научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы. Кроме того, для повышения надежности необходимо улучшить качество приемки готовой продукции. Все это требует дополнительных затрат со стороны изготовителя. Таким образом, повышение надежности изготавливаемой продукции приводит к росту стоимости этой продукции.

С другой стороны, на более надежную технику в период эксплуатации приходится меньше расходовать средств, так как становится возможным реже и быстрее проводить плановое предупредительное обслуживание, меньше тратить средств на неплановые ремонты для устранения отказов. При более надежной технике возможно применение расходных материалов пониженного качества, что также может снизить стоимость эксплуатации. Таким образом, повышение надежности изготавливаемой продукции приводит к снижению стоимости эксплуатации.

В процессе эксплуатации сложных технических систем возможно возникновение чрезвычайных ситуаций (аварий), вызванных различными причинами. Математическое ожидание расходов на ликвидацию последствий возможных аварий с техническими системами зависит от надежности системы, так как отказ некоторых элементов или узлов системы способен не просто вывести систему из эксплуатации, но вызвать аварийную ситуацию с последствиями негативного воздействия на окружающую среду и население. Таким образом, повышение надежности технической системы приводит к снижению стоимости ликвидации последствий возможных аварийных ситуаций.

Стоимость сложной технической системы определяется стоимостью создания системы, стоимостью эксплуатации системы и стоимостью ликвидации последствий возможных аварийных ситуаций:

$$C_{\Sigma}(N_i) = C_c(N_1) + C_{\text{э}}(N_2) + C_{\text{чс}}(N_3),$$

где  $N_i$  – показатели надежности системы.

Возможные значения составляющих стоимости технической системы представлены в табл. 1–4.

Таблица 1

$N_1$	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
$C_c(N_1)$	0,05	0,19	0,43	0,77	1,2	1,73	2,35	3,07	3,89	4,80

Таблица 2

$N_2$	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
$C_{\text{э}}(N_1)$	5,0	2,5	1,67	1,25	1,0	0,83	0,71	0,63	0,56	0,50



Таблица 3

$N_3$	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
$C_{\text{чс}}(N_i)$	3,0	1,50	1,00	0,75	0,60	0,50	0,43	0,38	0,33	0,30

Таблица 4

$N_i$	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
$C_{\Sigma}(N_i)$	8,05	4,19	3,10	2,87	2,80	3,06	3,49	4,07	4,78	5,60

Так как с ростом надежности стоимость создания системы увеличивается, а стоимость эксплуатации системы и стоимость ликвидации последствий возможных аварийных ситуаций уменьшаются, существует такой уровень надежности, при котором суммарные затраты, связанные с производством и эксплуатацией, достигают минимального значения (оптимальный уровень надежности). Качественную картину соотношения стоимости и надежности можно представить графически (рис. 1).

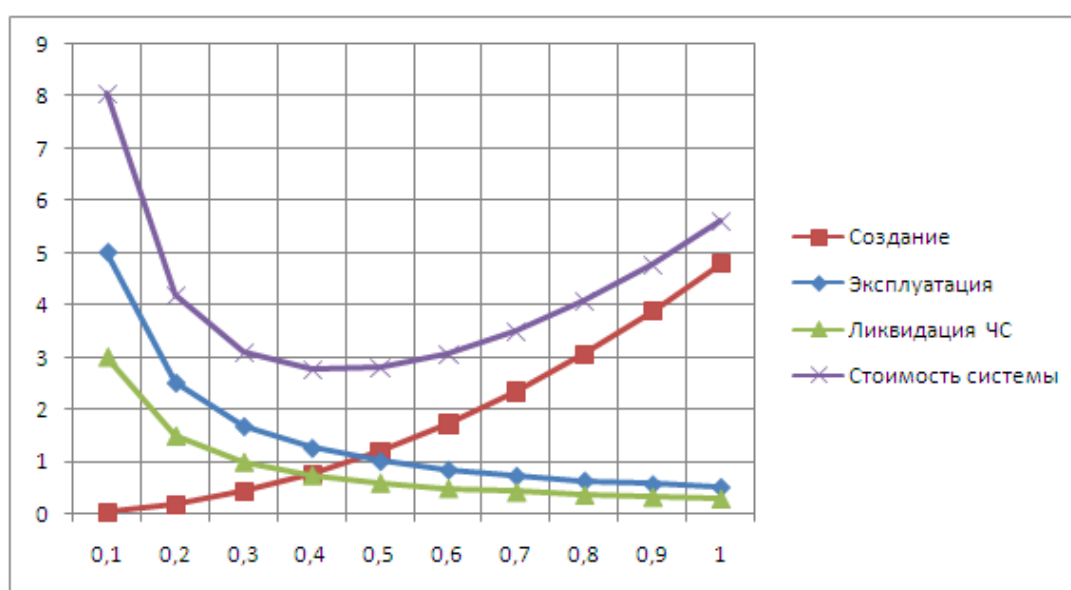


Рис. 1. Зависимость стоимости системы от надежности системы

По оси абсцисс может быть отложена одна из количественных характеристик надежности, наиболее полно характеризующая специфику функционирования элемента или системы сложного технического устройства. Это может быть либо вероятность безотказной работы  $R(t)$ , либо опасность (частота) отказов  $\lambda(t)$  [2]. Для восстанавливаемых систем в качестве показателей надежности могут приниматься также один или несколько показателей, характеризующих надежность.

По оси ординат могут быть отложены стоимости изготовления, эксплуатации системы и ликвидации последствий возможных аварийных ситуаций, а также их суммарная стоимость. Из графика, представленного на рис. 1, видно, что суммарная стоимость технической системы при определенном уровне надежности имеет оптимальное (минимальное) значение.

В результате аппроксимации зависимости стоимости системы от показателей надежности может быть получена зависимость вида:

$$F(X, Y, Z) = 4,8 * X^2 + 0,5 / Y + 0,3 / Z,$$

где  $X$ ,  $Y$ ,  $Z$  – показатели стоимости создания системы, эксплуатации системы и ликвидации последствий возможных аварийных ситуаций.

Результаты аппроксимации представлены в табл. 5.

Таблица 5

$N_1$	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
$C_{\Sigma}(N_1)$	8,05	4,19	3,10	2,87	2,80	3,06	3,49	4,07	4,78	5,60
$F(X,Y,Z)$	8,048	4,192	3,097	2,854	2,798	3,061	3,495	4,072	4,777	5,605

Зависимость  $F(X,Y,Z)$  при постоянных значениях двух из трех параметров представлена на графике (рис. 2).

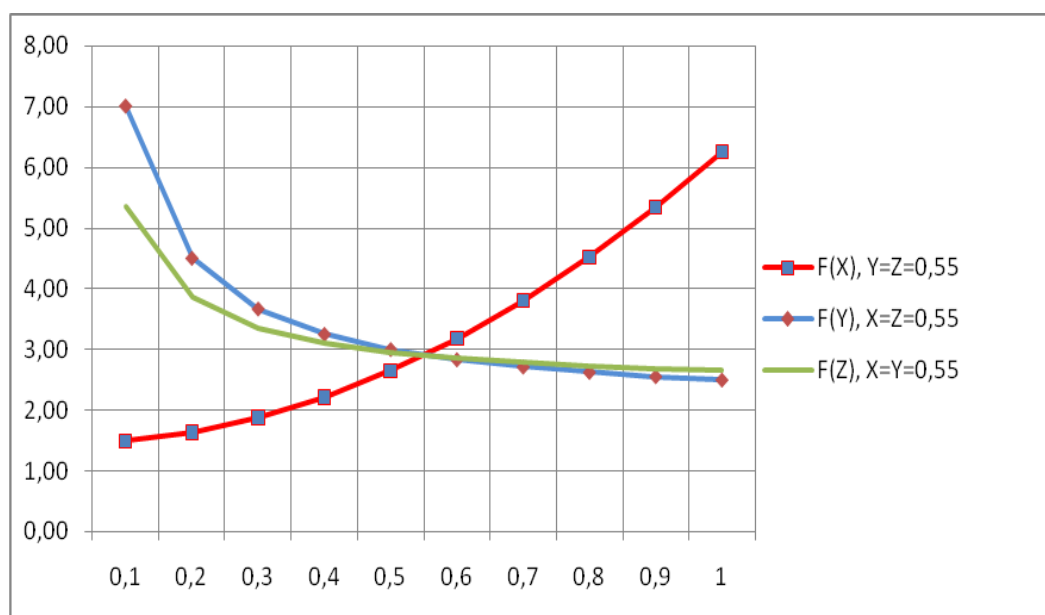


Рис. 2. Зависимость  $F(X,Y,Z)$

Ограничения, накладываемые безопасностью эксплуатации, массой, габаритами и другими характеристиками сложного технического устройства, как правило, не позволяют однозначно выбрать оптимальную величину надежности. Однако определение необходимого уровня надежности всегда целесообразно, так как позволяет проводить оптимальное проектирование сложных технических устройств по всем показателям [2].

### Компьютерная модель оптимизации

Структура генетического алгоритма с указанием этапов его работы, а также возможная реализация некоторых этапов генетического алгоритма изложены в работах [3–5]. Разработанная модель генетического алгоритма была реализована в виде программы для ЭВМ. Возможный интерфейс программы, реализующей генетический алгоритм в процессе решения задачи оптимизации, представлен на рис. 2, 3.

Задача оптимизации функции трех переменных применительно к стоимости сложной технической системы может быть представлена в следующем виде:  $F(X,Y,Z) \rightarrow \min$ , где  $X, Y, Z$  – показатели надежности системы в слагаемых стоимости изготовления, стоимости эксплуатации и стоимости ликвидации чрезвычайной ситуации.

В окнах графического вывода (рис. 3) представлено начальное распределение популяции по функции приспособленности и распределение значений функции приспособленности.

В окне графического вывода (рис. 4) представлена зависимость  $F(X)$  стоимости создания технической системы от надежности при постоянных средних значениях

показателя надежности  $Y=const$  в стоимости эксплуатации и показателя надежности  $Z=const$  в стоимости ликвидации аварийной ситуации.

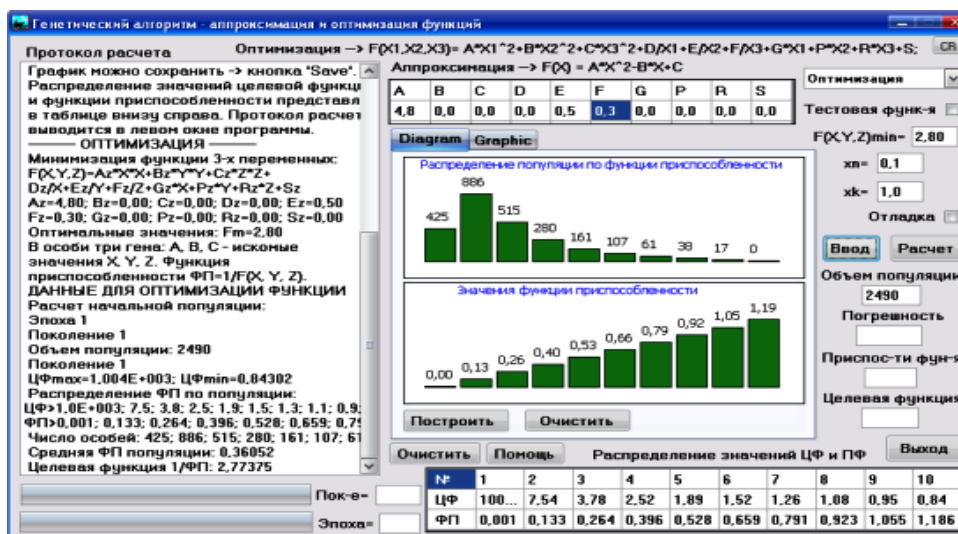


Рис. 3. Оптимизация функции трех переменных

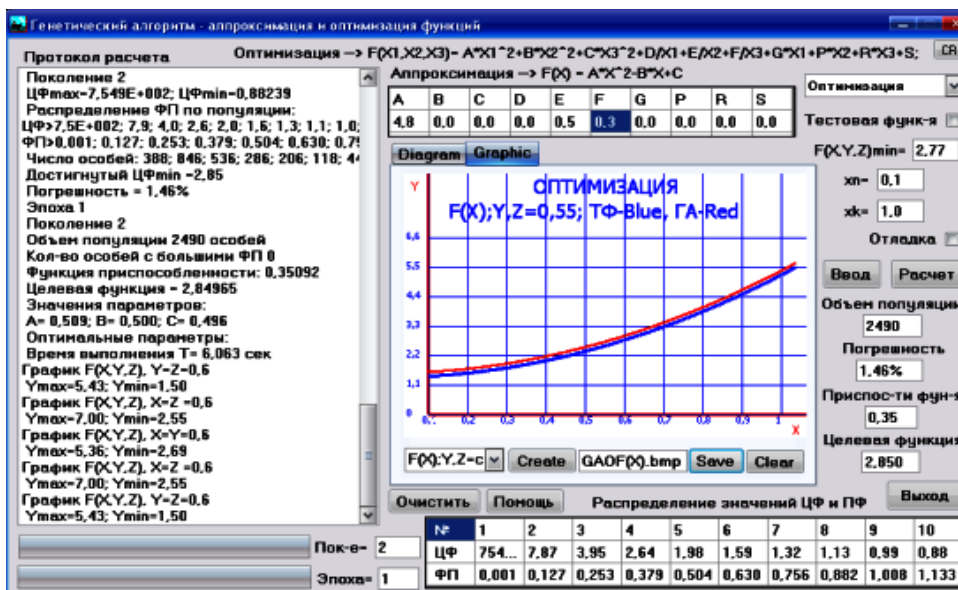


Рис. 4. Оптимизация функции трех переменных

На рис. 4 синим цветом обозначена зависимость стоимости технической системы, а красным – зависимость, полученная с помощью генетического алгоритма. На рис. 5 представлены зависимости  $F(Y)$  стоимости эксплуатации от показателя надежности  $Y$  при постоянных средних значениях показателя надежности  $X=const$  в стоимости создания технической системы и показателя надежности  $Z=const$  в стоимости ликвидации аварийной ситуации и  $F(Z)$  стоимости ликвидации последствий аварии от показателя надежности  $Z$  при постоянных средних значениях показателя надежности  $X=const$  в стоимости создания технической системы и показателя надежности  $Y=const$  в стоимости эксплуатации системы.

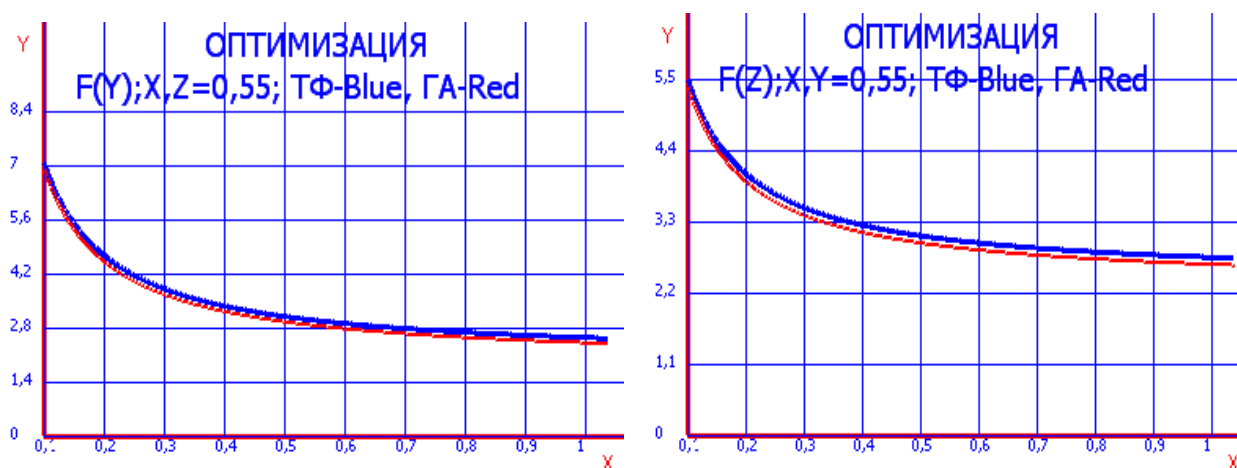


Рис. 5. Оптимизация функции трех переменных

В результате вычислительного эксперимента, для второго поколения популяции были получены следующие значения подбираемых параметров оптимизации:

$$X=0,502; Y=0,503; Z=0,497; F(X, Y, Z)_{\min}=2,81.$$

Оптимальные значения:  $X_0=0,5; Y_0=0,5; Z_0=0,5; F(Z, Y, Z)_0=2,77.$

Результаты компьютерного моделирования путем проведения вычислительных экспериментов на ЭВМ показали, что созданная компьютерная модель генетического алгоритма в виде программы для ЭВМ способна обеспечить оптимизацию функции трех переменных, в качестве которой использована суммарная стоимость сложной технической системы с приемлемой точностью.

### Литература

1. Надежность технических систем и техногенный риск: учеб. / В.С. Артамонов [и др.]. СПб.: С.-Петербург. ун-т ГПС МЧС России, 2007.
2. Рябинин И.А. Надежность и безопасность структурно-сложных систем. СПб.: С.-Петербург. гос. ун-т, 2007.
3. Лабинский А.Ю., Подружкина Т.А. Особенности использования генетических алгоритмов и нейронных сетей. СПб.: С.-Петербург. ун-т ГПС МЧС России // Природные и техногенные риски (физико-математические и прикладные аспекты). 2015. № 4 (16). С. 56–61.
4. Щербаков О.В., Лабинский А.Ю. Особенности использования компьютерной симуляции эволюционных процессов // Проблемы управления рисками в техносфере. 2017. № 4 (44). С. 82–89.
5. Лабинский А.Ю. Использование генетического алгоритма для многокритериальной оптимизации // Природные и техногенные риски (физико-математические и прикладные аспекты). 2018. № 4 (28). С. 5–9.

### References

1. Nadezhnost' tekhnicheskikh sistem i tekhnogennyj risk: ucheb. / V.S. Artamonov [i dr.]. SPb.: S.-Peterb. un-t GPS MCHS Rossii, 2007.
2. Ryabinin I.A. Nadezhnost' i bezopasnost' strukturno-slozhnyh sistem. SPb.: S.-Peterb. gos. un-t, 2007.

3. Labinskij A.Yu., Podrzhkina T.A. Osobennosti ispol'zovaniya geneticheskikh algoritmov i neyronnyh setej. SPb.: S.-Peterb. un-t GPS MCHS Rossii // Prirodnye i tekhnogennye riski (fiziko-matematicheskie i prikladnye aspekty). 2015. № 4 (16). S. 56–61.

4. Shcherbakov O.V., Labinskij A.Yu. Osobennosti ispol'zovaniya komp'yuternoj simulyacii evolyucionnyh processov // Problemy upravleniya riskami v tekhnosfere. 2017. № 4 (44). S. 82–89.

5. Labinskij A.Yu. Ispol'zovanie geneticheskogo algoritma dlya mnogokriterial'noj optimizacii // Prirodnye i tekhnogennye riski (fiziko-matematicheskie i prikladnye aspekty). 2018. № 4 (28). S. 5–9.

# МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОЖАРА НА АВТОСТОЯНКЕ ЗАКРЫТОГО ТИПА МЕТОДОМ ЭМПИРИЧЕСКОГО ПОДОБИЯ

**А.Б. Акимова;**

**Ю.Д. Моторыгин, доктор технических наук, профессор;**

**В.А. Ловчиков, доктор химических наук, профессор.**

**Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России**

Исследуется пожарная безопасность мест хранения автомобилей. Предложен новый метод – метод эмпирического подобия, используемый для описания процессов развития и возникновения опасных факторов пожара на автостоянках закрытого типа. Проведен сравнительный анализ реального горения кубических модулей с результатами компьютерного моделирования с применением программных комплексов.

*Ключевые слова:* автостоянка, транспортное средство, метод эмпирического подобия, программный комплекс

## SIMULATION OF A FIRE IN A CLOSED-TYPE PARKING LOT USING THE METHOD OF EMPIRICAL SIMILARITY

A.B. Akimova; Yu.D. Motorigin; V.A. Lovchikov.

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

There is examines the fire safety of car storage areas. A new method is proposed-the method of empirical similarity, which is used to describe the processes of development and occurrence of fire hazards in closed parking lots. A comparative analysis of real burning cubic modules was done, through the computer simulation with the use of software systems.

*Keywords:* parking lot, vehicle, empirical similarity method, software package

Начиная с 2008 г. для расчета развития опасных факторов пожара [1] появились методики, в которых используются детерминированные или аналитические методы расчета [2]. Наряду с этим развиваются стохастические методы расчета этих факторов.

Развитие пожара (возникновение опасных факторов пожара) во многом зависит от типа, вида и теплофизических свойств материалов, которые служат пожарной нагрузкой. В детерминированных программах, разработанных для оценки пожарного риска, существуют базы данных стандартных видов материалов. Однако зачастую этих данных недостаточно для того, чтобы описать моделируемые процессы, такие базы данных не способны объективно отразить развитие и распространение пожара на автотранспорте в закрытых автостоянках.

Наиболее достоверными всегда считались эмпирические методы оценки развития опасных факторов пожара. Однако натурные испытания являются дорогостоящими и трудоемкими. Наиболее удобным и эффективным при оценке пожарной опасности на закрытых автостоянках является применение метода эмпирического подобия. Исследования отечественной и зарубежной литературы показали, что появились тенденции в развитии детерминированных методов анализа пожарного риска, использующих метод эмпирического подобия, когда реальные пожароопасные объекты заменяются специально подобранными эквивалентами.

Так, например, в работе В.В. Зайцева в качестве оценки воздействия пламени на салон автомобиля пожарная нагрузка в кабине транспортного средства определена по условной древесине [3].

Анализ зарубежной литературы по моделированию автостоянок и автомобилей показал, что в мировой практике используется замена реальных автомобилей поролоновым эквивалентом. Другим эквивалентом пожарной нагрузки могут служить кубические элементы [4].

В ряде работ [5, 6] для моделирования эквивалентной пожарной нагрузки использовались кубические модули, сделанные из бумаги для черчения, размерами ребра, равным 7,5 см (рис. 1).

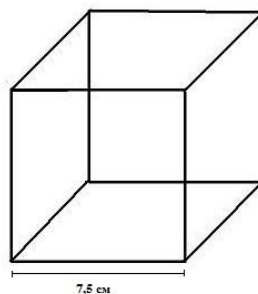


Рис. 1. Модуль с ребром 7,5 см

Целью исследования было физическое обоснование использования метода эмпирического подобия для оценки развития опасных факторов пожара на закрытых автостоянках.

За основу исследования были взяты кубические модули с ребром 7,5 см, аналогичные исследованиям, проведенным ранее [5, 6], однако кубические модули были сделаны из различных материалов: поролона, пластмассы, пластика. Модули могут быть не одинаковыми, а с учетом места расположения моделируемого отсека. Оптимальность выбранных материалов обусловлена тем, что большую часть пожарной нагрузки легковых автомобилей составляют: резина, из которой изготавливаются шины автомобиля и отдельные детали; поролон – салон автомобиля; различные пластмассы, из которых изготавливаются инструментальные панели. Например, салон автомобиля представлен модулем из поролона. Для подтверждения метода эмпирического подобия были проведены исследования с использованием метода компьютерного моделирования с применением программных комплексов: Pygosim, Fenix +.

Для исследования возникновения горения и развития пожара в начальной стадии были выбраны три кубических модуля из разных материалов (поливинилхлорид (ПВХ), поролон, резина), с размерами ребра 7,5 см (рис. 2).

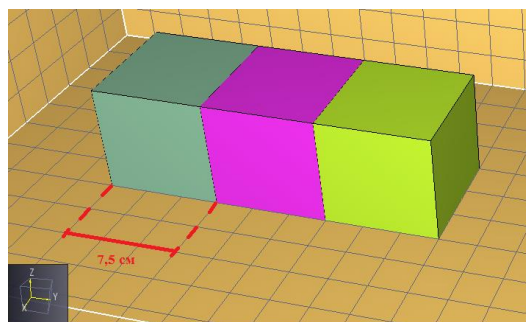


Рис. 2. Три модуля с ребром 7,5 см

На начальном этапе исследовался один кубический модуль (материал поролон). На различном расстоянии от объекта расположены регистраторы. Расстояние от исследуемого объекта до первого регистратора – 3 см, до второго регистратора – 6 см, до третьего регистратора – 9 см, до четвертого регистратора – 12 см (рис. 3).

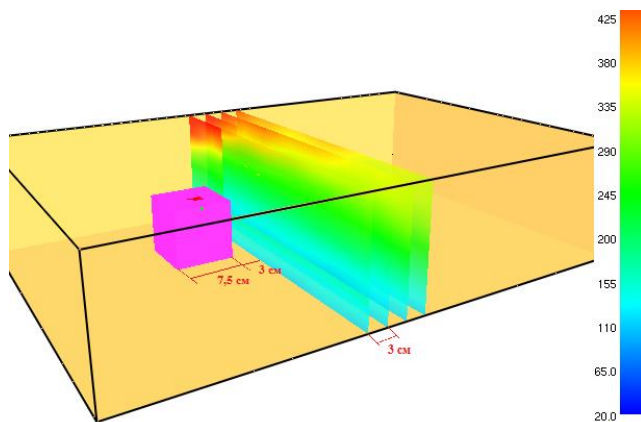


Рис. 3. Исследование зависимости изменения температуры от расстояния

На рис. 4 представлены графики изменения температур, построенные в программном комплексе FDS. Графики отражают зависимость изменения температуры от расстояния, на котором расположены регистраторы относительно исследуемого объекта.

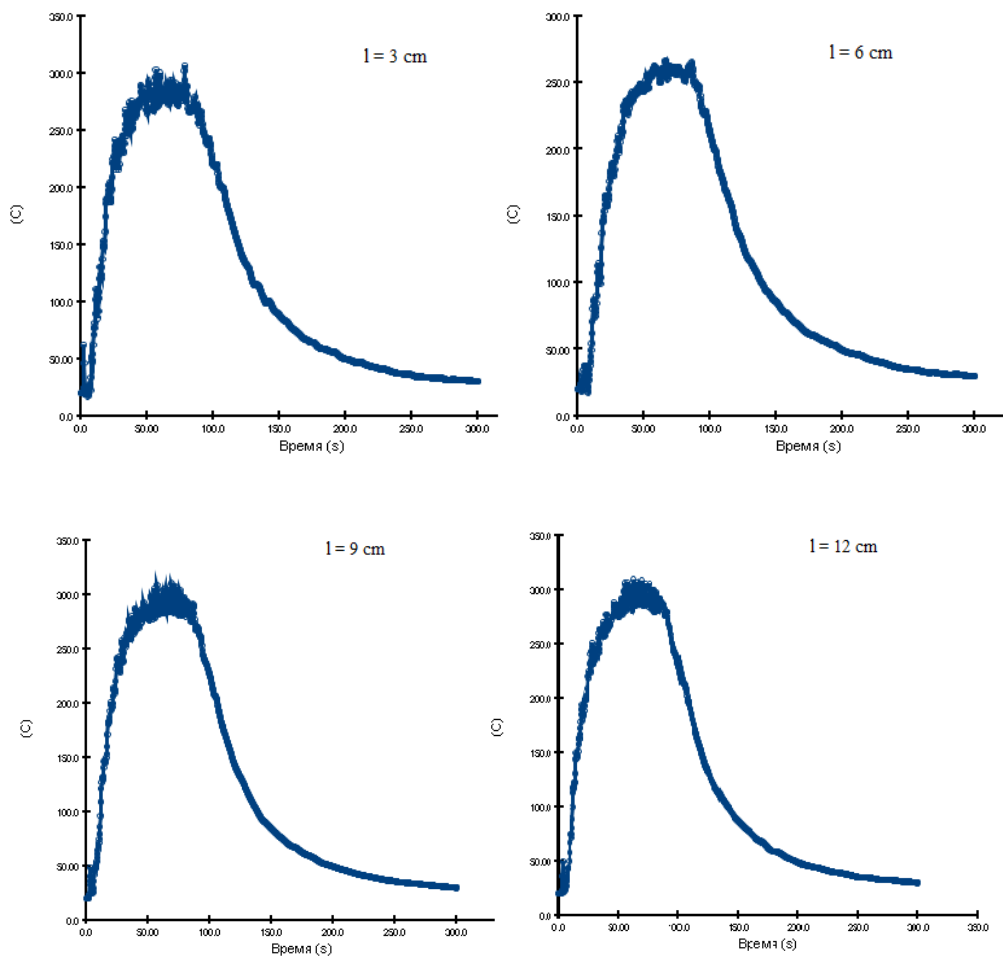


Рис. 4. Графики изменения температур



Регистратор, расположенный на расстоянии 3 см от исследуемого объекта, на 55 с показал температуру  $\sim 305$  °С. Регистратор, расположенный на расстоянии 6 см, на 60 с показал температуру  $\sim 260$  °С. Регистратор, расположенный на расстоянии 9 см, на 65 с показал температуру  $\sim 325$  °С. Регистратор, расположенный на расстоянии 12 см, на 70 с показал температуру  $\sim 305$  °С. Ближе к 100 с отмечается спад температуры на всех регистраторах.

Оценив изменение температуры на регистраторах относительно возгорания одного кубического модуля, переходим к исследованию трех соприкасающихся модулей. Три соприкасающихся модуля являются эквивалентом автомобиля.

На рис. 5 представлено исследование модуля № 2 (слева направо), материал – поролон, наносится инициатор горения – дизельное топливо и поджигается при помощи открытого пламени. Для измерения опасных факторов пожара на гранях куба установлены регистраторы. Каждый регистратор является комплексным измерительным прибором и состоит из нескольких сенсоров (1 сенсор на 1 см регистратора). Сенсор представляет собой контрольную точку измерения опасных факторов пожара (температура, видимость, тепловой поток, концентрации кислорода, оксида углерода).

На рис. 6 показан график изменения температуры для регистраторов 1–4.

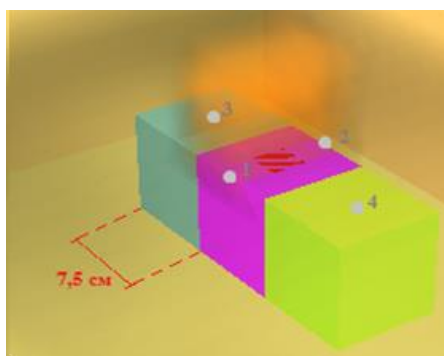


Рис. 5. Горение модуля № 2, смоделированное в программе Pyrosim

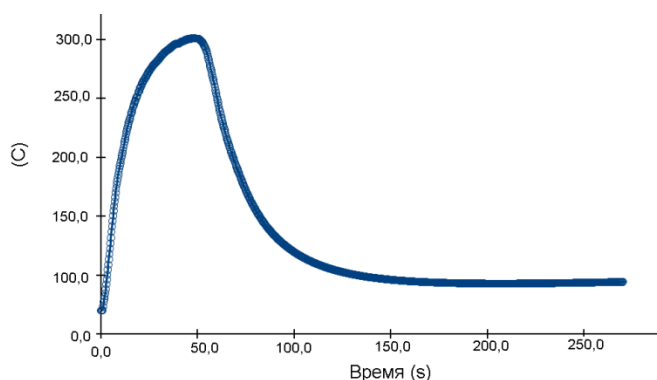


Рис. 6. График изменения температуры для регистраторов 1–4

Температура плавления ПВХ  $> 200$  °С, температура возгорания поролона  $> 250$  °С. На 8 с поролон воспламеняется, и пожар распространяется на модуль из материала ПВХ (табл. 1). Кубический модуль из резины подвергся термическому разложению на 30 с.

Далее на модуль № 3 (слева направо), материал – резина, наносится инициатор горения – дизельное топливо, поджигается при помощи открытого пламени. Для измерения опасных факторов пожара на гранях куба установлены регистраторы (рис. 7).

Таблица 1. Изменения температуры модулей

Время, с	Температура, °С	Материал
1,7	80	Поролон
4,3	220	Поролон
6	245	Поролон
8	255	Поролон
10,3	200	Поролон + ПВХ
12	220	Поролон + ПВХ

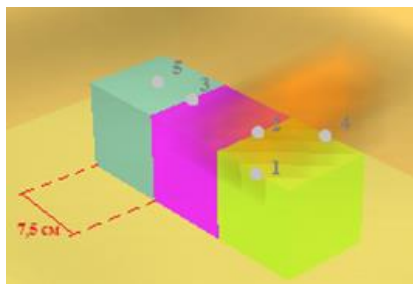


Рис. 7. Горение модуля № 3, смоделированное в программе Pyrosim

На рис. 8–10 показаны графики изменения температуры для регистраторов 1–5.

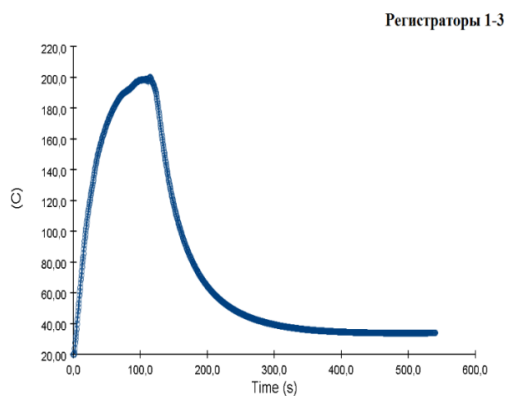


Рис. 8. График изменения температуры для регистраторов 1–3

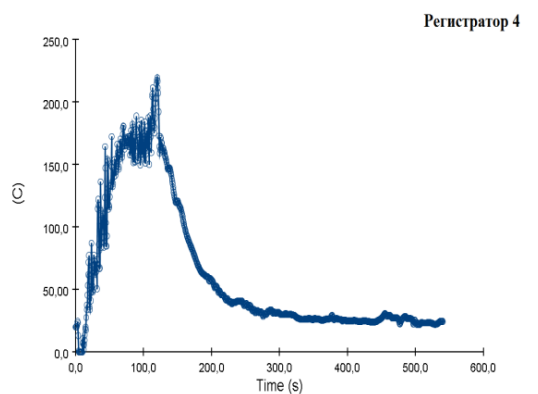


Рис. 9. График изменения температуры для регистратора 4

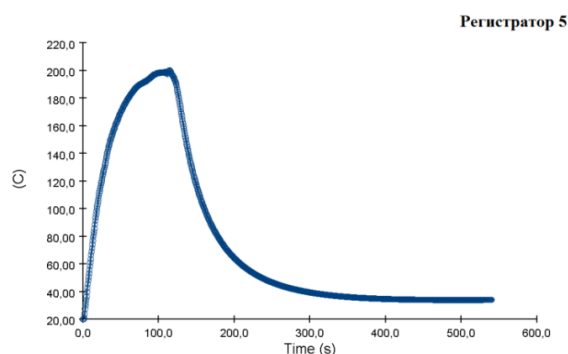


Рис. 10. График изменения температуры для регистратора 5

Динамика изменения температуры моделей представлена в табл. 2.

Таблица 2. Изменения температуры модулей

Время, с	Температура °С	Материал
1,7	60	Резина
5	80	Резина
8	100	Резина
10,3	140	Резина
12	200	Резина + поролон
50	200	Резина + поролон
100	240	Резина + поролон
120	245	Резина + поролон + ПВХ

На 120 с регистраторы 1, 2, 3 показали наивысшую температуру = 245 °С, на 130 с регистратор 5 показал наивысшую температуру = 200 °С. Регистратор № 5 расположен на модуле из ПВХ, температура плавления которого > 150 °С.

Далее на модуль № 1 (слева направо), материал – ПВХ, наносим инициатор горения – дизельное топливо, поджигаем при помощи открытого пламени. Для измерения опасных факторов пожара на гранях куба установлены регистраторы (рис. 11).

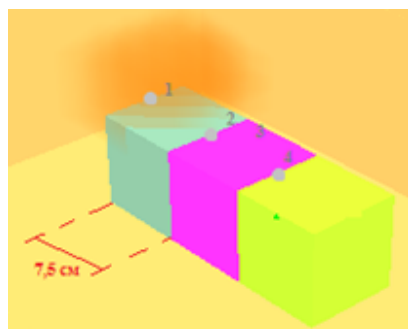


Рис. 11. Горение модуля № 1, смоделированное в программе Pyrosim

При расположении очага пожара на модуле из ПВХ, на 20 с происходит его плавление, задымления нет, соседний куб из поролона нагревается и происходит возгорание через 10 с, на 10 с горение прекращается.

Оценив каждый модуль отдельно, расположив очаг пожара поочередно на каждом модуле, можно сказать, что огонь распространяется по материалам равномерно, однако

время возгорания зависит от характеристик материалов. Среднее время, за которое в каждом случае материал достигает температуры воспламенения – 14 с.

Из представленных графиков видно, что в зависимости от расположения очага возгорания параметры опасных факторов пожара меняются. Для того чтобы оценить вероятность переходов от одной части машины к другой, необходимо исследовать все характеристики автомобиля. С помощью предложенной методики предлагается по полученной в результате моделирования информации сделать прогноз о средних значениях параметров возникновения и развития пожара на закрытых автостоянках.

### **Литература**

1. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности: Федер. закон от 22 июля 2008 г. № 123. Доступ из справ.-правового портала «Гарант».
2. СП 113.13330.2016. Стоянки автомобилей. Актуализированная редакция СНиП 21-02-99. М.: Стандартинформ, 2017.
3. Зайцев В.В. Противопожарные расстояния между автотранспортными средствами на открытых пространствах: дис. ... канд. техн. наук. М.: Акад. ГПС МЧС России, 2006.
4. Оценка эффективности принятия решений по повышению пожарной безопасности на открытых автостоянках / Ю.Д. Моторыгин [и др.] // Пожаровзрывобезопасность. 2017. Т. 26. № 1. С. 25–31.
5. Исследование процессов горения легкового автомобиля с помощью конечных цепей Маркова / Ю.Д. Моторыгин [и др.] // Вестник С.-Петерб. ин-та ГПС МЧС России. 2006. № 4.
6. Моделирование процессов развития горения пожарной нагрузки с помощью конечных цепей Маркова / А.И. Подрезова [и др.] // Вестник Воронежского гос. техн. ун-та. 2011. Т. 7. № 3. С. 176–179.
7. Моторыгин Ю.Д., Галишев М.А. Стохастические методы принятия решений для уменьшения вероятности возникновения чрезвычайных ситуаций // Проблемы управления рисками в техносфере. 2013. № 4 (28). С. 59–64.

### **References**

1. Tekhnicheskij reglament o trebovaniyah pozharnoj bezopasnosti: Feder. zakon ot 22 iyulya 2008 g. № 123. Dostup iz sprav.-pravovogo portala «Garant».
2. SP 113.13330.2016. Stoyanki avtomobilej. Aktualizirovannaya redakciya SNiP 21-02-99. M.: Standartinform, 2017.
3. Zajcev V.V. Protivopozharnye rasstoyaniya mezhdru avtotransportnymi sredstvami na otkrytyh prostranstvah: dis. ... kand. tekhn. nauk. M.: Akad. GPS MCHS Rossii, 2006.
4. Ocenka effektivnosti prinyatiya reshenij po povysheniyu pozharnoj bezopasnosti na otkrytyh avtostoyankah / Yu.D. Motorygin [i dr.] // Pozharovzryvobezopasnost'. 2017. T. 26. № 1. S. 25–31.
5. Issledovanie processov goreniya legkovogo avtomobilya s pomoshch'yu konechnyh cepej Markova / Yu.D. Motorygin [i dr.] // Vestnik S.-Peterb. in-ta GPS MCHS Rossii. 2006. № 4.
6. Modelirovanie processov razvitiya goreniya pozharnoj nagruzki s pomoshch'yu konechnyh cepej Markova / A.I. Podrezova [i dr.] // Vestnik Voronezhskogo gos. tekhn. un-ta. 2011. T. 7. № 3. S. 176–179.
7. Motorygin Yu.D., Galishev M.A. Stohasticheskie metody prinyatiya reshenij dlya umen'sheniya veroyatnosti vozniknoveniya chrezvychajnyh situacij // Problemy upravleniya riskami v tekhnosfere. 2013. № 4 (28). S. 59–64.

# КРИТЕРИИ РАЦИОНАЛЬНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ ПЕРЕКАЧКИ, ПОДВОЗА ВОДЫ ДЛЯ НУЖД ПОЖАРОТУШЕНИЯ

Г.С. Дупляков;

О.С. Малютин;

Д.А. Лаптев.

Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России,  
г. Железногорск

Приведены результаты исследования по расчету количества задействованной техники, пожарно-технического вооружения, личного состава при организации различными способами подвоза, перекачки воды с удалённых водоисточников к месту пожара на расстояниях от 300 до 3 000 м при расходах воды от 7,4 до 29,6 л/с. Предложены рациональные аспекты организации перекачки, подвоза в зависимости от сложившихся условий при тушении пожара.

*Ключевые слова:* пожар, вода, подвоз, перекачка, охрана, тушение, рациональные аспекты, условия

## ASPECTS OF RATIONAL ORGANIZATION OF PUMPING, WATER SUPPLY FOR FIRE FIGHTING

G.S. Duplyakov; O.S. Malutin; D.A. Laptev.

Siberian fire and rescue academy of State fire service of EMERCOM of Russia, Zheleznogorsk

The article presents the results of a study on the calculation of the number of involved equipment, fire-technical weapons, personnel in the organization of various methods of transportation, pumping water to the fire at distances from 300 to 3 000 m at water consumption from 7.4 to 29.6 l/s. The rational aspects of the organization of pumping, transportation, depending on the prevailing conditions

*Keywords:* fire, water, supply, pumping, protection, extinguishing, rational aspects, conditions

При организации действий по тушению пожара любой руководитель тушения пожара (РТП) либо сталкивался, либо столкнётся с недостатком воды для нужд пожаротушения, которое описано следующими двумя понятиями:

– безводный участок – участок местности, на котором водоотдача в сети наружного противопожарного водопровода составляет менее 10 л в секунду или расстояние от места пожара до водоисточника более 500 м [1];

– участок с неудовлетворительным противопожарным водоснабжением – территория застройки, на которой имеющиеся источники противопожарного водоснабжения не обеспечивают требуемые по нормам расход и способ подачи воды для целей пожаротушения [2].

При недостатке воды на месте пожара РТП обязан принять меры по экономии воды и организовать её бесперебойную подачу с удаленных водоисточников. На сегодняшний день в практике тушения пожаров используются два способа доставки воды с удаленных водоисточников: подвоз и перекачка. Организация подвоза и перекачки предопределяет ряд условий, в зависимости от которых реализуется тот или иной способ доставки воды к месту пожара. Рациональным расстоянием для перекачки воды считается такое, при котором боевое развертывание подразделений обеспечивается в сроки, когда к моменту подачи

огнетушащих средств пожар не принимает интенсивного развития [3]. Перекачка организовывается на расстояние не более 1 км от места пожара до водоисточника, при наличии в пожарно-спасательном гарнизоне одного пожарного рукавного автомобиля (АР) – до 2 км, а при наличии двух АР – до 3 км. В остальных случаях организуется подвоз [3–5]. При этом ряд авторов считают, что перекачка наиболее рациональна при удаленности места пожара от водоисточника до 2 км, а подвоз на расстояниях более 2 км [6]. Однако как показывает практический опыт тушения пожаров, данные условия не всегда являются достаточными и эффективными, чтобы рационально организовать бесперебойную подачу воды к месту пожара, что натолкнуло на проведение исследований в данной области. Таким образом, целью данного исследования является определение рациональных критериев выбора способа доставки воды к месту пожара – перекачкой или подвозом. Для достижения поставленной цели были определены следующие задачи:

- провести расчет требуемого количества техники, пожарно-технического вооружения и личного состава для организации перекачки и подвоза воды на расстояния до 3 000 м и расходах до 29,6 л/с;
- проанализировать возможные условия, которые складываются при организации бесперебойной подачи воды с удаленных водоисточников.

Общие условия проведения расчета:

- расстояния от водоисточника до пожара  $L=300, 500, 700, 1\ 000, 2\ 000, 3\ 000$  м;
- для проведения расчета был взят насос ПН-40, так как наибольшее количество автоцистерн (АЦ) комплектуется именно этим насосом, с номинальной подачей  $Q_H=32$  л/с и напором  $H_H=80$  м вод.ст. с учетом коэффициента износа  $K=0,8$ ;
- расходы воды на тушение  $Q=7,4; 14,8; 22,2; 29,6$  л/с, что кратно типовым расходам ствола «А» ( $D_H=19$  мм;  $H_{ств}=40$  м вод.ст.;  $Q_{ств}=7,4$  л/с) и «Б» ( $D_H=13$  мм;  $H_{ств}=40$  м вод.ст.;  $Q_{ств}=3,7$  л/с) и не превышает номинальную подачу ПН-40 с учетом коэффициента износа.

Условия проведения расчета перекачки:

- расчетной выбрана схема подачи воды «из насоса в цистерну» (рис. 1) с  $H_{вх}=4$  м вод.ст., так как данная схема является наиболее простой и доступной, вследствие чего чаще используется на практике;
- подача воды между ступенями перекачки рассчитывалась по одной и по двум магистральным рукавным линиям (рис. 1, 2);
- подача воды от головного автомобиля непосредственно на тушение с расходами  $Q=7,4–14,8$  л/с производилась по одной магистральной линии от головной АЦ (рис. 1), с расходом  $Q=22,2–29,6$  л/с по двум линиям (рис. 3);
- гидравлическое сопротивление магистральных линий диаметром  $D_p=77$  мм было взято равным  $S_p=0,015$ ;
- количество задействованного личного состава рассчитывалось исходя из того, что:
  - а) 1 человек (водитель) требуется для контроля за поступлением воды в автоцистерну;
  - б) 1 человек требуется для контроля за работой рукавной системы (на каждые 100 м линии перекачки) [3];
  - в) 3 человека – боевой расчет на АР:
- количество задействованных рукавов рассчитывалось с учётом коэффициента изгиба местности  $K=1,2$  плюс один резервный рукав на каждые 100 м линии [3];
- количество вывозимых рукавов  $D=77$  мм на АР – 100 шт. (2 000 м), на АЦ – 10 шт. (200 м);
- временные затраты на прокладку магистральной линии на расстояние до 1 000 м рассчитывались исходя из того, что 400–800 м магистральной линии отделение из шести человек прокладывает за 20 мин [7];
- временные затраты на прокладку магистральной линии на расстояние 1 000–2 000 м рассчитывались прокладкой одним АР, а 2 000 м включительно и свыше двумя АР. Скорость следования АР бралась не более 10 км/ч (10 и 5 км/ч), согласно правилам по охране труда [8];

– для расчета перекачки использовались пять типовых пожарно-тактических формул:

1) определение количества ступеней перекачки:

$$N_{ст} = \frac{N_p^{об} - N_{гол}}{N_p^{ст}}, \text{ шт.};$$

2) определение общего количества рукавов в магистральной линии:

$$N_p^{об} = \frac{1,2 \cdot L}{20}, \text{ шт.};$$

3) определение предельного количества пожарных рукавов в магистральной линии от головного пожарного автомобиля:

$$N_{гол} = \frac{H_n - H_p - H_{ств} \pm Z_m \pm Z_{ств}}{S_p \cdot Q_{м.р.}^2}, \text{ шт.};$$

4) определение предельного количества пожарных рукавов между ступенями перекачки:

$$N_p^{ст} = \frac{H_n - (H_{вх} \pm Z_m)}{S_p \cdot Q_{м.л.}^2}, \text{ шт.};$$

5) определение общего требуемого количества пожарных автомобилей:

$$N_{ПА} = N_{ст} + 1,$$

где 1 – головная АЦ.

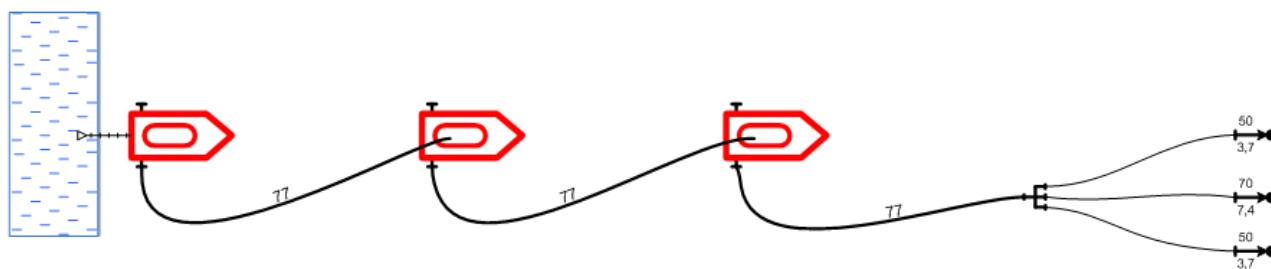


Рис. 1. Перекачка по одной линии

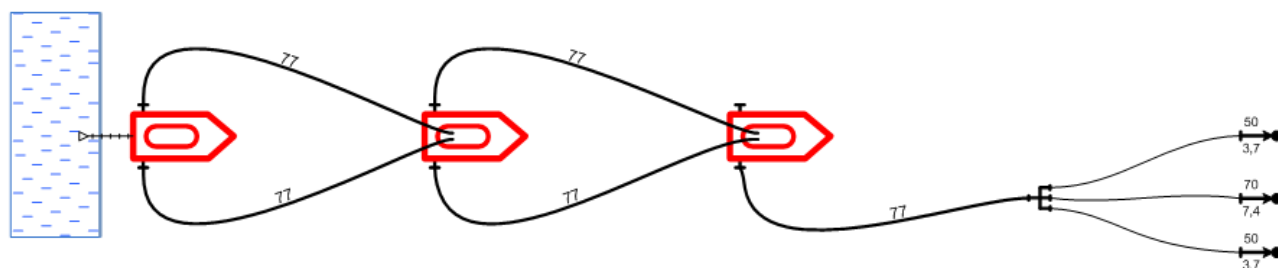


Рис. 2. Перекачка по двум линиям

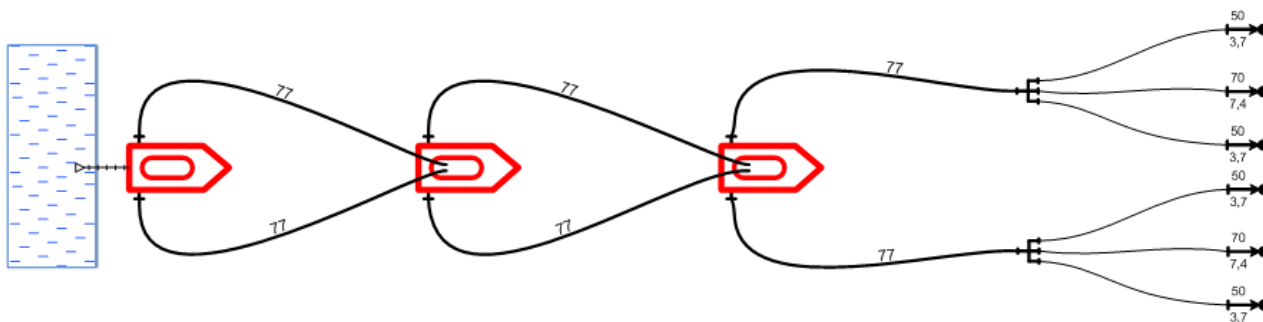


Рис. 3. Перекачка с подачей двух магистральных линий от головной АЦ

Таблица 1. Количество задействованной техники для организации перекачки по одной и по двум линиям

		Количество АЦ, шт.					
		по одной линии/по двум линиям					
№		L=300 м	L=500 м	L=700 м	L=1000 м	L=2000 м	L=3000 м
1	Q=7,4 л/с	1/1	1/1	2/2	2/2	2/2	3/2
2	Q=14,8 л/с	2/2	2/2	3/2	4/2	6/3	9/3
3	Q=22,2 л/с	2/2	4/2	5/2	7/3	13/4	19/6
4	Q=29,6 л/с*	2	2	3	4	6	9

\*с расходом Q=29,6 л/с перекачка осуществляется по двум рукавам диаметром D=77 мм, так как пропускная способность данного рукава = 23,3 л/с [7]; не указывались привлеченные АР для организации перекачки свыше 1 км

Как видно из табл. 1, перекачку по двум линиям не имеет смысла организовывать при расходе Q=7,4 л/с на расстояниях до L=3 000 м, при расходе Q=14,8 л/с на расстояниях до L=700 м, при расходе Q=22,2 л/с до 500 м, в остальных случаях перекачка по двум линиям ведёт к снижению количества привлекаемой техники в 1,5–3,25 раза.

Таблица 2. Сопоставление количества необходимых рукавов и рукавов, вывозимых на АЦ, привлеченных на перекачку

№	Количество рукавов, необходимых для организации перекачки, шт. / количество рукавов, вывозимых на привлекаемой технике, шт.												
	расстояние	L=300 м		L=500 м		L=700 м		L=1000 м*		L=2000 м**		L=3000 м**	
	количество линий	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
1	Q=7,4 л/с	21/10	42/10	35/10	70/10	49/20	98/20	70/120	140/120	140/220	280/220	210/230	420/220
2	Q=14,8 л/с	21/20	42/20	35/20	70/20	49/30	98/20	70/140	140/120	140/260	280/230	210/290	420/230
3	Q=22,2 л/с	21/20	42/20	35/40	70/20	49/50	98/20	70/170	140/130	140/330	280/240	210/390	420/260
4	Q=29,6 л/с	42/20		70/20		90/30		140/140		280/260		420/90	

\*для прокладки линии привлекается один АР с запасом рукавов 100 шт.; \*\* для прокладки линии привлекаются 2 АР с запасом рукавов 200 шт.

Выводы по табл. 2:

– на расстояниях до 700 м включительно необходимо предусматривать в большинстве случаев дополнительное количество рукавов сверх количества рукавов, вывозимых на АЦ, привлеченных для организации перекачки;



– при организации перекачки по двум линиям на расстояниях  $L=500-1\ 000$  м необходимо привлекать один АР,  $L=1000-2000$  м – два АР,  $L=2000-3000$  м – три АР,  $L=3\ 000$  м – четыре АР для доставки рукавов.

Условия проведения расчета подвоза:

– для расчета подвоза были взяты типовые объёмы цистерн  $V_{\text{ац}}=3,2; 5; 8$  м<sup>3</sup>;  
 – резервный автомобиль (формула (1)) устанавливался как головной на подачу воды непосредственно на пожар (рис. 4), таким образом, обеспечивается бесперебойная подача воды;

– скорость следования АЦ бралась  $v_{\text{сл}}=30$  км/ч, что соответствует типовой скорости следования пожарного автомобиля по грунтовому покрытию [9];

– расчеты проводились по следующим схемам расстановки личного состава:

а) со стационарно установленной АЦ на пункте заправки (рис. 5), при этом общее количество АЦ увеличивается на одну (формула (1));

б) без стационарно установленной АЦ на пункте заправки (рис. 4), но при этом в  $t_{\text{зап}}$  (формула (2)) – учитывается время на установку автомобиля на водоисточник с пуском воды  $t=105$  с (1,75 мин), что соответствует наибольшему времени выполнения нормативов по пожарно-строевой подготовке № 7.1, 7.3 [10];

– количество задействованного личного состава рассчитывалось исходя из того, что:

а) 1 человек требуется для сопровождения АЦ помимо водителя при организации подвоза без установки стационарной АЦ на пункте заправки (рис. 4);

б) 1 человек требуется для работы на пункте заправки и 1 человек – для работы на пункте слива при организации подвоза без установки стационарной АЦ на пункте заправки (рис. 4), при этом сопровождающий на АЦ не нужен. Но данная схема расстановки личного состава возможна только при положительных температурах окружающей среды или при наличии мест обогрева личного состава;

в) 1 человек требуется для работы на пункте заправки и 1 человек на пункте слива при организации подвоза со стационарно установленной АЦ на пункте заправки (рис. 5), при этом сопровождающий на АЦ не нужен;

– для расчета перекачки использовались четыре типовые пожарно-тактические формулы:

Определение количества автоцистерн для подвоза:

$$N_{\text{АЦ}} = \frac{2 t_{\text{сл}} + t_{\text{зап}}}{t_{\text{расх}}} + 1, \quad (1)$$

где 1 – резервная АЦ.

Определение времени следования:

$$t_{\text{сл}}^{\Gamma(\Pi)} = \frac{L \cdot 60}{v_{\text{движ}}^{\Gamma(\Pi)}}, \text{ мин.}$$

Определение времени заправки АЦ:

$$t_{\text{зап}} = \frac{V_{\text{ц}}}{Q_{\text{н}}} / 60, \text{ мин.} \quad (2)$$

Определение времени расхода воды:

$$t_{\text{расх}} = \frac{V_{\text{ц}}}{Q_{\text{вых}} \cdot 60}, \text{ мин.}$$

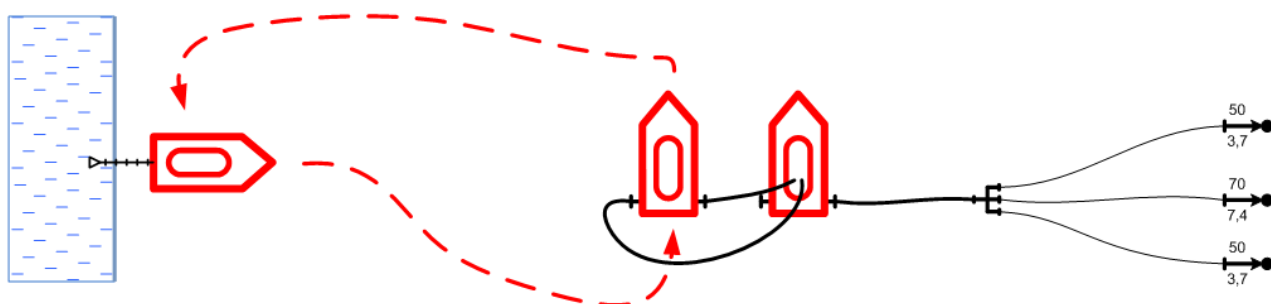


Рис. 4. Подвоз без АЦ на пункте заправки

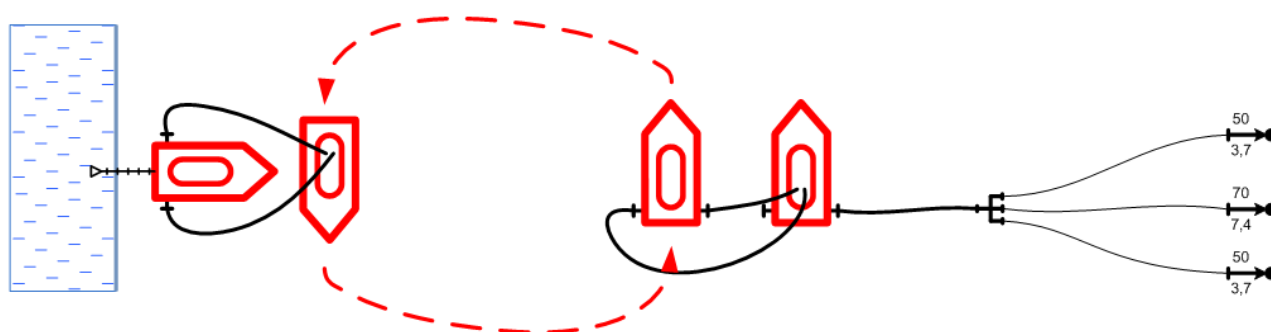


Рис. 5. Подвоз с АЦ на пункте заправки

Таблица 3. Количество задействованной техники для организации подвоза без стационарно установленной АЦ на пункте заправки

		Количество АЦ, шт.					
		$V_{\text{ац}}=3,2/5/8 \text{ м}^3$					
№		L=300 м	L=500 м	L=700 м	L=1000 м	L=2000 м	L=3000 м
1	Q=7,4 л/с	2/2/2	2/2/2	2/2/2	3/2/2	3/3/2	4/3/2
2	Q=14,8 л/с	3/2/2	3/3/2	3/3/2	4/3/3	5/4/3	6/4/3
3	Q=22,2 л/с	3/3/3	4/3/3	4/4/3	5/4/3	6/5/4	8/6/4
4	Q=29,6 л/с	4/3/3	5/4/3	5/4/3	6/4/4	8/6/5	10/7/5

Анализируя табл. 3, можно сделать следующие выводы:

- 1) на расстояниях до L=700 м при расходе Q=7,4 л/с, на расстоянии в L=300 м и при расходе Q=22,2 л/с не имеет смысла привлекать АЦ с объёмом более 3,2 м<sup>3</sup>;
- 2) при организации подвоза на расстоянии L=2 000–3 000 м АЦ V=8 м<sup>3</sup>, в сравнении с АЦ V=3,2 м<sup>3</sup>, даёт экономию привлеченной техники в 1,5–2 раза.

Исходя из данных табл. 4, схема организации подвоза со стационарно установленной АЦ на пункте заправки даёт экономию техники 12,5–20 % при привлечении АЦ объёмом  $V_{\text{ац}}=3,2 \text{ м}^3$  при расходе Q=29,6 л/с и расстояниях L=500 м и свыше. В остальных же случаях количество привлеченной техники одинаково или больше.

Таблица 4. Количество задействованной техники для организации подвоза без стационарно установленной АЦ на пункте заправки и с установленной АЦ

Количество АЦ, шт.							
без стационарно установленной АЦ/ с установленной АЦ							
$V_{ан}=3,2 \text{ м}^3$							
№		L=300 м	L=500 м	L=700 м	L=1000 м	L=2000 м	L=3000 м
1	Q=7,4 л/с	2/3	2/3	2/3	3/3	3/4	4/4
2	Q=14,8 л/с	3/3	3/4	3/4	4/4	5/5	6/6
3	Q=22,2 л/с	3/4	4/4	4/4	5/5	6/7	8/8
4	Q=29,6 л/с	4/4	5/4	5/4	6/5	8/7	10/8
$V_{ан}=5 \text{ м}^3$							
5	Q=7,4 л/с	2/3	2/3	2/3	2/3	3/3	3/4
6	Q=14,8 л/с	2/3	3/3	3/3	3/4	4/4	4/5
7	Q=22,2 л/с	3/4	3/4	3/4	4/4	5/5	6/6
8	Q=29,6 л/с	3/4	4/4	4/4	4/5	6/6	7/8
$V_{ан}=8 \text{ м}^3$							
9	Q=7,4 л/с	2/3	2/3	2/3	2/3	2/3	2/3
10	Q=14,8 л/с	2/3	2/3	2/3	3/3	3/4	3/4
11	Q=22,2 л/с	3/3	3/4	3/4	3/4	4/5	4/5
12	Q=29,6 л/с	3/4	3/4	3/4	4/4	5/5	5/6

Таблица 5. Сравнение количества привлеченного личного состава при организации подвоза с различными схемами расстановки личного состава

$Q=22,2 \text{ л/с}, V_{ан}=3,2 \text{ м}^3$				
количество АЦ, шт. / количество личного состава, чел.				
№	Расстояние	без стационарно установленной АЦ на пункте заправки с сопровождающими на АЦ	без стационарно установленной АЦ на пункте заправки с оставлением по одному человеку на пункте заправки и слива	со стационарно установленной АЦ на пункте заправки с оставлением по одному человеку на пункте заправки и слива
1	L=300 м	3/6	3/5	4/6
2	L=500 м	4/8	4/6	4/6
3	L=700 м	4/8	4/6	4/6
4	L=1000 м	5/10	5/7	5/7
5	L=2000 м	6/12	6/8	7/9
6	L=3000 м	8/16	8/10	8/10

В соответствии с данными табл. 5, наиболее рациональной схемой расстановки личного состава при организации подвоза является схема «без стационарно установленной АЦ на пункте заправки с оставлением по одному человеку на пункте заправки и слива».

**Сравнительные таблицы по количеству задействованной техники,  
пожарно-технического вооружения (ПТВ) и личного состава для организации  
перекачки и подвоза**

Таблица 6. Q=7,4 л/с, перекачка по одной линии, подвоз АЦ V=3,2 м<sup>3</sup> без стационарно установленной АЦ на пункте заправки с сопровождающими на АЦ

№	Расстояние	Количество АЦ, шт.	Количество личного состава, чел.	Количество рукавов в магистральной линии, шт.	Временные затраты на обеспечение бесперебойной подачи воды, мин	
					перекачка	подвоз
		перекачка/подвоз		перекачка	перекачка	подвоз
1	L=300 м	1/2	4/4	21	20	0*
2	L=500 м	1/2	6/4	35	20	0*
3	L=700 м	2/2	9/4	49	20	0*
4	L=1000 м	2+1АР***/3	15 /6	70	6/12**	0*
5	L=2000 м	2+2АР***/3	28/ 6	140	6/12**	0*
6	L=3000 м	3+2АР***/4	39 /8	210	9/18**	0*

\*при организации подвоза временные затраты на организацию бесперебойной подачи воды равны нулю, так как АЦ сразу же встают на слив в головную АЦ и после в порядке очереди отправляются на заправку; \*\*на расстояния 1 000 м и свыше временные затраты рассчитывались прокладкой АР со скоростью прокладки 5,10 км/ч; \*\*\* при организации перекачки свыше 1 000 м необходимо привлечение одного АР, свыше 2 000 м – 2 АР

Таблица 7. Q=14,8 л/с, перекачка по одной линии, подвоз АЦ V=3,2 м<sup>3</sup> без стационарно установленной АЦ на пункте заправки с сопровождающими на АЦ

№	Расстояние	Количество АЦ, шт.	Количество личного состава, чел.	Количество рукавов в магистральной линии, шт.	Временные затраты на обеспечение бесперебойной подачи воды, мин	
					перекачка	подвоз
		перекачка/подвоз		перекачка	перекачка	подвоз
1	L=300 м	2/3	5/6	21	20	0
2	L=500 м	2/3	7/6	35	20	0
3	L=700 м	3/3	10/6	49	20	0
4	L=1000 м	4+1АР/4	17/8	70	6/12	0
5	L=2000 м	6+2АР/5	32/10	140	6/12	0
6	L=3000 м	9+2АР /6	45/12	210	9/18	0

Таблица 8. Q=22,2 л/с, перекачка по одной линии, подвоз АЦ V=3,2 м<sup>3</sup> без стационарно установленной АЦ на пункте заправки с сопровождающими на АЦ

№	Расстояние	Количество АЦ, шт.	Количество личного состава, чел.	Количество рукавов в магистральной линии, шт.	Временные затраты на обеспечение бесперебойной подачи воды, мин	
					перекачка	подвоз
		перекачка/подвоз		перекачка	перекачка	подвоз
1	L=300 м	2/3	5/6	21	20	0
2	L=500 м	4/4	9/8	35	20	0
3	L=700 м	5/4	12/8	49	20	0
4	L=1000 м	7+1АР/5	20/10	70	6/12	0
5	L=2000 м	13+2АР/6	39/12	140	6/12	0
6	L=3000 м	19+2АРми /8	55/16	210	9/18	0

Таблица 9.  $Q=29,6$  л/с, перекачка по двум линиям, подвоз АЦ  $V=3,2$  и  $8$  м<sup>3</sup> без стационарно установленной АЦ на пункте заправки с сопровождающими на АЦ

№	Расстояние	Количество АЦ, шт.	Количество личного состава, чел.	Количество рукавов в магистральной линии, шт.	Временные затраты на обеспечение бесперебойной подачи воды, мин	
		перекачка/подвоз $V_{\text{ац}}=3,2$ м <sup>3</sup> / подвоз $V_{\text{ац}}=8$ м <sup>3</sup>		перекачка	перекачка	подвоз
1	L=300 м	2/4/3	5/8/6	42	20	0
2	L=500 м	2/5/3	7/10/6	70	25	0
3	L=700 м	3/5/3	10/10/6	98	35	0
4	L=1000 м	4+1АР /6/4	17/12/8	140	12/24	0
5	L=2000 м	6+2АР /8/5	32/16/10	280	12/24	0
6	L=3000 м	9+2АР /10/5	45/20/10	420	18/36	0

Проведя анализ табл. 6–9, можно заключить следующее: исходя из количества привлекаемой техники и ПТВ, личного состава, времязатрат на обеспечение бесперебойной подачи воды, перекачку в большинстве случаев рационально организовывать на расстояниях до 500–700 м.

Таблица 10. Преимущества и недостатки перекачки, подвоза, согласно литературным источникам [3–6, 11]

	Перекачка	Подвоз
Недостатки	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Труд и времязатраты для организации.</li> <li>2. На расстоянии свыше 1 км при организации перекачки необходимо привлечение АР.</li> <li>3. Невозможность прокладки линии в труднопроходимой местности.</li> <li>4. Необходимость согласования работы насосов ступеней перекачки.</li> <li>5. Риск промерзания линии при минусовых температурах окружающей среды.</li> <li>6. Большая вероятность отказа: порывы рукавов, несогласованность работы насосов, промерзание линии.</li> <li>7. Потери напора при расположении очага пожара выше отметки водоисточника</li> </ol>	Невозможность организации в отсутствие дорог (проезжей местности)
Преимущества	Возможность реализации в отсутствие дорог (проезжей местности)	Простота организации

Если есть возможность организации перекачки и подвоза, то перекачку рационально организовывать на расстояниях до 500–700 м.

Условия организации перекачки:

1. Организуется, если есть возможность прокладки линии на местности.
2. При организации перекачки необходимо предусматривать дополнительный запас рукавов, свыше количества рукавов, вывозимых на АЦ, привлекаемых на перекачку.
3. По одной линии на расстоянии свыше 1 000 м необходимо привлечение одного АР, свыше 2 000 м – два АР.
4. По двум линиям:

– рационально использовать при соблюдении следующего условия: расход 14,8 л/с и более и расстояние 700 м и более, что ведёт к снижению количества привлекаемой техники в 1,5–3,25 раза;

– требуется в два раза больше рукавов, в сравнении с перекачкой по одной линии;

– на расстоянии от 500 до 1 000 м необходимо привлечение одного АР, от 1 000 до 2 000 м необходимо привлекать два АР, от 2 000 до 3 000 м – три АР, при расстоянии 3 000 м – четыре АР.

Условия организации подвоза:

1. Организуется, если есть дороги (проезжая местность).

2. При расходах до 7,4 л/с и на расстояниях до 700 м включительно не имеет смысла привлекать АЦ с объёмом более 3,2 м<sup>3</sup>.

3. Самая эффективная схема расстановки личного состава это «без стационарно установленной АЦ на пункте заправки с оставлением по одному человеку на пункте заправки и слива», но данную схему можно использовать только при положительных температурах окружающей среды или при наличии мест обогрева личного состава на пункте слива, заправки. Схема «со стационарно установленной АЦ на пункте заправки с оставлением по одному человеку на пункте заправки и слива» не даёт явной экономии техники, а на малых расстояниях и расходах наоборот ведёт к её увеличению.

Полученные результаты могут быть использованы для включения в справочные, методические пособия по проведению пожарно-тактических расчетов, а также при организации подготовки личного состава пожарной охраны, участвующих в тушении.

## Литература

1. Организационно-методические указания по тактической подготовке начальствующего состава федеральной противопожарной службы МЧС России (утв. гл. воен. экспертом МЧС России генерал-полковником П.В. Платом 28 июня 2007 г.). Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

2. Об утверждении Инструкции по учету и надзору за противопожарным водоснабжением в Ленинградской области: приказ управления ГПС Санкт-Петербурга и Ленинградской области МЧС России от 12 марта 2003 г. № 128. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

3. Иванников В.П., Ключ П.П. Справочник руководителя тушения пожара. М.: Стройиздат, 1987. 288 с.

4. Наумов А.В., Самохвалов Ю.П., Семенов А.О. Сборник задач по основам тактики тушения пожаров: учеб. пособие / под общ. ред. М.М. Верзилина. Иваново: ИВИ ГПС МЧС России, 2008. 184 с.

5. Самойлов В.И., Сосновский К.М., Костриков Г.И. Пожарная тактика: справочное пособие. М.: Восточно-Сибирский институт МВД РФ, 1999. 84 с.

6. Тербнев В.В., Подгрушный А.В. Т35 Пожарная тактика: Основы тушения пожаров: учеб. пособие. М.: Акад. ГПС МЧС России, 2012. 322 с.

7. Мельник А.А., Мартинович Н.В., Калюжина Ж.С. Справочник начальника караула пожарной части. 3-е изд., перераб. и доп. Красноярск: ФГБОУ ВО Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2017. 176 с.

8. Об утверждении Правил по охране труда в подразделениях федеральной противопожарной службы Государственной противопожарной службы: приказ Министерства труда и социальной защиты Рос. Федерации от 23 дек. 2014 г. № 1100н. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

9. СП 232.1311500.2015. Пожарная охрана предприятий. Общие требования. М.: ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2015.

10. Нормативы по пожарно-строевой и тактико-специальной подготовке для личного состава федеральной противопожарной службы (утв. 10 мая 2011 г.). Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

11. Бараковских С.А., Карама Е.А. Совершенствование способов тушения пожаров в условиях неудовлетворительного противопожарного водоснабжения // Техносферная безопасность. 2018. № 4 (21).

### References

1. Organizacionno-metodicheskie ukazaniya po takticheskoj podgotovke nachal'stvuyushchego sostava federal'noj protivopozharnoj sluzhby MCHS Rossii (utv. gl. voen. ekspertom MCHS Rossii general-polkovnikom P.V. Platom 28 iyunya 2007 g.). Dostup iz sprav.-pravovoj sistemy «Konsul'tantPlyus».

2. Ob utverzhdenii Instrukcii po uchetu i nadzoru za protivopozharnym vodosnabzheniem v Leningradskoj oblasti: prikaz upravleniya GPS Sankt-Peterburga i Leningradskoj oblasti MCHS Rossii ot 12 marta 2003 g. № 128. Dostup iz sprav.-pravovoj sistemy «Konsul'tantPlyus».

3. Ivannikov V.P., Klyus P.P. Spravochnik rukovoditelya tusheniya pozhara. M.: Strojizdat, 1987. 288 s.

4. Naumov A.V., Samohvalov Yu.P., Semenov A.O. Sbornik zadach po osnovam taktiki tusheniya pozharov: uchebnoe posobie / pod obshch. red. M.M. Verzilina. Ivanovo: IvI GPS MCHS Rossii, 2008. 184 s.

5. Samojlov V.I., Sosnovskij K.M., Kostrikov G.I. Pozharnaya taktika: spravochnoe posobie. M.: Vostochno-Sibirskij institut MVD RF, 1999. 84 s.

6. Terebnev V.V., Podgrushnyj A.V. T35 Pozharnaya taktika: Osnovy tusheniya pozharov: ucheb. posobie. M.: Akad. GPS MCHS Rossii, 2012. 322 s.

7. Mel'nik A.A., Martinovich N.V., Kalyuzhina Zh.S. Spravochnik nachal'nika karaula pozharnoj chasti. 3-e izd., pererab. i dop. Krasnoyarsk: FGBOU VO Sibirskaya pozharno-spasatel'naya akademiya GPS MCHS Rossii, 2017. 176 s.

8. Ob utverzhdenii Pravil po ohrane truda v podrazdeleniyah federal'noj protivopozharnoj sluzhby Gosudarstvennoj protivopozharnoj sluzhby: prikaz Ministerstva truda i social'noj zashchity Ros. Federacii ot 23 dek. 2014 g. № 1100n. Dostup iz sprav.-pravovoj sistemy «Konsul'tantPlyus».

9. SP 232.1311500.2015. Pozharnaya ohrana predpriyatij. Obshchie trebovaniya. M.: FGBU VNIPO MCHS Rossii, 2015.

10. Normativy po pozharno-stroevoj i taktiko-special'noj podgotovke dlya lichnogo sostava federal'noj protivopozharnoj sluzhby (utv. 10 maya 2011 g.). Dostup iz sprav.-pravovoj sistemy «Konsul'tantPlyus».

11. Barakovskih S.A., Karama E.A. Sovershenstvovanie sposobov tusheniya pozharov v usloviyah neodovletvoritel'nogo protivopozharnogo vodosnabzheniya // Tekhnosfernaya bezopasnost'. 2018. № 4 (21).

# АЛГОРИТМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ВЫЧИСЛЕНИЯ ТОЛЩИНЫ ПАРАФИНОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ПО ДЛИНЕ ТРУБОПРОВОДА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ВРЕМЕНИ ПРОЦЕССА

**А.А. Кузьмин, кандидат педагогических наук, доцент;**

**Н.Н. Романов, кандидат технических наук, доцент;**

**А.А. Пермяков, кандидат педагогических наук.**

**Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России**

Проанализирован механизм и выявлены условия выпадения парафиновых отложений на внутренних поверхностях технологических трубопроводов в процессе перекачки нефтепродуктов. Показана связь между интенсивностью накопления парафиновых отложений и процессами тепло-массопереноса в технологических трубопроводах. Предложен циклический алгоритм определения временной зависимости толщины парафиновых отложений по длине трубопровода.

*Ключевые слова:* нефтепродукты, парафиновые отложения, потери напора, гидродинамические характеристики, эффективный диаметр, коэффициент теплообмена, расход жидкости

## ALGORITHMIZATION OF THE CALCULATION PROCESS OF THE PARAFFIN DEPOSITS THICKNESS BY THE LENGTH OF PIPELINE, DEPENDING ON THE TIME OF THE PROCESS

A.A. Kuzmin; N.N. Romanov; A.A. Permyakov.

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

We analyzed mechanism and identified conditions of precipitation of paraffin deposits on the inner surfaces of pipelines during oil products pumping. We showed relations between the rate of paraffin deposits accumulation and heat and mass transfer processes in technological pipelines. We proposed the equation for determining the total pressure loss taking into account the paraffin deposits presence on the inner surface of technological pipeline. We compiled cyclic algorithm for determining the time dependence of the of paraffin deposits thickness along the length of the pipeline.

*Keywords:* oil products, paraffin deposits, pressure loss, hydrodynamic characteristics, effective diameter, heat transfer coefficient, fluid flow rate

Пожарная безопасность технологических процессов, предусматривающих движение нефти и ее продуктов по трубопроводам, а также эффективность этих процессов, зависит, в том числе и от температурных режимов, достижение и поддержание которых во многом определяется величиной возможных гидравлических и тепловых потерь. Такие потери в значительной степени определяются величиной гидравлических и термических сопротивлений, обусловленных наличием главным образом парафиновых отложений на внутренних поверхностях технологических трубопроводов. Парафиновые отложения представляют собой твердые парафиновые углеводороды  $C_{17}H_{36}$ - $C_{36}H_{74}$  и алкано-нефтяные церезины состава  $C_{36}H_{74}$ - $C_{71}H_{144}$  [1].

К необходимым условиям образования парафиновых отложений на внутренних поверхностях технологических трубопроводов можно отнести:



- наличие в нефтепродуктах достаточного объема парафинов ряда высокомолекулярных углеводородов;
- уменьшение температуры жидкостного потока вблизи внутренней поверхности технологического трубопровода до величин, при которых вероятно выделение из перекачиваемой жидкости твердого парафинового компонента;
- исключение вероятности смыва отложений парафина с поверхности трубопровода потоком перекачиваемой жидкости за счет их достаточно прочного сцепления с материалом технологического трубопровода.

По мере охлаждениядвигающихся по технологическому трубопроводу нефти или ее продуктов в пограничном приповерхностном слое проявляется температурный градиент радиальной направленности, приводящий к наличию градиента концентрации смеси твердых парафиновых углеводородов, содержание которых в различных нефтепродуктах может колебаться до 20÷28 % [2].

В ходе молекулярной диффузии происходит дрейф растворенных в нефтепродуктах частичек парафина от оси потока к внутренней поверхности трубопровода с последующей кристаллизацией и выделением из раствора по достижении этими частичками внутренней поверхности технологического трубопровода.

При падении температуры в пограничном слое ниже значения, обуславливающего начало процесса выпадения парафина из потока жидкости, будет соблюдаться термодинамическое равновесие между твердой и жидкой фазой потока нефтепродуктов, протекающего по технологическому трубопроводу.

Если давление внутри потока жидкости становится больше давления насыщения, то температура, при которой начинается процесс выпадения парафинов, увеличивается по мере увеличения давления. При значении давления потока меньше давления насыщения, начало кристаллизации парафинов будет происходить при большей температуре [3].

При увеличении скорости потока нефтепродуктов в технологическом трубопроводе процесс накопления парафиновых отложений сначала интенсифицируется с увеличением показателей массопереноса, а затем по мере уменьшения проходного сечения трубопровода процесс накопления парафиновых отложений замедляется. Более того, при значительных скоростях потока жидкости может происходить смыв отложившегося парафина с внутренней поверхности технологического трубопровода вследствие превышения силы касательного напряжения, действующего на частицу парафина, над силой ее сцепления с материалом поверхности трубопровода.

Шероховатость внутренней поверхности технологического трубопровода интенсифицирует процесс турбулентного перемешивания перекачиваемых нефтепродуктов, что увеличивает скорость выделения парафина. Однако по мере покрытия слоем парафина внутренней поверхности технологического трубопровода влияние чистоты внутренней поверхности на толщину слоя парафина уменьшается, а процесс смыва отложений парафина может начинаться при меньших скоростях нефтепродуктов [4].

На интенсивность выпадения твердого парафинового компонента влияет наличие в нефтепродуктах асфальто-смолистых веществ, при этом парафин является основным материалом отложений, в которых смолы имеют цементирующие свойства и поддерживают развитую шероховатость наружной поверхности отложений. В обычный технический парафин входит смесь парафинов (10÷75 %), различные смолы (10÷30 %), асфальтены (2÷5 %), связанная нефть (до 60 %) [5].

Эмпирическая зависимость интенсивности парафиновых отложений  $I_n$  описывается уравнением, представленным в работе [1]:

$$I_n = 0,25 \cdot d_{\text{вн}} \cdot U \cdot \rho \cdot \Pi \cdot \frac{\theta \cdot n \cdot \exp\left(-\frac{E}{R \cdot T}\right)}{\theta + \delta \cdot \exp\left(-\frac{E}{R \cdot T}\right)} \cdot \left[ (v - v_n) \cdot \frac{6}{L} \cdot \delta \right]^k,$$

где  $d_{вн}$  – внутренний диаметр технологического трубопровода;  $U$  – количество фазовых состояний перекачиваемого нефтепродукта в рассматриваемом единичном секторе;  $\rho$  – средняя плотность перекачиваемого нефтепродукта по потоку;  $\Pi$  – массовая доля парафина в потоке перекачиваемого нефтепродукта;  $\Theta$  – коэффициент диффузии частиц дисперсной фазы парафина;  $\delta$  – толщина диффузионного пограничного подслоя в потоке перекачиваемого нефтепродукта;  $n$  – эмпирический коэффициент, характеризующий число столкновений частиц парафина с внутренней поверхностью технологического трубопровода;  $\exp(-E/R \cdot T)$  – отношение количества столкновений частичек парафина, приводящих к их осаждению на внутреннюю поверхность технологического трубопровода к общему числу столкновений с внутренней поверхностью;  $v$  – средняя скорость частичек парафина в потоке нефтепродуктов;  $v_n$  – локальная скорость частичек парафина в диффузионном пограничном подслое потока перекачиваемых нефтепродуктов;  $L$  – размер частичек парафина в диффузионном пограничном подслое потока перекачиваемых нефтепродуктов;  $k$  – коэффициент теплопередачи между потоком перекачиваемых нефтепродуктов и воздухом, контактирующим с наружной поверхностью технологического трубопровода.

По мере охлаждения движущихся нефтепродуктов наибольшее значение температуры  $t_{max}$  потока имеет область, расположенная выше оси технологического трубопровода. При удалении от оси температура нефтепродуктов в потоке, распределенная по круговым изотермам, равномерно уменьшается, что обусловлено развитием процесса свободной конвекции, вызывающее восхождение вверх более теплых слоев. Начало процесса отложения парафинов на стенках технологических трубопроводов предполагает выполнение условия, при котором величина тепловых потерь технологического трубопровода становится больше притока тепловой энергии, приносимой движущимися нефтепродуктами, и характеризуется уравнением:

$$t_n = -\frac{k \cdot t_с}{\alpha_1} - \beta \cdot P_n,$$

где  $t_n$  – температура потока нефтепродуктов в технологическом трубопроводе;  $t_с$  – температура охлаждающего воздуха, контактирующего с наружной поверхностью технологического трубопровода;  $\alpha_1$  – коэффициент конвективного теплообмена между потоком нефтепродуктов и внутренней поверхностью технологического трубопровода;  $\beta$  – эмпирический коэффициент, описывающий зависимость температуры затвердевания парафиновых отложений от давления нефтепродуктов в потоке;  $P_n$  – давление потока нефтепродуктов.

При наличии теплоизоляции и пренебрегая концевыми эффектами, коэффициент теплопередачи между потоком перекачиваемых нефтепродуктов и воздухом, контактирующим с наружной поверхностью технологического трубопровода, может быть описан уравнением сложного теплообмена для многослойной тонкой длинной цилиндрической стенки [6]:

$$k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_2} + \frac{d_{нар}}{2\lambda_{тр}} \cdot \ln\left(\frac{d_{нар}}{d_{вн}}\right) + \frac{d_{нар}}{2\lambda_{ми}} \cdot \ln\left(\frac{d_{ми}}{d_{нар}}\right)},$$

где  $d_{нар}$ ,  $d_{вн}$ ,  $d_{ми}$  – наружный и внутренний диаметры, наружный диаметр технологического трубопровода с учетом толщины теплоизоляционного слоя соответственно;

$\lambda_{тр}$ ,  $\lambda_{ти}$  – коэффициенты теплопроводности материала технологического трубопровода и теплоизоляционного слоя соответственно;  $\alpha_2$  – коэффициент теплообмена между наружной поверхностью технологического трубопровода и окружающей средой.

Значение коэффициента конвективного теплообмена между потоком нефтепродуктов и внутренней поверхностью технологического трубопровода  $\alpha_1$  в значительной степени будет зависеть от скорости движения потока, которая, в свою очередь, определяется гидравлической характеристикой трубопровода, представляющей собой зависимость потери напора на трение  $H_{тр}$  от объемного расхода  $Q$  и отображенной на рис. 1.

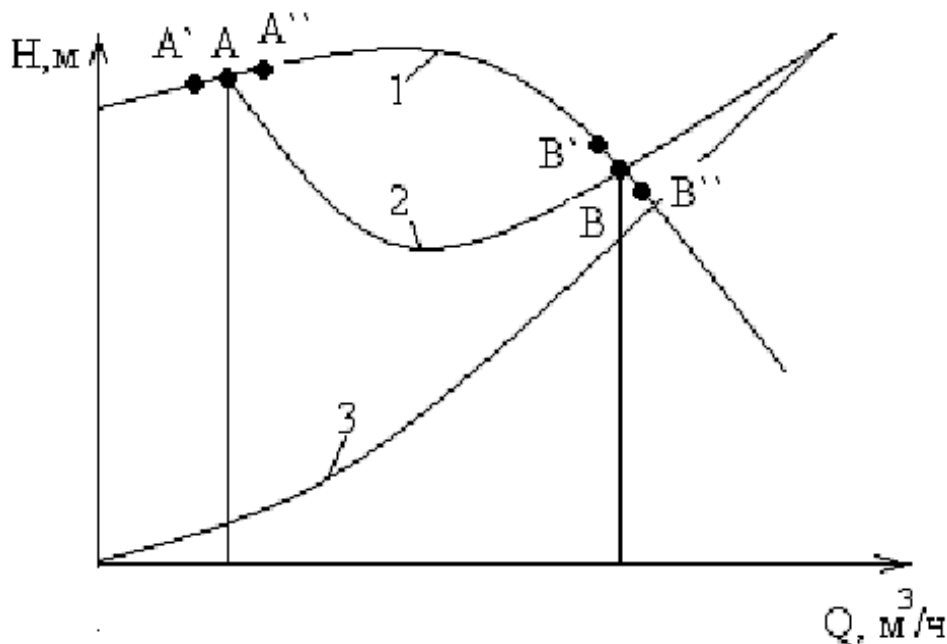


Рис. 1. Зависимость потери напора на трение от объемного расхода в отсутствии и при наличии парафиновых отложений в технологическом трубопроводе

Представленная зависимость дает основание полагать, что в случае отсутствия парафиновых отложений на внутренней поверхности технологического трубопровода минимум потерь напора наблюдается при минимальном расходе перекачиваемых нефтепродуктов (линия 1 на рис. 1). По мере роста расхода перекачиваемой жидкости, величина потерь напора находится в квадратичной зависимости от скорости перемещения потока по технологическому трубопроводу. Линия 2 отражает процесс перекачки при наличии парафиновых отложений, когда величина потерь напора снижается до некоторого минимального значения, а далее увеличивается по мере роста скорости перемещения жидкости в потоке. Если в координатах графической зависимости  $H_{тр}=f(Q)$  разместить гидравлическую характеристику сети (линия 3), то можно выявить характерные точки А и В, ограничивающие рабочий диапазон системы транспортировки жидкости. В работе [7] показано, что точке А соответствует неустойчивое состояние равновесия системы в критическом режиме, а точке В – устойчивое. Отложение парафина в технологическом трубопроводе инициирует изменение начальных условий с последующим переходом из устойчивого состояния теплового и гидравлического равновесия в неустойчивое.

В общем случае для оценки величины потерь напора в технологическом трубопроводе можно использовать формулу Дарси-Вейсбаха [7]:

$$H_{mp} = \xi \cdot \frac{L \cdot w^2}{2 \cdot g \cdot d_{\text{вн}}}, \quad (1)$$

где  $\xi$  – коэффициент гидравлического сопротивления;  $L$  – длина анализируемого участка технологического трубопровода;  $w$  – скорость перемещения жидкости;  $g$  – ускорение свободного падения.

Уравнение (1) связывает значение потерь на трение и скорость перемещения жидкости по технологическому трубопроводу, что позволяет определить режим движения жидкости и выбрать соответствующее критериальное уравнение.

Однако значение коэффициента гидравлического сопротивления с отложениями парафина на внутренней поверхности технологического трубопровода может существенно отличаться. Тогда суммарные потери напора с учетом наличия парафиновых отложений на внутренней поверхности технологического трубопровода можно описать выражением:

$$H_{\Sigma} = H_{mp} \cdot \frac{\xi_2}{\xi_1} \cdot \frac{d_{\text{вн}}^5}{(d_{\text{вн}} - 2\delta)^5},$$

где  $\xi_1$ ,  $\xi_2$  – коэффициенты гидравлического сопротивления внутренней поверхности технологического трубопровода без парафиновых отложений и с отложениями соответственно;  $\delta$  – толщина парафинового отложения;  $\zeta$  – эмпирический коэффициент местного сопротивления.

Выявленная взаимная зависимость между гидродинамическими характеристиками внутренней поверхности технологического трубопровода и величиной тепловых потерь предопределяет циклическую структуру алгоритма расчета интенсивности выпадения твердого парафинового компонента, который и представлен на рис. 2.

Циклический алгоритм расчета толщины парафиновых отложений по длине трубопровода был реализован в виде макроса Visual Basic, а для создания баз данных физических свойств воздуха и парафино-содержащих жидкостей, а также ввода параметров расчета и вывода результатов использовались возможности электронного процессора Excel, что расширило возможности использования практическими работниками.

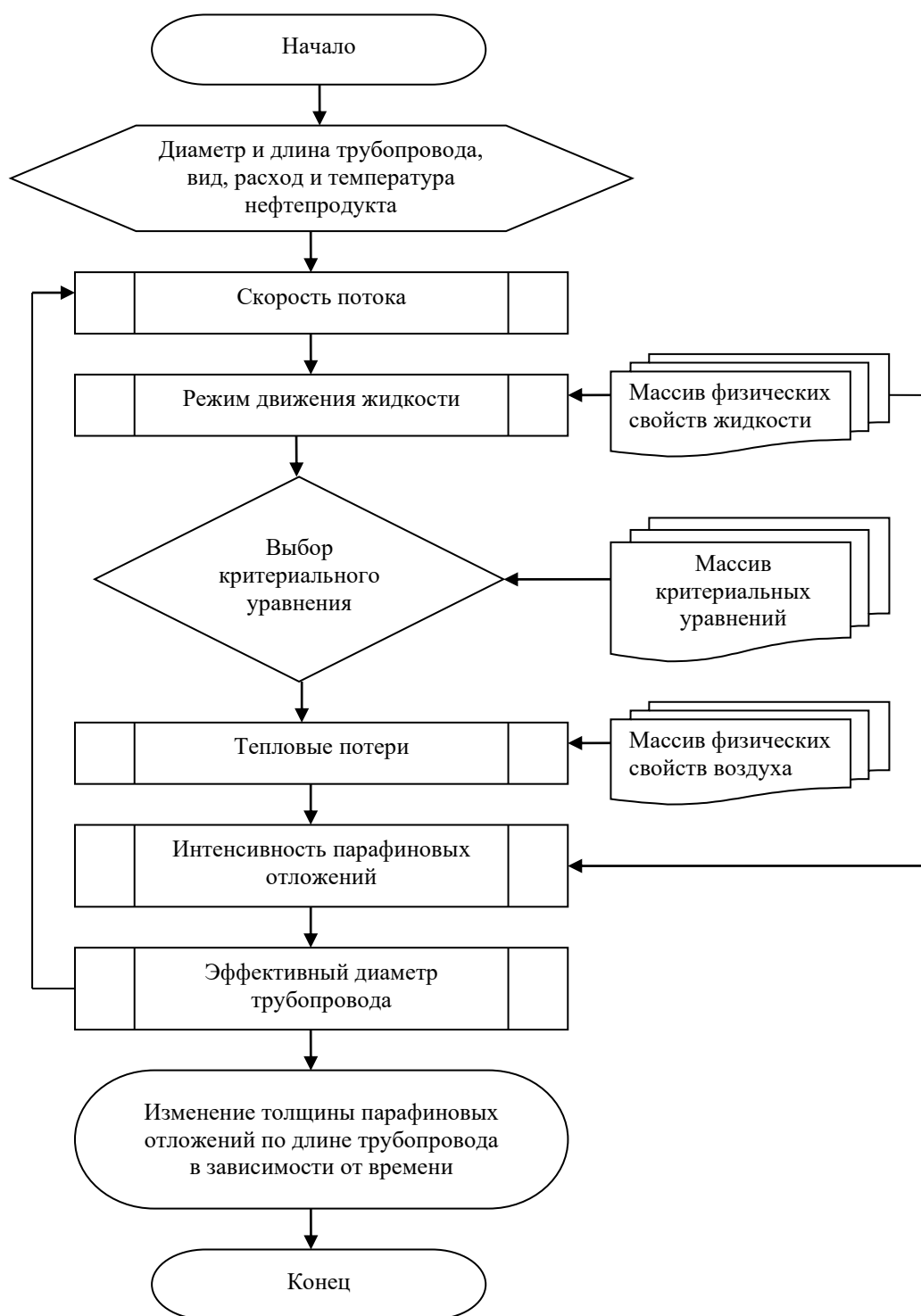


Рис. 2. Циклический алгоритм определения временной зависимости толщины парафиновых отложений по длине трубопровода

### Литература

1. Гумеров А.Г. Аварийно-восстановительный ремонт магистральных нефтепроводов. М.: ООО «Недра-Бизнесцентр», 1998. 268 с.
2. Кучеров В.Г. Теплофизические свойства водонефтяных эмульсий и методика их расчёта для сбора и подготовки нефти: дис. ... канд. техн. наук. М., 1987.
3. Коптева А.В. Волновые методы контроля парафиновых отложений в магистральных нефтепроводах // Современные научные исследования и инновации. 2014. № 5.

4. Коптева А.В. Способ многопараметрического мониторинга состояния нефтяных потоков на основе радиоизотопного излучения // Научная перспектива. 2013. № 3. С. 75–77.
5. Саттаров У.Г., Фаррахов Э.З., Газимов М.Г. Теплофизические свойства нефтей и водонефтяных эмульсий Татарии // Нефтепромысловое дело. 1972. № 8.
6. Зельдович Я.Б. Физика ударных волн и высокотемпературных гидродинамических явлений. М.: Наука, 1966. 686 с.
7. Кутателадзе С.С., Стырикович М.А. Гидродинамика газожидкостных систем. М.: Энергия, 1976. 296 с.

#### **References**

1. Gumerov A.G. Avarijno-vosstanovitel'nyj remont magistral'nyh nefteprovodov. М.: ООО «Nedra-Biznescentr», 1998. 268 с.
2. Kucherov V.G. Teplofizicheskie svojstva vodoneftyanyh emul'sij i metodika ih raschyota dlya sbora i podgotovki nefti: dis. ... kand. tekhn. nauk. М., 1987.
3. Kopteva A.V. Volnovye metody kontrolya parafinovyh otlozhenij v magistral'nyh nefteprovodah // Sovremennye nauchnye issledovaniya i innovacii. 2014. № 5.
4. Kopteva A.V. Sposob mnogoparametricheskogo monitoringa sostoyaniya neftyanyh potokov na osnove radioizotopnogo izlucheniya // Nauchnaya perspektiva. 2013. № 3. S. 75–77.
5. Sattarov U.G., Farrahov E.Z., Gazimov M.G. Teplofizicheskie svojstva neftej i vodoneftyanyh emul'sij Tatarii // Neftepromyslovoe delo. 1972. № 8.
6. Zel'dovich Ya.B. Fizika udarnyh voln i vysokotemperaturnyh gidrodinamicheskikh yavlenij. М.: Nauka, 1966. 686 с.
7. Kutateladze S.S., Styrikovich M.A. Hidrodinamika gazozhidkostnyh sistem. М.: Energiya, 1976. 296 с.

# АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ АУДИТА СЕТЕВЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ МЧС РОССИИ

**М.В. Буйневич, доктор технических наук, профессор;**

**А.В. Максимов, кандидат технических наук;**

**А.В. Вострых.**

**Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России**

Сетевые информационные ресурсы МЧС России, и прежде всего сайты, являются одним из главных источников информации для общественности и основой формирования имиджа министерства, поэтому сайты постоянно модернизируются и улучшаются. Прослеживается положительная тенденция в усовершенствовании как дизайна, так и технических элементов сетевых информационных ресурсов. В статье проанализированы результаты их аудита, в основном, на предмет скорости загрузки сайтов как одного из главных показателей эффективности взаимодействия с целевой аудиторией. Даны обоснованные практические рекомендации по оптимизации параметров скорости загрузки.

*Ключевые слова:* сетевые информационные ресурсы, сайты, аудит, скорость загрузки, целевая аудитория

## NETWORK INFORMATION RESOURCES OF THE EMERCOM OF RUSSIA: AUDIT'S RESULTS ANALYSIS

M.V. Buinevich; A.V. Maksimov; A.V. Vostrykh.

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

The network information resources of the EMERCOM of Russia, and above all the websites, are one of the main sources of information for the public and the basis for forming the image of the ministry, therefore the websites are constantly being modernized and improved. There is a positive trend in improving both the design and the technical elements of network information resources. The article analyzes the results of their audit, mainly regarding the speed of loading sites, as one of the main indicators of the effectiveness of interaction with the target audience. Practical reasonable recommendations are given for optimizing download speed parameters.

*Keywords:* network information resources, sites, audit, download speed, target audience

Центральный интернет-портал МЧС России (<https://www.mchs.gov.ru/>) и сайты главных управлений по субъектам Российской Федерации являются одними из главных и достоверных источников статистической и оперативной информации о пожарах и результатах надзорной деятельности, происшествиях и чрезвычайных ситуациях (ЧС), а также источником рекомендаций и предупреждений о складывающейся метеорологической обстановке и т.д. [1]. Этим достигаются новые, более широкие возможности по обеспечению информационных потребностей граждан и общества в области техносферной, пожарной и прочих видов безопасности.

Все информационные сайты МЧС России имеют общий (в смысле, единый) лаконичный дизайн, адаптивную структуру и систему управления, тем самым через элементы гиперссылок на другие порталы реализуется интеграция со сторонними корпоративными ресурсами, создаётся единое информационное пространство министерства, позволяющее вести эффективный диалог между руководством, сотрудниками и общественностью.

Имея огромную разнообразную аудиторию, информационные сайты должны развиваться и соответствовать как многочисленным информационным потребностям

пользователей, так и последним требованиям технологий, предъявляемым к качественным информационным ресурсам [2].

От того насколько грамотно спроектированы серверы МЧС России и находящиеся на них сайты, зависит эффективность информационного обмена с пользователями, что, естественно, сказывается на имидже и престиже всего министерства в целом у сотрудников его структурных подразделений, государственных служащих иных министерств и ведомств, «рядовых» граждан, а также средств массовой информации (включая зарубежные).

Проанализировав изменения структуры, технических особенностей, дизайна и логики информационно-технического взаимодействия на сайтах МЧС России с 2014 по 2019 гг., можно сделать предварительный вывод, что все изменения проходят с положительной динамикой и отвечают не только требованиям законодательства Российской Федерации в данной области, но и практически всем современным тенденциям [3–5]. В частности, сайты обновляются в режиме реального времени и внутренне организованы как многоуровневое объединение различных ресурсов и сервисов.

Особенно стоит выделить создание полноценной мобильной версии сайтов, чего явно не хватало современной аудитории на протяжении последних несколько лет. Согласно отчётам информационного агентства comScore [6] количество мобильных пользователей ещё в 2014 г. превысило число пользователей персональных компьютеров. Тем самым важность создания мобильной версии была неоспоримой, так как сайты МЧС России теряли практически половину потенциальной аудитории по причине невозможности получать информацию посредством мобильных устройств. В новой версии сайтов все элементы управления, цветовая схема и логика управления находятся на высоком уровне с возможностью обращения к сетевым информационным ресурсам с помощью гаджетов, имеющих любое разрешение дисплея [7].

Однако, несмотря на все положительные новшества, остаются и проблемные вопросы, центральным из которых является недостаточная скорость загрузки сайта. Данный показатель напрямую влияет на количество отказов, то есть количество пользователей, не дождавшихся загрузки контента и покинувших сайт, так и не получив необходимой информации. Проведенные исследования [8] показали, что период ожидания от 1 до 3 сек. – приводит к вероятности отказа в 32 %, от 3 до 5 сек. – 70 %, от 5 до 10 сек. – 90 %, свыше 10 сек. – почти 100 %.

Также низкая скорость загрузки сайтов является негативным фактором ранжирования в поисковых системах Google и Яндекс, что приводит к снижению позиций сайта в выдаче, трафика и конверсии, глубины просмотров и лояльности пользователей.

Скорость загрузки графических и текстовых элементов является одним из основных показателей качественно спроектированных интерфейсов и логики взаимодействия пользователей [9]. Недостаточное внимание к этой составляющей приводит к проявлению недоверия со стороны целых аудиторий, которые не в состоянии удовлетворить свои информационные потребности [10].

Согласно данным официального портала мониторинга государственных сайтов (<https://gosmonitor.ru> [11]), в период с сентября по декабрь 2019 г. центральный сайт МЧС России посетили более 800 тыс. человек со средним временем пребывания на ресурсе около трех минут. Основная часть аудитории (64 %) переходила на сайт по «ключевым» запросам, остальные (36 %) – с помощью «прямых» переходов и ссылок из социальных сетей, блогосферы и «рекомендательных» систем. Целевая аудитория по возрастным категориям распределилась следующим образом: 18–24 года – 16 %; 25–34 года – 27,6 %; 35–44 года – 26,9 %; 45–54 года – 15,2 %; 55 лет и старше – 9,09 %, – причем основная доля аудитории (58 %) заходила на сайт МЧС России с персональных компьютеров, и 42 % – с мобильных устройств. Причина невысокого процента мобильных пользователей связана с недавним созданием полноценной мобильной версии, удобства которой полностью ещё не оценено аудиторией.



Для проведения сравнения центрального сайта МЧС России, расположенного по адресу <https://www.mchs.gov.ru>, на соответствие современным требованиям поисковых систем авторами использовался инструмент Google PageSpeed Insights [12]. Данный сервис анализирует производительность сайта на мобильных и десктопных устройствах, делая акцент на скорость загрузки контента. В зависимости от показателей сервис начисляет определённое количество баллов ресурсу по шкале от 0 до 100; оценка происходит с помощью автоматизированного инструмента Lighthouse. На странице сервиса вводится адрес сайта, где осуществляется проверка сразу для мобильной и десктопной версии. Первым результатом анализа выступает оценка эффективности страницы, результаты которой расшифровываются следующим образом:

- 90 и выше – высокая скорость загрузки;
- 50–89 – средняя скорость загрузки;
- менее 49 – низкая скорость загрузки.

Введя в адресную строку сервиса название сайта – <https://www.mchs.gov.ru>, были получены следующие результаты оценки скорости загрузки в баллах (рис. 1).

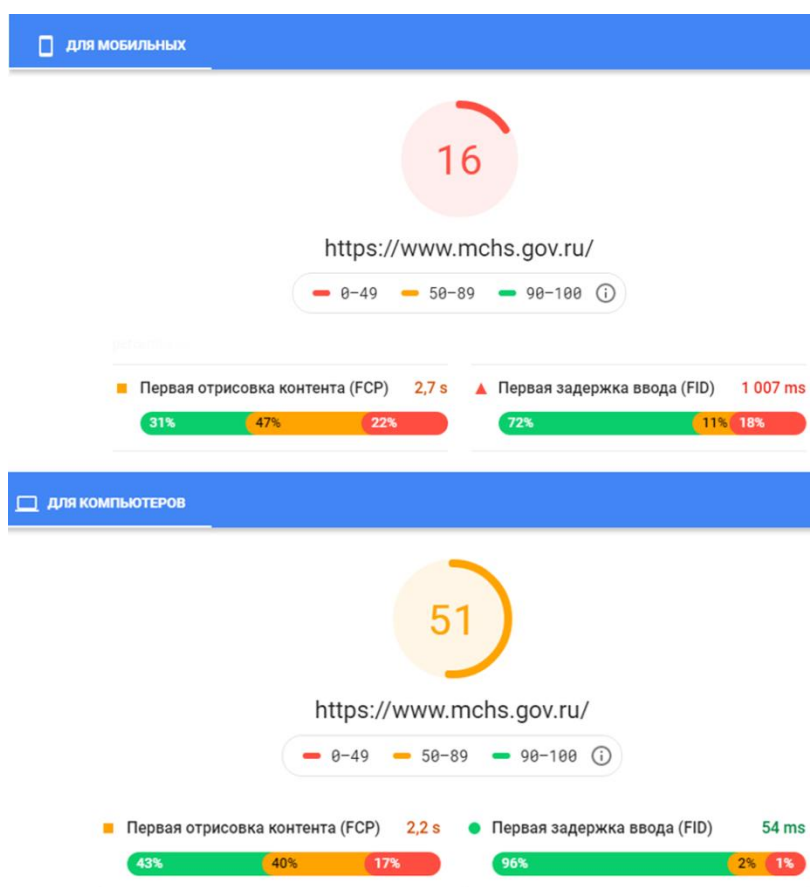


Рис. 1. Оценка скорости загрузки сайта на компьютере и мобильных устройствах

Из рис. 1 (круговой индикатор) видно, что скорость загрузки для мобильных устройств оценивается в 16 баллов (крайне низкая скорость), а для компьютеров – в 51 балл (нижний порог средней скорости). Также на рис. 1 показаны значения скорости отрисовки контента (FCP) и первой задержки ввода (FID), которые отображаются в процентах и миллисекундах (ms).

Для улучшения этого показателя разработчикам сайта МЧС России необходимо провести следующую работу:

– уменьшить количество внешних ресурсов – каскадных таблиц стилей (CSS, от англ. Cascading Style Sheets), файлов и библиотек JavaScript (JS) [13, 14] – путем их укрупнения или даже удаления излишних (попавших в разработку из шаблонов-заготовок);

– провести HTTP-кэширование, что позволит повысить скорость извлечения данных за счёт загрузки файлов с сервера без выполнения повторных вычислений и обработки;

– ускорить загрузку FCP, CSS, JS, которая не должна превышать 2 500 ms. Граница предела ожидания в 2 500 ms основана на различных исследованиях современных аудиторий пользователей [15] и определена сервисом Google PageSpeed Insights как максимально допустимая для положительной оценки.

Следующий раздел аудита – «Имитация загрузки страницы» – содержит шесть показателей (рис. 2), повышение оценки каждого из которых зависит от качества перечисленных выше мероприятий:

1) время загрузки (отрисовки) первого контента (FCP, от англ. First Contentful Paint) – показатель, который определяет интервал времени между началом загрузки страницы и появлением первого информационного блока;

2) индекс скорости загрузки (Speed Index) – показывает, как быстро на странице появляется контент;

3) время загрузки для взаимодействия (TTI, от англ. Time to Interaction) – время, по истечению которого страница становится готова к взаимодействию с пользователем;

4) время загрузки достаточной части контента (FMP, от англ. First Meaningful Paint) – показатель, определяющий интервал времени между началом загрузки страницы и появлением основного контента;

5) время окончания работы центрального процессора или первый простой процессора (First CPU Idle) – время, когда на странице становится возможна обработка пользовательского ввода;

6) максимальная потенциальная задержка после первого ввода (FID, от англ. First Input Delay) – время выполнения самой длительной задачи в миллисекундах; если время реакции превышает 50 ms, пользователям может показаться, что приложение работает с задержками.

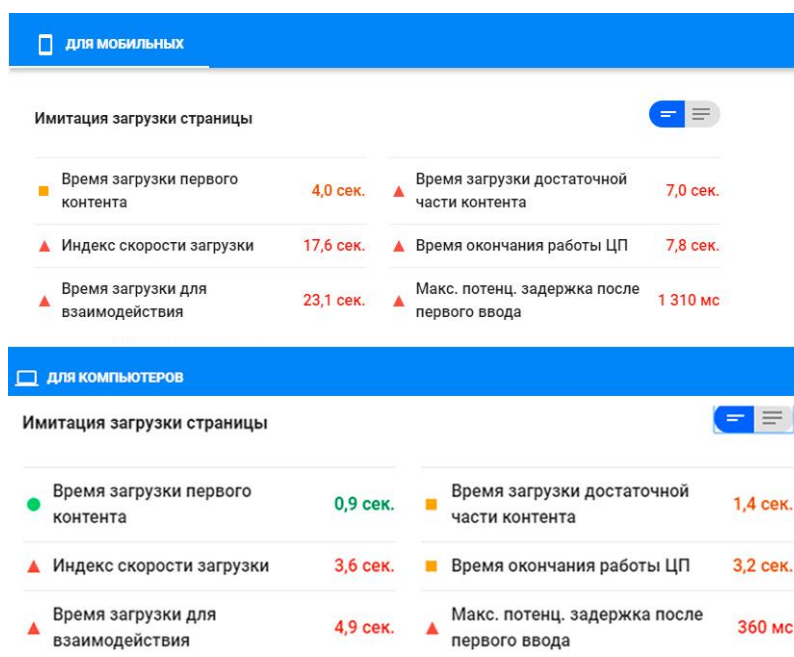


Рис. 2. Имитация загрузки страницы сайта

Из рис. 2 видно, что кроме показателя «времени загрузки первого контента» только для компьютеров (отмечен зелёным цветом – 0,9 с; остальные пункты отмечены оранжевым цветом – удовлетворительная оценка, и красным – неудовлетворительная оценка), требуется комплексная доработка файлов и элементов сайта по всем показателям.

В разделе «Оптимизация» выделены «слабые» места проверяемого сайта, работа над которыми позволит ускорить загрузку. Результаты тестирования представлены на рис. 3 – и они, как видно, неудовлетворительны.

Разберём по пунктам полученные результаты:

В первом пункте «Используйте современные форматы изображений» сервис рекомендует применять новейшие форматы изображений, которые имеют значительные преимущества сжатия с сохранением качества рисунков, что позволит уменьшить «вес» изображений, автоматически увеличив скорость загрузки всей страницы. К таким форматам относятся: JPEG XR, WebP и JPEG 2000. Сохранение и загрузка изображений в этих форматах позволит исключить данное предупреждение, что индицирует о повышении скорости загрузки.



Рис. 3. Оптимизация сайта

Пункт «Отложите загрузку скрытых изображений» для сайта МЧС России рекомендует применять подход асинхронной загрузки изображений [16], который можно реализовать с помощью следующих инструментов: Lazy Load XT jQuery, Lazy loading, Yall, VLazy, Lazysizes [14]. Использование асинхронной загрузки позволит загружать не все изображения одновременно, а по мере их показа пользователю.

«Настройте эффективную кодировку изображений». Рекомендации данного пункта здесь выполняются использованием последних форматов изображений, указанных выше (пункт «Используйте современные форматы изображений»).

«Включите сжатие текста». Данный пункт выполняется применением алгоритмов сжатия для текстовой информации. Наиболее оптимальным решением видится использование GZIP как поддерживаемого большинством браузеров.

«Удалите неиспользуемый код CSS». Данный пункт указывает на то, что на сайте имеется неиспользуемый CSS-код, который тратит временные ресурсы на бесполезную загрузку [13]. Если известно, что такие блоки кода имеются, их необходимо удалить.

При нажатии на раскрывающийся список пункта «Устраните ресурсы, блокирующие отображение» появляются ссылки на JS-, CSS- и HTML-ресурсы, которые препятствуют загрузке контента страницы. В анализируемом сайте сервис отменил одну ссылку (/build/public.css), устранение которой позволит сэкономить 1 080 ms. В любом случае оптимизацию по данному пункту можно провести с помощью следующих манипуляций:

- загрузка только самого важного контента на первом экране;
- ограничение объема ресурсов, которые отображаются в верхней части страницы или их перенос в нижнюю часть сайта («футер», «подвал»);
- указание для JS файлов асинхронной загрузки [14];
- добавление в ссылку стилей значение «preload» атрибута «rel» и событие «onload» [13, 14];
- разбиение внешних CSS на несколько файлов по медиа-типам и медиа-запросам.

В последнем пункте «Сократите время ответа сервера» рассматриваемого раздела сервис Google Page Speed ставит низкую оценку анализируемому сайту по причине длительного времени отклика сервера. В идеале оно должно составлять не более 200 ms [16]. Медленная загрузка может быть связана с проблемами на хостинге, например внутренними неполадками у хостера, или блокировкой сайта за нагрузку с превышением лимитов. В этом случае необходимо обратиться в техническую поддержку компании, предоставляющей хостинг.

Раздел «Диагностика» – это дополнительная информация о соответствии страницы рекомендациям по производительности (рис. 4).

Здесь также большинство пунктов нуждаются в оптимизации. Рассмотрим способы ее реализации.

Пункт «Задайте правила эффективного использования кеша для статических объектов». Для оптимизации требуется настроить сервер так, чтобы кеширование статических файлов происходило с необходимой периодичностью. Для сайтов МЧС России, предоставляющих ежедневно актуальную информацию, оптимальным станет выбор правила еженедельного кеширования.

«Настройте показ всего текста во время загрузки веб-шрифтов». В данном пункте сообщается, что пользователи сайта не увидят текстовый контент до полной загрузки шрифтов. Необходимо добавить в тег «link» параметр «display=swap», тем самым браузер отобразит дополнительный шрифт, пока основной шрифт загружается.

Пункт «Уменьшите влияние стороннего кода» информирует, что сторонний код заблокировал основной поток на 2 090 ms. Рекомендуется использовать только самые необходимые сторонние ресурсы и сделать так, чтобы они загружались в последнюю очередь. В анализируемом сайте таковым является Yandex Metrica.

«Минимизируйте работу в основном потоке». Данный пункт подразумевает оптимизацию JS-кода, в которую входит удаление неиспользуемого кода, первоочередная загрузка только необходимых файлов, а также сжатие JS-файлов.

Пункт «Предотвратите чрезмерную нагрузку на сеть» выдаёт низкую оценку из-за неоптимизированных ресурсов сайта, к которым относятся изображения, стили, скрипты, текст и т.д. Способы их оптимизации рассмотрены в разделах выше.

📄 **для КОМПЬЮТЕРОВ**

**Диагностика** — Подробная информация о производительности вашего приложения. Эти цифры не влияют на показатель производительности **напрямую**.

- ▲ **Задайте правила эффективного использования кеша для статических объектов** — **Найдено 54 ресурса**
- ▲ **Настройте показ всего текста во время загрузки веб-шрифтов**
- ▲ **Уменьшите влияние стороннего кода** — **Сторонний код заблокировал основной поток на 350 мс**
- ▲ **Предотвратите чрезмерную нагрузку на сеть** — **Общий размер достиг 6 785 КБ**
- ▲ **Сократите размер структуры DOM** — **2 184 элемента**
- **Минимизируйте работу в основном потоке** — **3,7 сек.**
- **Сократите время выполнения кода JavaScript** — **2,4 сек.**
- **Сократите глубину вложенности критических запросов** — **Найдено 6 цепочек**
- **Постарайтесь уменьшить количество запросов и размеры передаваемых данных** — **77 запросов · 6 787 КБ**

📱 **для МОБИЛЬНЫХ**

**Диагностика** — Подробная информация о производительности вашего приложения. Эти цифры не влияют на показатель производительности **напрямую**.

- ▲ **Задайте правила эффективного использования кеша для статических объектов** — **Найдено 54 ресурса**
- ▲ **Настройте показ всего текста во время загрузки веб-шрифтов**
- ▲ **Уменьшите влияние стороннего кода** — **Сторонний код заблокировал основной поток на 2 090 мс**
- ▲ **Минимизируйте работу в основном потоке** — **12,8 сек.**
- ▲ **Предотвратите чрезмерную нагрузку на сеть** — **Общий размер достиг 6 784 КБ**
- ▲ **Сократите время выполнения кода JavaScript** — **9,5 сек.**
- ▲ **Сократите размер структуры DOM** — **2 009 элементов**
- **Сократите глубину вложенности критических запросов** — **Найдено 6 цепочек**
- **Постарайтесь уменьшить количество запросов и размеры передаваемых данных** — **76 запросов · 6 785 КБ**

Рис. 4. Диагностика сайта

«Сократите время выполнения кода JS». В данном пункте снова говорится о необходимости оптимизации JS-кода. В анализируемом сайте таковыми файлами являются /metrika/tag.js – 740 ms, /build/public.js – 666 ms, ...TYDIjJAqC.../recaptcha\_\_en.js – 121 ms.

Пункт «Сократите размер структуры DOM» информирует, что в анализируемом сайте имеется большое «дерево» DOM (от англ. Document Object Model – «объектная модель документа»). «Дерево» DOM состоит из объектов, которые называются узлами, например это элементы HTML, текстовое содержимое, закоментированный код – все их следует сократить. Оптимальным количеством узлов в DOM является 1 500 при глубине в 32 узла [16].

Последний раздел под названием «Успешные аудиты» демонстрирует параметры, которые не нуждаются в оптимизации и доработке (рис. 5). Они удовлетворяют требованиям поисковых машин и современных стандартов.

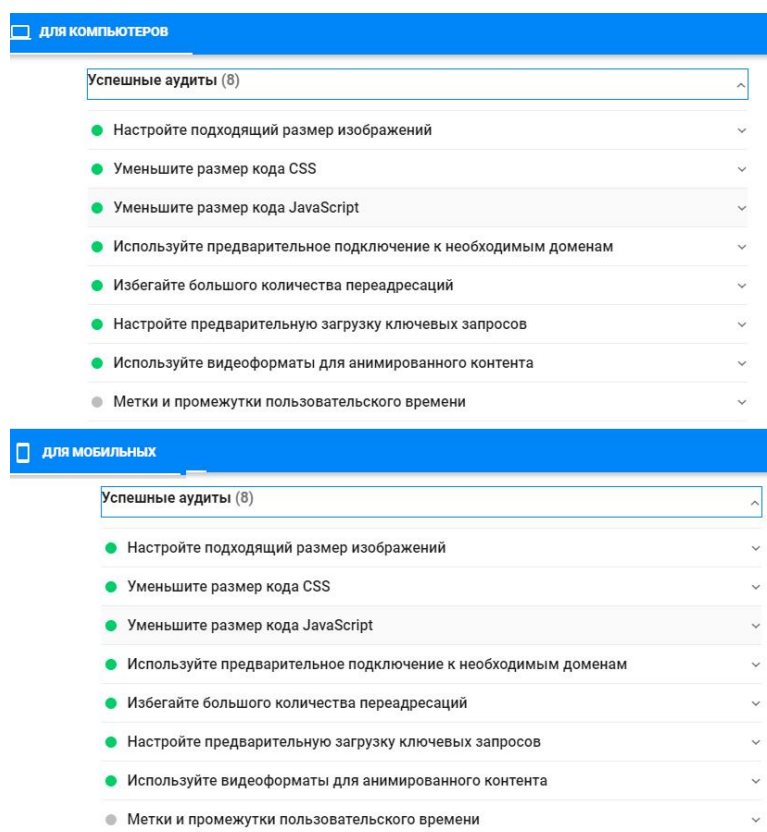


Рис. 5. «Успешные аудиты» сайта

Таким образом, по результатам авторского опыта использования и аудита можно сделать вывод о том, что многолетняя модернизация сетевых информационных ресурсов МЧС России носит исключительно положительный характер, становясь с каждой версией всё более технологичным и «приятным» в использовании инструментом получения жизненно важной информации. Существующие на сегодня недостатки, в основном относящиеся к низкой скорости загрузки сайтов, носят лишь временный характер и с помощью таких сервисов, как Google PageSpeed Insights, могут быть устранены посредством выполнения пошаговых рекомендаций.

### Литература

1. МЧС России. URL: <http://www.mchs.gov.ru> (дата обращения: 03.01.2020).
2. Нильсен Я., Лоранжер Х. Web-дизайн. Удобство использования Web-сайтов. М.: Вильямс, 2009.
3. Об обеспечении доступа к информации о деятельности государственных органов и органов местного самоуправления: Федер. закон Рос. Федерации от 9 февр. 2009 г. № 8-ФЗ. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
4. О Требованиях к технологическим, программным и лингвистическим средствам обеспечения пользования официальными сайтами федеральных органов исполнительной власти: приказ Министерства экономического развития Рос. Федерации (Минэкономразвития России) от 16 нояб. 2009 г. № 470 г. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
5. Методические рекомендации по внедрению принципов открытости в работу территориальных органов, организаций и учреждений центрального подчинения МЧС России (утв. МЧС России 22 дек. 2014 г. № 2-4-87-36-28). Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

6. ComScore, Inc. «Rossiyskaya Digital industriya v 2015 godu» [Russian Digital Industry in 2015], 2015 г. URL: <https://www.comscore.com/rus/Insights/Press-Releases/2015/11/comScore-releases-its-2015-Russia-DigitalFuture-in-Focus-Report> (accessed: 18.11.2019).
7. Уолтер А. Эмоциональный веб-дизайн. СПб.: Изд-во «Символ-Плюс», 2012. 93 с.
8. Маркотт И. Отзывчивый веб-дизайн. СПб.: Изд-во «Манн, Иванов Фербер», 2012. 176 с.
9. Головач В. Дизайн пользовательского интерфейса. Usethics, 2005–2008. 97 с.
10. Уэйншенк С. 100 главных принципов дизайна. Как удержать внимание. СПб.: Изд-во «Питер», 2011. 272 с.
11. Мониторинг государственных сайтов. URL: <https://gosmonitor.ru/> (дата обращения: 20.01.2020).
12. Google PageSpeed Insights. URL: <https://developers.google.com/speed/pagespeed/insights/?hl=RU> (дата обращения: 03.01.2020).
13. Дакетт Дж. Javascript и jQuery. Интерактивная веб-разработка. М.: Изд-во «Эксмо», 2017. 640 с.
14. Дакетт Дж. HTML и CSS. Разработка и дизайн веб-сайтов. М.: Изд-во «Эксмо», 2013. 480 с.
15. БЛОГ GETGOODRANK. URL: <http://blog.getgoodrank.ru/vremya-zagruzki-sajta-vliyanie-na-nastroenie-polzovatelej/> (дата обращения: 20.01.2020).
16. БИЗНЕС ОНЛАЙН. URL: <https://business-online.ru/blog/google-pagespeed-insights/> (дата обращения: 20.01.2020).

## References

1. MCHS Rossii. URL: <http://www.mchs.gov.ru> (data obrashcheniya: 03.01.2020).
2. Nil'sen Ya., Lorzher H. Web-dizajn. Udobstvo ispol'zovaniya Web-sajtov. М.: Vil'yams, 2009.
3. Ob obespechenii dostupa k informacii o deyatel'nosti gosudarstvennyh organov i organov mestnogo samoupravleniya: Feder. zakon Ros. Federacii ot 9 fevr. 2009 g. № 8-FZ. Dostup iz sprav.-pravovoj sistemy «Konsul'tantPlyus».
4. O Trebovaniyah k tekhnologicheskim, programmnyim i lingvisticheskim sredstvam obespecheniya pol'zovaniya oficial'nymi sajtami federal'nyh organov ispolnitel'noj vlasti: prikaz Ministerstva ekonomicheskogo razvitiya Ros. Federacii (Minekonomrazvitiya Rossii) ot 16 noyab. 2009 g. № 470 g. Dostup iz sprav.-pravovoj sistemy «Konsul'tantPlyus».
5. Metodicheskie rekomendacii po vnedreniyu principov otkrytosti v rabotu territorial'nyh organov, organizacij i uchrezhdenij central'nogo podchineniya MCHS Rossii (utv. MCHS Rossii 22 dek. 2014 g. № 2-4-87-36-28). Dostup iz sprav.-pravovoj sistemy «Konsul'tantPlyus».
6. ComScore, Inc. «Rossiyskaya Digital industriya v 2015 godu» [Russian Digital Industry in 2015], 2015 g. URL: <https://www.comscore.com/rus/Insights/Press-Releases/2015/11/comScore-releases-its-2015-Russia-DigitalFuture-in-Focus-Report> (accessed: 18.11.2019).
7. Uolter A. Emocional'nyj veb-dizajn. SPb.: Izd-vo «Simvol-Plyus», 2012. 93 s.
8. Markott I. Otzyvchivyj veb-dizajn. SPb.: Izd-vo «Mann, Ivanov Ferber», 2012. 176 s.
9. Golovach V. Dizajn pol'zovatel'skogo interfejsa. Usethics, 2005–2008. 97 с.
10. Uejnshenk S. 100 glavnyh principov dizajna. Kak uderzhat' vnimanie. SPb.: Izd-vo «Piter», 2011. 272 s.
11. Monitoring gosudarstvennyh sajtov. URL: <https://gosmonitor.ru/> (data obrashcheniya: 20.01.2020).
12. Google PageSpeed Insights. URL: <https://developers.google.com/speed/pagespeed/insights/?hl=RU> (data obrashcheniya: 03.01.2020).
13. Dakett Dzh. Javascript i jQuery. Interaktivnaya veb-razrabotka. М.: Izd-vo «Eksmo», 2017. 640 s.
14. Dakett Dzh. HTML i CSS. Razrabotka i dizajn veb-sajtov. М.: Izd-vo «Eksmo», 2013. 480 s.

15. BLOG GETGOODRANK. URL: <http://blog.getgoodrank.ru/vremya-zagruzki-sajta-vliyanie-na-nastroenie-polzovatelej/> (data obrashcheniya: 20.01.2020).
16. BIZNES ONLAJN. URL: <https://business-online.su/blog/google-pagespeed-insights/> (data obrashcheniya: 20.01.2020).



# **СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД К ОЦЕНКЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИНЖЕНЕРНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЕЙСТВИЙ СПАСАТЕЛЬНЫХ ФОРМИРОВАНИЙ**

**В.А. Седнев, доктор технических наук, профессор,  
заслуженный работник высшей школы Российской Федерации.  
Академия ГПС МЧС России.**

**А.В. Седнев.**

**Московский государственный технический университет  
им. Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет),  
Институт машиноведения им. А.А. Благонравова  
Российской академии наук.**

**В.А. Онов, кандидат технических наук, доцент.  
Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России**

Рассмотрены основные положения исследования операций и системного подхода применительно к действиям спасательных формирований, а также системного анализа их инженерного обеспечения.

*Ключевые слова:* спасательные формирования, инженерное обеспечение, управление, критерии эффективности

## **A SYSTEMATIC APPROACH TO EVALUATING THE EFFECTIVENESS OF ENGINEERING SUPPORT FOR ACTIONS RESCUE UNITS**

V.A. Sednev. Academy of State fire service of EMERCOM of Russia.

A.V. Sednev. Moscow state technical university them. N.E. Bauman  
(national research university), Institute of Engineering A.A. Blagonravova  
Russian Academy of Sciences.

V.A. Onov. Saint Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia

The main provisions of the study of operations and the system approach in relation to the actions of rescue units, as well as the system analysis of their engineering support, are considered.

*Keywords:* rescue formations, engineering support, management, performance criteria

### **Основные положения исследования операций и системного подхода**

В автоматизированной системе управления часть функций управления обеспечивается электронными вычислительными машинами, которые осуществляют вычислительные процессы по обоснованию решений и используются при планировании выполнения задач формированиями.

Организация вычислений, их направленность, алгоритмизация осуществляется с применением методов исследования операций [1]. Основная задача исследования операций состоит в поиске наилучшего решения, ведущего к достижению поставленной цели.

Содержание понятия «операция» имеет непосредственную связь с основными понятиями теории систем. Эта связь выражается в том, что функционирование системы или ее элементов на определенном этапе с определенной целью может рассматриваться как операция. В этой связи понятие «операция» и «функционирование системы» следует считать идентичными.

Наиболее целесообразным методом исследования операций является математическое моделирование действий, сравнение на моделях различных вариантов и выбор лучшего из них. Приемы моделирования базируются на применении различных математических методов: теории вероятностей, теории массового обслуживания, линейного и динамического программирования, динамики средних (Осипова-Ланчестера) и др.

Рассмотрим основные положения системного подхода. Сущность системного подхода заключается в рассмотрении изучаемых объектов как систем [2].

«Система» (от греческого *sistema* – целое, составленное из частей, соединений) – множество элементов, находящихся в отношениях и связях, и образующих определенную целостность, единство (рис. 1).

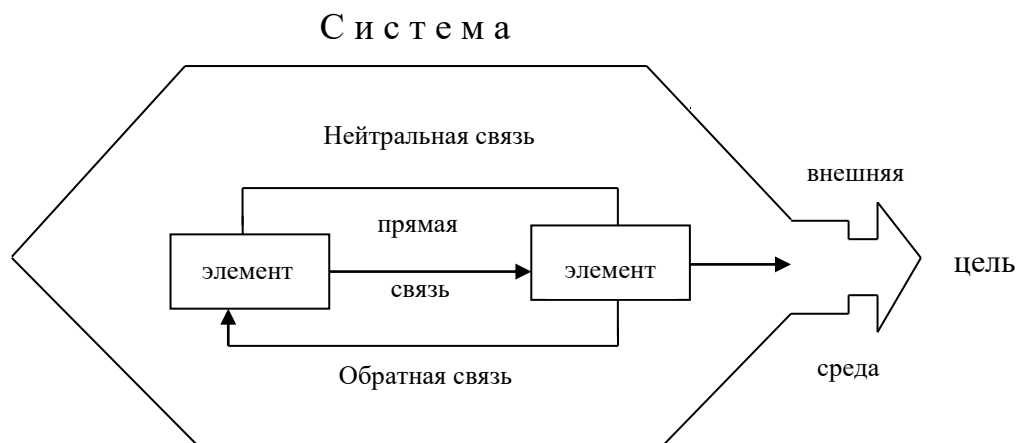


Рис. 1. Принципиальное графическое изображение системы

Под элементом понимается объект, имеющий материальную основу. Деление системы на элементы является сложной и ответственной задачей и определяется целями исследования, масштаба и предназначения системы.

Связи – это то, что объединяет элементы системы, средство взаимодействия между ними. Связи характеризуются по назначению как информационные, вещественные, энергетические, а по характеру – как прямые и обратные. Они могут быть постоянные, временные и др. Рассматривая, например, спасательное формирование как систему, встречаемся с прямыми и обратными информационными связями, которые реализуются с помощью боевых документов – распоряжений, приказов, донесений и др.

Под целостностью системы понимается единство цели (целей) функционирования системы в целом и ее элементов, а также прочность ее внутренних связей между элементами, превосходящую прочность связей элементов с внешней средой. Нарушение целостности системы из-за исключения (выхода из строя) отдельных элементов или нарушения связи между ними может привести к потере или снижению ее функциональных возможностей. Так, выход из строя органа управления приводит к потере возможности системы функционировать.

Сложные системы включают, как правило, несколько подсистем, которые также имеют между собой указанные выше связи. Рассмотрение любой сложной системы носит двойственный характер, так как, с одной стороны, она является подсистемой более высокого уровня иерархии, а, с другой стороны, сама включает подсистемы и элементы. В качестве примера сложной системы можно привести систему инженерного обеспечения группировки спасательных сил.

Сложная система характеризуется большим числом составных элементов, многообразием форм связей, разнообразием природы элементов (наличием технических устройств, многократностью изменения состояний, многокритериальностью). В литературе встречается рассмотрение «большой» и «сложной» системы. В качестве более общего

понятия целесообразно рассматривать сложную систему, так как термин «большая» характеризует лишь одну черту сложности – многомерность и размеры системы.

Внешняя среда (среда) представляет собой множество элементов (объектов), не входящих в систему. Понятие и содержание среды являются относительными, то есть среда ставится в соответствие рассматриваемой системе. Элементы внешней среды и системы могут находиться во взаимодействии и оказывать влияние друг на друга. Так, если рассматривать в качестве сложной системы спасательное формирование, выполняющее задачу, то в качестве элементов среды могут рассматриваться: местность, условия выполнения задачи – время года, погода и т.д.

При исследовании систем определяют характеристики её элементов, связей между ними, характеристику системы в целом, характеристику среды.

Количественные характеристики системы и ее элементов называют параметрами. Так в качестве параметров спасательного формирования как системы можно принять нормативы выполнения задач инженерного обеспечения. Параметрами элементов системы можно считать также возможности отдельных средств (технических средств, средств инженерного вооружения), размеры возимых запасов и др.

Функционирование системы заключается в ее деятельности в соответствии с предназначением. При этом система, как правило, взаимодействует с другими системами, и всегда – со средой. Итак, функционирование системы – это совокупность ее действий, направленных на достижение определенной цели, что соответствует понятию «операции» в исследовании операций. В этой связи понятия цель операции и цель функционирования системы можно считать идентичными. Целями системы могут быть: состояние системы, которое необходимо поддерживать при изменении состояний среды; воздействие на среду или то и другое одновременно.

При реализации системного подхода основное внимание уделяется изучению сложных систем с управлением. При этом под управлением понимается процесс целеустремленного поведения системы, направляемый путем информационных воздействий.

Основными функциями управления являются: сбор информации о состоянии управляемого элемента и о состоянии среды; оценка фактического и требуемого состояния системы, среды и выбор информационных воздействий, то есть командной информации для перевода их в новое состояние, обеспечивающее достижение поставленной цели; доведение выбранных информационных воздействий до управляемого элемента. Таким образом, процессы сбора, хранения, преобразования и передачи информации, лежащие в основе процессов управления, являются общими для любых систем с управлением.

Комплекс правил, по которым информация об изменении состояния перерабатывается в командную информацию, называется алгоритмом.

В состав системы с управлением должны входить: управляющий объект (УО), объект управления (ОУ) и каналы прямой (КПС) и обратной связи (КОС) между ними (рис. 2). Управляющий объект вырабатывает управляющие (командные) информационные воздействия – решения, распоряжения. Объект управления осуществляет выдачу информации о своем состоянии и состоянии среды, о получении и понимании управляющих воздействий и их реализации. Объект управления, как правило, также представляет собой систему с управлением и является подсистемой рассматриваемой системы.

Одной из важных характеристик функционирования системы с управлением является цикличность управления, заключающаяся в том, что оно состоит из последовательно повторяющихся циклов.

Цикл управления состоит из трех периодов, следующих друг за другом:

- сбор, обработка и обобщение информации о состоянии управляемого объекта и обстановки (среды);
- уяснение командной информации, полученной от вышестоящего органа управления, оценка обстановки и принятие решения;
- доведение решения до исполнителей (управляемого объекта).

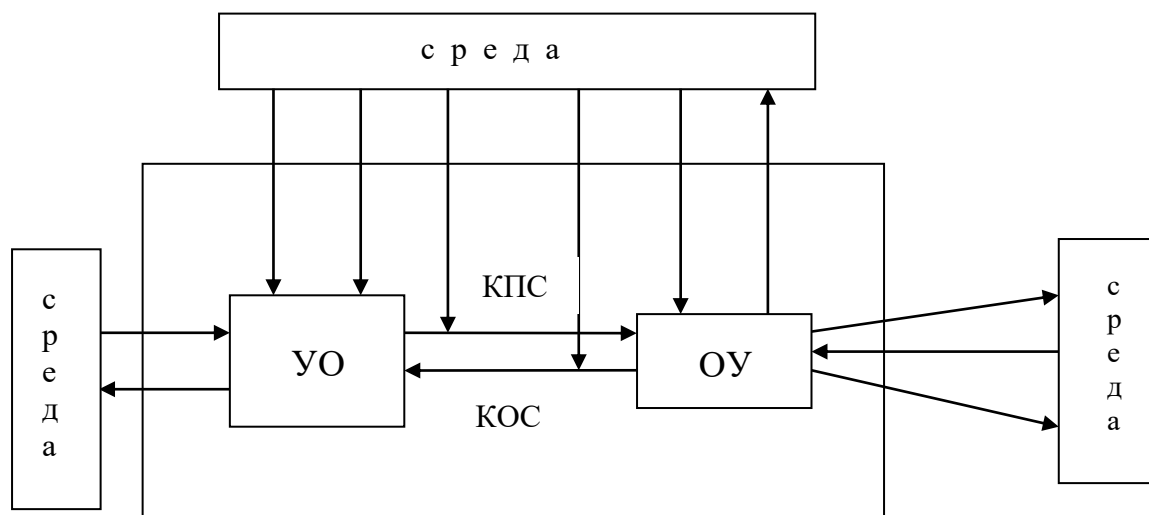


Рис. 2. Система с управлением

Системы спасательных сил являются сложными многоконтурными системами. Их объекты управления также включают управляющие и управляемые объекты. Сложные системы управления подразделяются на централизованные, иерархические и смешанные.

В централизованных системах управление всеми объектами осуществляется одним управляющим объектом – центральным управляющим объектом. Преимуществом системы является быстрое прохождение управляющей информации, поскольку имеется один уровень подчинения. Однако при значительном количестве управляемых объектов требуется обработка больших объемов информации, что снижает эффективность функционирования системы в целом.

Иерархическая структура системы предусматривает наличие нескольких уровней управления, в каждом из которых имеется свой орган управления и управляемые объекты. Органы управления вышестоящего уровня являются управляющими для нижестоящих. Между объектами одного уровня, как правило, существуют каналы связи, используемые для информационного обмена, – это нейтральные каналы, каналы взаимодействия. Важнейшей и необходимой особенностью иерархических систем является применение принципа агрегирования (обобщения) информации, категорирование по значимости для доведения в различные по уровню инстанции. Это обеспечивает сокращение обрабатываемой и передаваемой информации.

Смешанные структуры систем, то есть сочетание централизованных и иерархических, встречаются наиболее часто.

В практике изучения объектов и явлений известно, что реализация системного подхода должна базироваться на двух правилах:

- первое – рассмотрение объекта исследования как системы;
- второе заключается в понимании процесса исследования как системного, прежде всего, по логике и применяемым методам.

Системный подход при реализации первого правила заключается в следующем:

- исследуемый объект представляется как самостоятельная система и, одновременно, как подсистема системы более высокого уровня;
- свойства системы не сводятся к простой сумме свойств ее элементов, а представляют собой новое качество, присущее только системе;
- между элементами системы существуют связи, которые определенным образом связывают между собой элементы системы, создавая ее структуру;
- система реализует определенные функции в соответствии с ее предназначением, при этом и элементы и система претерпевают количественные и качественные изменения.

По второму правилу системный подход реализуется в следующих основных принципах: цели, целостности, сложности и историзма.

Принцип цели заключается в том, что при исследовании объекта или явления, прежде всего, необходимо выявить их предназначение, цели функционирования, средства и способы достижения цели. В соответствии с целями функционирования обосновываются критерии или показатели функционирования системы, определяются их физическая сущность (содержание) и методы вычисления. На основе моделирования определяются целесообразные способы достижения поставленных целей, как правило, путем решения оптимизационных задач.

Принцип целостности требует исследования объекта как системы в целом в ее связях и во взаимодействии со средой.

Принцип сложности обуславливает необходимость рассмотрения объектов исследования как систем, представляющих собой сложную совокупность различных элементов, находящихся в разнообразных связях между собой, а также с элементами внешней среды.

Принцип историзма предполагает исследование прошлого системы, что дает возможность вскрывать закономерности и, в сравнении с анализом состояния системы в настоящее время, определять тенденции их развития.

Созданию или исследованию существующей системы должно предшествовать ее описание, которое можно рассматривать в трех аспектах: функциональном, морфологическом, информационном.

Функциональное описание необходимо для того, чтобы осознать цель и важность системы, определить ее место, оценить отношение к другим системам и к внешней среде, для построения общего функционального описания вводится понятие – модель функционирования (поведения) системы, – модель, предсказывающая изменение состояния системы, ее результативности во времени.

Морфологическое описание дает представление о структуре системы, то есть совокупности элементов (подсистем) и связей между ними. Глубина описания, уровень детализации, то есть выбор элементов, внутрь которых описание не проникает, определяется назначением системы и целью исследования.

Информационное описание должно давать представление об организации системы. Оно определяет зависимость морфологических и функциональных свойств системы от качества и количества внутренней и внешней (поступающей из среды) информации. Описание системы должно начинаться с определения цели. Использование принципов системного подхода является важным условием исследования операций.

### **Системный анализ инженерного обеспечения**

Понятие системного анализа трактуется как совокупность методологических средств, используемых для подготовки и обоснования решений по сложным вопросам социального, экономического, военного характера. Системный анализ – это инструмент системного подхода.

Системный анализ инженерного обеспечения действий спасательных формирований включает [1, 3]: определение понятия системы инженерного обеспечения, обоснование целей и критериев эффективности ее функционирования, построение математических моделей для количественного обоснования целесообразных решений.

Применение математических моделей должно способствовать вскрытию закономерностей процессов инженерного обеспечения спасательных формирований, совершенствованию принципов их применения, способов выполнения задач инженерного обеспечения. Инженерные подразделения, как правило, организационно являются составным элементом различных формирований, которые являются сложными системами с управлением, состоящими из ряда подсистем и имеющими иерархическую структуру.

Для дальнейшего рассмотрения принимается группировка спасательных сил. Обозначим эту систему  $C_o$ . Элементами системы  $C_o$  являются органы управления, части и подразделения, в том числе и инженерные, другие обеспечивающие подразделения. Конкретный состав элементов системы  $C_o$  зависит от целей ее функционирования, условий и времени. Конечной целью функционирования таких систем является выполнение поставленных задач в определенных условиях обстановки.

С точки зрения учета условий и особенностей функционирования этих систем целесообразно выделить три временных этапа: мирное время, переход с мирного на военное время, военное время.

Цели функционирования на каждом из этапов будут иметь значительное различие, соответственно, и критерии эффективности функционирования системы  $C_o$  на этапах будут различны. При этом:

- каждое спасательное формирование должно рассматриваться как единая система, имеющая общее целевое предназначение;
- цели системы в целом и каждой отдельной подсистемы должны соответствовать целям системы более высокого уровня;
- система спасательного формирования должна иметь многоуровневую иерархическую структуру.

Этим системным принципам должна соответствовать и подсистема инженерных подразделений. Цели ее функционирования определяются целями функционирования системы  $C_o$ . Инженерная подсистема одновременно является самостоятельной системой, соответствующей всем принципам системности. Выделение инженерных подразделений в качестве самостоятельной системы  $C_{oi}$  обусловлено спецификой выполняемых задач и ролью в общей системе  $C_o$ .

Под инженерной системой группировки спасательных сил  $C_{oi}$  будем понимать совокупность органов управления, штатных и приданных инженерных подразделений, взаимосвязанных и взаимодействующих между собой и с другими объектами группировки спасательных сил.

Основными элементами системы  $C_{oi}$  являются: управляющие объекты – органы управления инженерными подразделениями, а также объекты управления – инженерные подразделения. При этом последние являются достаточно сложными системами с управлением. Средой для системы  $C_{oi}$  являются: условия функционирования, вышестоящие и взаимодействующие органы управления, другие подразделения. Степень детализации представления элементов системы  $C_o$  зависит от целей исследования. Как правило, рекомендуется разбиение системы на два–четыре уровня. Применительно к группировке спасательных сил такими уровнями могут являться: группировка спасательных сил – спасательная часть – спасательное подразделение. Аналогичную структуру целесообразно рассматривать и применительно к системе  $C_{oi}$ .

В соответствии с общей методологией исследования систем важнейшим вопросом является определение целей функционирования системы  $C_{oi}$  и критериев ее эффективности. Как и для системы  $C_o$ , применительно к инженерной подсистеме  $C_{oi}$  этот вопрос рассматривается для трех этапов.

Первый этап – мирное время. Основной целью функционирования является поддержание системы  $C_{oi}$  и ее элементов в определенном состоянии. К характеристикам состояния можно отнести боевую готовность инженерных подразделений, их возможности по развертыванию, потенциальные возможности по выполнению задач инженерного обеспечения. В качестве критериев эффективности функционирования системы могут быть приняты показатели боевой готовности, нормативные показатели по выполнению задач и др.

Критериями эффективности функционирования подсистемы  $C_{oi}$  на уровне системы  $C_o$  могут являться показатели, характеризующие влияние инженерного обеспечения на повышение боеготовности системы  $C_o$ , ее боевых возможностей и др.

К целям функционирования системы  $C_{oi}$  могут быть отнесены также задачи, которые заблаговременно должны выполняться инженерными подразделениями в интересах функционирования системы  $C_o$  либо других систем. В первую очередь это относится к задачам, выполняемым в системе заблаговременной подготовки районов возможных действий. Характерной особенностью этапа является относительно стабильное состояние среды, то есть условий функционирования, и отсутствие какого-либо воздействия.

Второй этап – переход с мирного на военное положение. Цели функционирования системы  $C_{oi}$  – выполнение мероприятий по повышению боевой готовности, отмобилизованию инженерных подразделений, их боевому слаживанию, то есть достижение определенного состояния системы и ее элементов, выполнение мероприятий инженерного обеспечения в интересах системы  $C_o$ . В качестве критериев эффективности функционирования системы  $C_{oi}$  могут быть приняты показатели, характеризующие ход и результаты отмобилизования подразделений, повышение их потенциальных возможностей по выполнению задач инженерного обеспечения, успех их выполнения. Критериями эффективности функционирования системы  $C_{oi}$  на уровне системы  $C_o$  могут являться показатели, характеризующие повышение потенциальных возможностей спасательного формирования по выполнению задач и др. При этом необходимо учитывать возможность внешнего воздействия – среда на функционирование системы  $C_{oi}$  может оказывать более существенное влияние, чем на первом этапе.

Третий этап – непосредственная подготовка и ведение боевых действий. Основными целями функционирования системы  $C_{oi}$  является создание спасательным подразделениям условий для выполнения задач.

В качестве критериев эффективности функционирования системы  $C_{oi}$  могут быть приняты показатели, характеризующие успех выполнения задач инженерного обеспечения инженерными подразделениями в общем комплексе задач инженерного обеспечения. Критериями эффективности функционирования подсистемы  $C_{oi}$  на уровне системы  $C_o$  могут являться показатели, характеризующие изменение боевого потенциала спасательного формирования (системы  $C_o$ ), темпа его продвижения и др. Непосредственная подготовка боевых действий имеет особенности, и, следовательно, цели функционирования системы  $C_{oi}$  на этапах подготовки и ведения боевых действий будут иметь различие. Особенностью функционирования системы  $C_{oi}$  на этом этапе является существенное влияние среды и в первую очередь внешнего воздействия или воздействия средств поражения.

При этом инженерной подсистемой  $C_{oi}$  выполняется только определенная часть задач инженерного обеспечения. В ходе функционирования системы  $C_o$  на различных этапах значительная часть инженерного обеспечения выполняется практически всеми подразделениями, с выполнением этих задач связана и работа органов управления.

Таким образом, рассмотрение инженерного обеспечения только на уровне функционирования инженерной подсистемы  $C_{oi}$  является неполным.

В связи с важной ролью инженерного обеспечения в процессах функционирования группировки спасательных сил (системы  $C_o$ ), со спецификой решаемых задач, со сложностью процесса инженерного обеспечения, его исследование также должно осуществляться на основе системного подхода и положений исследования операций. Структура, критерии функционирования системы инженерного обеспечения действий группировки спасательных сил (СИОДГСС) в первую очередь должны обуславливаться целями инженерного обеспечения, а также силами и средствами, используемыми для достижения этих целей.

В общем случае СИОДГСС может включать три части или подсистемы: 1 – штатные и приданные инженерные подразделения, их органы управления; 2 – другие силы и формирования, привлекаемые для выполнения задач инженерного обеспечения; 3 – различные объекты (системы объектов), создаваемые или имеющиеся и используемые в интересах инженерного обеспечения группировки спасательных сил (рис. 3).

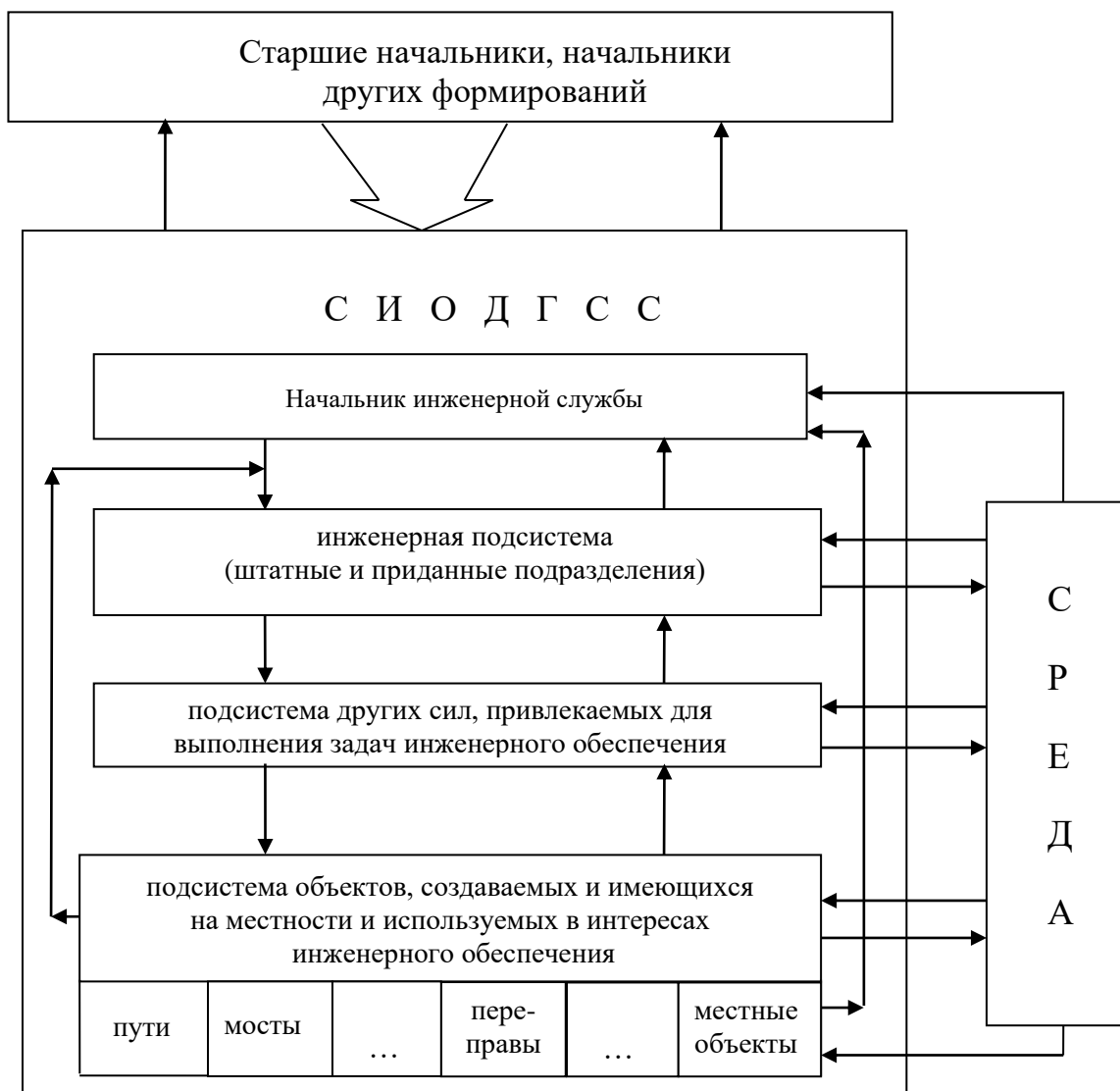


Рис. 3. Структурная схема системы инженерного обеспечения

Первая часть представляет собой инженерную подсистему группировки спасательных сил, цели и критерии функционирования которой рассмотрены выше. Вторую часть можно определить как переменную составляющую, включаемую в рассматриваемую систему лишь на этапах выполнения задач инженерного обеспечения, поскольку другие формирования, рассматриваемые как системы, имеют свои цели функционирования, связанные с выполнением задач группировкой спасательных сил. Третьей составляющей являются используемые в интересах инженерного обеспечения группировки спасательных сил объекты местности (мосты, переправы, дороги), а также объекты, создаваемые заблаговременно и в ходе выполнения задач инженерного обеспечения действий: мосты, переправы и др.

В связи с тем, что эти объекты создаются по единому замыслу, в соответствии с определенными и согласованными целями, их также целесообразно рассматривать как системы: системы оборудования районов и др.

То есть, под системой инженерного обеспечения действий группировки спасательных сил понимается совокупность взаимосвязанных и взаимодействующих штатных и приданных инженерных подразделений, других формирований, привлекаемых для выполнения задач инженерного обеспечения и применяемых по единому замыслу, а также имеющихся и создаваемых объектов (систем объектов), используемых в интересах инженерного обеспечения действий группировки спасательных сил.



Исходя из определения, СИОДГСС (рис. 3) рассматривается как совокупность трех подсистем: инженерной, других формирований, выполняющих задачи инженерного обеспечения, систем объектов. Условно:

$$C_{\text{сиодгсс}} = C_u + C_{\text{рвс}} + C_{\text{об}},$$

где  $C_u$  – инженерная подсистема группировки спасательных сил;  $C_{\text{рвс}}$  – подсистема других формирований, привлекаемых для выполнения задач инженерного обеспечения;  $C_{\text{об}}$  – подсистема объектов, используемых в интересах инженерного обеспечения действий спасательных формирований.

Особенностью СИОДГСС является то, что в процессе функционирования она может изменять свою структуру и состав, то есть претерпевать качественные и количественные изменения. Это относится к распределению сил и средств инженерных подразделений на выполнение задач инженерного обеспечения, к составу других сил и средств, привлекаемых к выполнению задач инженерного обеспечения, создаваемым и используемым в интересах инженерного обеспечения объекта. В СИОДГСС включаются только те объекты, которые используются в интересах инженерного обеспечения.

Средой для СИОДГСС являются управляющие воздействия старших начальников, условия выполнения задач и др. С функциональной точки зрения СИОДГСС является обеспечивающей подсистемой для системы функционирования группировки спасательных сил как формирования.

Конечной целью функционирования СИОДГСС является максимальное достижение целей инженерного обеспечения действий спасательных формирований в условиях конкретной обстановки.

С учетом специфики решаемых задач в различные периоды времени: мирный, переходный и военного времени – функционирование СИОДГСС также целесообразно рассматривать применительно к этим периодам или этапам.

При этом содержание и критерии эффективности функционирования СИОДГСС, по сравнению с функционированием инженерной системы группировки спасательных сил  $C_{\text{ои}}$ , значительно расширяются.

Первый этап – мирное время. Основной целью функционирования СИОДГСС является поддержание ее в заданном состоянии.

К характеристикам состояния системы относятся:

– показатели боевой готовности и боеспособности инженерных подразделений, других подразделений группировки спасательных сил по выполнению задач инженерного обеспечения;

– наличие и состояние инженерных объектов (созданных и имеющихся), которые используются в интересах функционирования группировки спасательных сил на рассматриваемом этапе (пути выдвижения и развертывания и др.).

В качестве критериев эффективности функционирования СИОДГСС могут быть показатели боевой готовности инженерных подразделений, их возможностей, потенциальных возможностей по выполнению задач инженерного обеспечения, степень подготовленности районов (местности) в инженерном отношении. Критериями эффективности функционирования СИОДГСС на уровне системы  $C_o$  могут являться показатели, характеризующие изменение боевой готовности подразделений, потенциальных возможностей по выполнению задач инженерного обеспечения.

Второй этап – переход с мирного на военное положение. Цель функционирования СИОДГСС – выполнение мероприятий по обеспечению боевой готовности инженерных подразделений, а также задач инженерного обеспечения в интересах выполнения поставленных задач группировке спасательных сил.

В качестве критериев эффективности функционирования СИОДГСС могут быть приняты показатели, характеризующие боеготовность инженерных подразделений, повышение их потенциальных возможностей и возможностей других формирований

по выполнению задач инженерного обеспечения, успех их выполнения. К критериям эффективности функционирования подсистемы СИОДГСС на уровне системы  $C_o$  можно отнести влияние функционирования СИОДГСС на боевую готовность и боевые возможности группировки спасательных сил. Количественно общие критерии должны оцениваться приращением соответствующих показателей эффективности. Особенностью этапа является увеличение влияния среды на функционирование СИОДГСС.

Третий этап – непосредственная подготовка и ведение действий. Цель функционирования СИОДГСС – обеспечение достижения целей инженерного обеспечения. Критериями эффективности функционирования СИОДГСС могут быть показатели, характеризующие успех выполнения задач инженерного обеспечения инженерными подразделениями, привлекаемые силы, количество создаваемых объектов (систем) инженерного обеспечения, их характеристики. Критериями эффективности функционирования СИОДГСС на уровне системы  $C_o$  могут являться показатели, характеризующие изменение потенциала своих формирований, темпа их продвижения и другие, то есть показатели, характеризующие вклад инженерного обеспечения в успех решения поставленных задач.

Как и любая другая система, система инженерного обеспечения должна отвечать определенным требованиям, основными из которых могут быть: способность обеспечивать выполнение спасательными формированиями задач; маневренность (гибкость) системы, обеспечивающая перенос усилий и их наращивание по направлениям; простота в управлении, обеспечивающая координацию (взаимодействие) между элементами системы; способность своевременно восстанавливать силы и средства.

Таким образом, понятие СИОДГСС базируется на функциональном подходе к ее составу и структуре; целостность системы в первую очередь обуславливается функциональными признаками, а материальной основой такой системы являются инженерные подразделения, другие силы и средства, выполняющие задачи инженерного обеспечения, объекты, создаваемые и используемые в интересах инженерного обеспечения.

Другие силы и формирования включаются в СИОДГСС только на этапах выполнения задач инженерного обеспечения, так как они имеют другое основное функциональное предназначение. Результаты их действий являются составной частью СИОДГСС. В связи с этим при моделировании функционирования таких систем необходимо моделирование действий всех сил и средств.

Влияние функционирования подсистемы инженерного обеспечения на повышение эффективности функционирования системы (спасательного формирования) можно оценить приращением показателя, характеризующего ход и исход функционирования системы  $C_o$ , который будем обозначать через  $W$ .

Обозначим критерий эффективности системы инженерного обеспечения  $C_{иодгс}$  через  $K_{эио}$ , его значение может быть определено из выражения:

$$K_{эио} = \frac{W(C_o, C_{иодгс}) - W(C_o, \bar{C}_{иодгс})}{W(C_o, C_{иодгс})},$$

где  $W(C_o, C_{иодгс})$  – показатель функционирования системы  $C_o$  при наличии в ней подсистемы  $C_{иодгс}$ ;  $W(C_o, \bar{C}_{иодгс})$  – показатель функционирования системы  $C_o$  в предположении, что подсистема  $C_{иодгс}$  не функционирует.

Реализация предлагаемого подхода повысит эффективность действий спасательных формирований при выполнении профессиональных задач.

### Литература

1. Исследование операций: учеб. / Л.А. Егоров [и др.]; под ред. Б.Н. Юркова. М.: Военно-инженерная академия, 1990. 529 с.

2. Седнев В.А. Информационно-аналитическое обеспечение территориальных органов исполнительной власти в кризисных ситуациях: монография. М.: Академия ГПС МЧС России, 2019. 166 с.
3. Чуев Ю.В. Исследование операций в военном деле. М.: Воениздат, 1970. 256 с.

### **References**

1. Issledovanie operacij: ucheb. / L.A. Egorov [i dr.]; pod red. B.N. Yurkova. M.: Voenno-inzhenernaya akademiya, 1990. 529 s.
2. Sednev V.A. Informacionno-analiticheskoe obespechenie territorial'nyh organov ispolnitel'noj vlasti v krizisnyh situacijah: monografiya. M.: Akademiya GPS MCHS Rossii, 2019. 166 s.
3. Chuev Yu.V. Issledovanie operacij v voennom dele. M.: Voenizdat, 1970. 256 s.

---

---

# ЭКОНОМИКА, СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

---

---

## ПРОБЛЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ ГОСУДАРСТВЕННЫМ ИМУЩЕСТВОМ

**И.В. Смирнова, доктор экономических наук, профессор,  
почетный работник высшего профессионального образования  
Российской Федерации;**

**Э.В. Коровин, доктор экономических наук, доцент;**

**А.С. Смирнов, доктор технических наук, профессор.**

**Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России**

Рассматриваются актуальные проблемы управления государственным имуществом Российской Федерации на основе анализа структуры имущества по формам собственности и видам государственных активов, предложено определение понятия «экономическая безопасность управления государственным имуществом», выявлены проблемы и угрозы экономической безопасности управления государственным имуществом, предложены основные направления нейтрализации угроз экономической безопасности управления государственным имуществом.

*Ключевые слова:* государственная собственность, экономическая безопасность управления государственным имуществом, управление государственным имуществом

## SAFETY PROBLEMS OF MANAGEMENT OF STATE PROPERTY

I.V. Smirnova; E.V. Korovin; A.S. Smirnov.

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

The current problems of the management of state property of the Russian Federation are considered on the basis of an analysis of the structure of property by the forms of property and types of state assets, the definition of «economic security» is proposed management of state property, identified problems and threats to the economic security of the management of state property, proposed the main areas to neutralize threats to the economic security of the state administration Property.

*Keywords:* state property, economic security of state property management, management of state property

В основе экономических отношений лежат отношения собственности, поэтому роль государства в экономике в значительной степени зависит от того, какое место занимает государственная собственность в имущественных отношениях и их развитии.

Таким образом, государственная собственность как важнейшая социально-экономическая категория должна рассматриваться как инструмент государственного регулирования экономики и как средство обеспечения экономической безопасности страны. При этом необходимо исследование способов сохранения государственной собственности для эффективного выполнения государством своих функций.

Сегодня преобразования в имущественной сфере экономики должны быть направлены не только и не столько на формальное сокращение объема государственной

собственности, сколько на обеспечение эффективности ее использования. Главной движущей силой этих преобразований могут и должны стать ограничения противоречащим действующему законодательству целям использования государственной собственности, в том числе ее использования в преступных интересах граждан или сообществ.

В российской экономике сегодня в количественном отношении, то есть по количеству предприятий и организаций, значительно преобладает частная собственность (табл. 1).

Таблица 1. Распределение предприятий и организаций по формам собственности, % к итогу [1]

Предприятия по формам собственности	2016 г.	2018 г.
Государственная	4,9	4,7
Муниципальная	10,2	10,3
Частная	76,5	75,7
Собственность общественных и религиозных организаций (объединений)	5,2	5,5
Прочие формы собственности, включая смешанную российскую собственность государственных корпораций, иностранную, совместную российскую и иностранную	3,1	3,8

Однако достоверно оценить объем и долю в экономике Российской Федерации государственного сектора непросто, и мнения ученых об этом отличаются.

Так, по мнению специалистов Организации экономического сотрудничества и развития (ОЭСР), к государственному сектору следует относить все компании с государственной долей более 10 %.

Ученые Института прикладных экономических исследований РАНХиГС в своем анализе доли государственного участия в ВВП Российской Федерации основываются на трех ее составляющих: доли компаний с государственным участием (КГУ), доли сектора государственного управления (СГУ), а также доли ВВП, формируемой государственными унитарными предприятиями (ГУП).

Общая доля государственного сектора в ВВП, включая доли КГУ, ГУП и СГУ, выросла с 31,2 % в 2000 г. до 43,8 % в 2017 г. Основной вклад в рост размера государственного сектора вносят КГУ. Их доля в ВВП, по консервативной оценке, выросла с 20 % в 2000 г. до 28,7 % в 2017 г. Доля СГУ за тот же период повысилась примерно в два раза – с 7,1 до 13,7 %. Доля ГУП, наоборот, сократилась – с 4,1 до 1,6 % [2].

Рост государственного сектора в некоторой степени связан с ухудшением экономической обстановки в России: замечено, что рост государственного сектора на 1 % пункт сопровождается снижением темпов роста ВВП на 0,5 % пункта [2].

Долю государственного сектора в экономике можно оценить и с помощью показателя рыночной стоимости государственных компаний в процентах от общей стоимости акций всех компаний государства на фондовом рынке. В Российской Федерации в 2015 г. этот показатель по сравнению с другими странами был одним из самых высоких – 46,2 %. Средний уровень без Китая по 39 странам составил 4 % [3] (табл. 2).

Таблица 2. Компании с государственным участием в отдельных странах на конец 2015 г. [4]

Страна	Количество	Стоимость, млн долл.	Доля от стоимости публичных обществ в стране, %
Китай	51 341	29 201	357,0
Венгрия	370	9	52,0
Индия	270	339	22,0
Франция	51	77	3,7
Великобритания	16	115	3,0

Еще один способ измерить долю государственного сектора в экономике – по выручке компаний с государственным участием. В Российской Федерации эта доля без учета участия бюджетных учреждений составила около 40 %. Но этот показатель имеет значительный разброс по видам экономической деятельности.

В частности, в четырех отраслях экономики, к которым относятся добыча полезных ископаемых, финансы, энергетика, транспорт, доля государства в общем объеме выручки по ста крупнейшим компаниям составила около 50 %. Необходимо подчеркнуть, что эти сто крупнейших компаний четырех отраслей обеспечивают более 30 % выручки всех компаний Российской Федерации (табл. 3). Такое соотношение говорит об общем высоком уровне государственного участия в экономике.

При этом отметим, что в этом показателе не учтен бюджетный сектор учреждений, а доля государства в компаниях отраслей промышленности и связи также высока.

Таблица 3. **Отраслевая структура компаний в зависимости от объемов выручки и степень участия государства [3]**

Сектор	Степень участия государства (доля выручки госкомпаний в выручке топ-100 компаний отрасли)
Транспорт	83,0 %
Энергетика	70,9 %
Добыча полезных ископаемых	70,0 %
Финансы и страхование	46,8 %
Коммунальное хозяйство	31,9 %
Машиностроение, автомобилестроение	30,9 %
Информатизация и связь, медиа	22,7 %
Строительство и стройматериалы	18,4 %
Коммерческая недвижимость	15,9 %
Образование*	11,8 %
Здравоохранение*	11,5 %
Химическая промышленность	9,3 %
Консультационные, юридические и прочие услуги, охрана	8,5 %
Гостиничные услуги и общественное питание	6,7 %
Прочее**	4,9 %
Металлургия, металлоизделия и добыча металлических руд	4,4 %
Культура, искусство, спорт, лотереи*	3,5 %
Фармацевтика	2,6 %
Лес и деревообрабатывающая промышленность	1,3 %
Торговля	1,1 %
Агропромышленный комплекс и пищевая промышленность	1,0 %
Легкая промышленность	0,7 %

\* без учета сектора бюджетных учреждений; \*\* включая некорректные общероссийские классификаторы видов экономической деятельности, фактически относящиеся к иным группам

Такое доминирование государства как собственника в секторах со значительной долей добавленной стоимости, например атомная и космическая промышленность, оборонное производство, приводит к ограничению в полном объеме научно-технического потенциала этих отраслей и возможностей их инновационного рыночного развития.

Таким образом, не существует универсального правила формирования доли государственного сектора в экономике. Но в каждой отрасли должны существовать стимулы как для производства продукции глубокой переработки и высокой долей добавленной стоимости, так и стимулы для развития частной инициативы.

Однако развитие конкуренции и частной инициативы как инструмент снижения давления на экономику государственного сектора – это важнейшее условие экономического развития.

Указ Президента Российской Федерации от 21 декабря 2017 г. № 618 «Об основных направлениях государственной политики по развитию конкуренции» относит активное содействие развитию конкуренции к приоритетным направлениям деятельности органов государственной власти Российской Федерации. Кроме того, сокращение доли хозяйствующих субъектов, учреждаемых или контролируемых государством, в общем количестве хозяйствующих субъектов, осуществляющих деятельность на товарных рынках, является основополагающим принципом государственной политики по развитию конкуренции [5].

Постановлением Правительства Российской Федерации от 9 сентября 1999 г. № 1024 был утвержден первый документ, направленный на повышение эффективности управления государственным имуществом, – Концепция управления государственным имуществом и приватизации в Российской Федерации. В преамбуле этого документа было заявлено, что «Усиление роли государства в регулировании экономики не следует понимать как политику наращивания массы объектов государственной собственности в экономическом пространстве страны, ... ощущается объективная потребность в создании стройной, экономически и логически выверенной системы критериев, в соответствии с которыми те или иные объекты выбираются для осуществления государственного управления на базе жесткого, детально регламентированного механизма управления и контроля за государственной собственностью» [6].

Как видно, задача сокращения государственного участия в экономике была поставлена еще в 1999 г., однако за 15 лет достичь целей, заявленных в Концепции, так и не удалось. Об этом свидетельствует появление в 2014 г. государственной программы Российской Федерации «Управление федеральным имуществом» (Программа), утвержденной постановлением Правительства Российской Федерации от 15 апреля 2014 г. № 327 (в ред. от 29 марта 2019 г.) [7].

Для достижения главной цели Программы «...предлагается обеспечить решение задачи по определению целевого назначения, оптимального состава и структуры федерального имущества. Решение указанной задачи обеспечивается посредством ... определения целевой функции управления объектом федерального имущества, исходя из презумпции, что все объекты федерального имущества, за исключением тех, которые определены как необходимые для достижения задач и стратегических интересов Российской Федерации, подлежат разгосударствлению...» [7].

В Программе запланировано ежегодное сокращение количества акционерных обществ с государственным участием и федеральных государственных унитарных предприятий (табл. 4).

Таблица 4. **Индикаторы государственной программы Российской Федерации «Управление федеральным имуществом» [7]**

Наименование показателя (индикатора)	Значения показателей									
	2015 г.		2016 г.		2017 г.		2018 г. (план.)	2019 г. (план.)	2020 г. (план.)	2021 г. (план.)
	план.	факт.	план.	факт.	план.	факт.				
Процент ежегодного сокращения количества акционерных обществ с государственным участием по отношению к предыдущему году	12	12	6	20,9	5	14,6	6	9	10	11
Процент ежегодного сокращения количества федеральных государственных унитарных предприятий по отношению к предыдущему году	13	12	15	9,7	20	22,2	13	14	15	16

Однако за период действия Программы общее количество унитарных предприятий сокращалось гораздо меньшими темпами, чем предусмотрено в Программе (табл. 5).

Таблица 5. Количество унитарных предприятий в Российской Федерации, тыс. шт. [4]

Показатель	2005 г.	2010 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.
Общее количество унитарных предприятий (сокращение по сравнению с предыдущим периодом, %)	15	14	23	21 (8,7)	19 (9,5)	17 (10,5)
Действующие унитарные предприятия			18	16	13	12

Таким образом, очевидна угроза невыполнения целей программы до 2021 г., а также риски, связанные с неэффективным управлением государственным имуществом. Возникающие в связи с этим экономические угрозы приводят к необходимости исследования понятия «экономическая безопасность управления государственным имуществом» и выявления проблем в этой сфере.

Авторы предлагают рассматривать экономическую безопасность управления государственным имуществом как важную часть экономической безопасности государства.

Понятие «экономическая безопасность» сформулировано в Стратегии экономической безопасности Российской Федерации до 2030 г., утвержденной Указом Президента Российской Федерации от 13 мая 2017 г. № 208, и представляет собой «состояние защищенности национальной экономики от внешних и внутренних угроз, при котором обеспечиваются экономический суверенитет страны, единство ее экономического пространства, условия для реализации стратегических национальных приоритетов Российской Федерации» [8].

Приведенное определение позволяет сформулировать понятие экономической безопасности управления государственным имуществом как состояние защищенности имущественного комплекса государства от внешних и внутренних угроз, при котором обеспечивается наилучшее и наиболее эффективное его использование, подразумевающее:

- обеспечение эффективного управления, целевого использования и сохранности государственного имущества;
- формирование единообразных, понятных и прозрачных процедур вовлечения объектов государственной собственности в оборот и максимизация их доходности;
- создание условий по недопущению коррупционных проявлений при управлении государственной собственностью и потери контроля;
- формирование единообразных правил оказания имущественной поддержки при управлении объектами государственной собственности.

Возникновение угроз экономической безопасности управления государственным имуществом обусловлено следующими проблемами в имущественной сфере государства:

- наличие избыточных объектов государственной собственности, что связано с дополнительными затратами на их содержание, приводит к наличию упущенной выгоды и дополнительным коррупционным рискам;
- отсутствие закрепленных за каждым объектом государственной собственности целей управления, связанных с выполнением функций государственного управления;
- государство находится в состоянии противоречия, выступая, с одной стороны, как основной регулятор экономики и законодатель, а с другой стороны, как собственник в капитале компаний, что способствует ограничению справедливой конкуренции, сдерживает развитие частной инициативы и нарушает принцип равенства компаний перед законом;
- участие государства в капитале публичных компаний приводит к снижению эффективности их деятельности из-за государственных преференций в виде финансовой поддержки и административного ресурса;



– компании с государственным участием отличаются такими недостатками корпоративного управления, как избыточная закрытость, недостаточная защита интересов акционеров;

– сохранение противостояния государственных и личных интересов при управлении государственным имуществом способствует:

а) бесконтрольности, непрозрачности и усложнению управления государственным имуществом;

б) незаконному выводу объектов государственной собственности в сферу частного бизнеса отдельных заинтересованных в этом лиц;

в) присвоению доходов от использования государственного имущества и от коммерческой деятельности подконтрольных унитарных предприятий и акционерных обществ;

г) находясь в сговоре с теми, кто стремится приобрести высоколиквидную государственную собственность, приватизировать такую собственность по заниженным ценам;

– вызванный санкционным давлением дефицит финансовых ресурсов приводит к дальнейшему расширению государственных корпораций, особенно в банковской сфере, что еще больше увеличивает долю государства в экономике.

Очевидно, что описанные выше ключевые проблемы и вызываемые ими угрозы экономической безопасности управления государственным имуществом предполагают реализацию стратегии разгосударствления, закрепленную в государственной программе Российской Федерации «Управление федеральным имуществом», а также повышение эффективности остающегося в собственности государства имущества.

К основным направлениям нейтрализации угроз экономической безопасности в имущественной сфере государства можно отнести следующие:

– интенсивное сокращение избыточного государственного имущества и совершенствование управления имуществом, необходимым для реализации государственных функций и задач развития экономики (стратегические предприятия), что будет способствовать стимулированию конкуренции и росту экономической эффективности;

– для оставшихся объектов федеральной, региональной и муниципальной собственности необходимо:

а) закрепление за каждым из них соответствующим нормативным документом целевой функции;

б) разработка плана по достижению целевой функции, включающего меры стимулирования и контроля его выполнения;

в) учитывая, что в 2019 г. в Российской Федерации существует 5 000 недействующих унитарных предприятий (табл. 5), необходим упрощенный порядок ликвидации таких предприятий.

Для компаний, оставшихся в собственности государства (стратегические предприятия), необходимо:

– публично обосновать целесообразность участия государства в его капитале, сформулировать цели и задачи государства, которые могут быть решены только с использованием этого имущества;

– провести преобразования акционерных обществ с госучастием, обеспечив их публичность и биржевые котировки акций;

– снизить уровень участия государства в капитале компаний до 50 % плюс одна акция;

– отменить специальное право «золотая акция»;

– ввести ограничения создания компаниями с государственным участием предприятий в отраслях экономики с развитым частным сектором, а также запрет на приобретение ими непрофильных активов;

- осуществлять контроль выполнения требований по продаже компаниями с государственным участием непрофильных активов;
- запретить приватизацию дочерних компаний, если у материнской компании доля государства превышает 25 %;
- запретить приобретение акций частных компаний для госкорпораций и компаний с государственным капиталом, превышающим 50 %;
- развивать концессионные инструменты инвестирования в сектор государственных бюджетных учреждений в сферах здравоохранения и образования;
- исключить из экономического оборота такую организационно-правовую форму как государственные унитарные предприятия в течение двух–трех лет с преобразованием их в акционерные общества и передачей соответствующего имущества в собственность АО;
- установить исключительно целевой характер инвестирования в государственные предприятия и учреждения с жестким контролем за использованием средств и изъятием имущества в случае нецелевого использования инвестиций.

### **Литература**

1. Росстат. URL: [https://burstat.gks.ru/storage/mediabank/ege2018\\_14.pdf](https://burstat.gks.ru/storage/mediabank/ege2018_14.pdf) (дата обращения: 21.02.2020).
2. Соловьева О. Долю государства в экономике оценили по-новому. URL: [http://www.ng.ru/economics/2018-12-26/4\\_7474\\_gossektor.html](http://www.ng.ru/economics/2018-12-26/4_7474_gossektor.html) (дата обращения: 09.11.2019).
3. Эффективное управление государственной собственностью в 2018–2024 гг. и до 2035 г. // Центр стратегических разработок. URL: <https://www.csr.ru/issledovaniya/gossektor-ekonomiki-inertiya-ili-effektivnost/> (дата обращения: 09.11.2019).
4. Аналитический центр при Правительстве Российской Федерации, по данным Организации экономического сотрудничества и развития (ОЭСР). URL: <http://bujet.ru/article/377053.php> (дата обращения: 09.11.2019).
5. Об основных направлениях государственной политики по развитию конкуренции: Указ Президента Рос. Федерации от 21 дек. 2017 г. № 618. URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_285796/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_285796/) (дата обращения: 09.11.2019).
6. Концепция управления государственным имуществом и приватизации в Российской Федерации. URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_24377/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_24377/) (дата обращения: 09.11.2019).
7. Управление федеральным имуществом: Государственная программа Рос. Федерации. URL: <http://docs.cntd.ru/document/499091754/> (дата обращения: 21.02.2020).
8. Стратегия экономической безопасности Российской Федерации до 2030 года: Указ Президента Рос. Федерации от 13 мая 2017 г. № 208. URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_216629/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_216629/) (дата обращения: 09.11.2019).

### **References**

1. Rosstat. URL: [https://burstat.gks.ru/storage/mediabank/ege2018\\_14.pdf](https://burstat.gks.ru/storage/mediabank/ege2018_14.pdf) (data obrashcheniya: 21.02.2020).
2. Solov'eva O. Dolyu gosudarstva v ekonomike ocenili po-novomu. URL: [http://www.ng.ru/economics/2018-12-26/4\\_7474\\_gossektor.html](http://www.ng.ru/economics/2018-12-26/4_7474_gossektor.html) (data obrashcheniya: 09.11.2019).
3. Effektivnoe upravlenie gosudarstvennoj sobstvennost'yu v 2018–2024 gg. i do 2035 g. // Centr strategicheskikh razrabotok. URL: <https://www.csr.ru/issledovaniya/gossektor-ekonomiki-inertiya-ili-effektivnost/> (data obrashcheniya: 09.11.2019).
4. Analiticheskij centr pri Pravitel'stve Rossijskoj Federacii, po dannym Organizacii ekonomicheskogo sotrudnichestva i razvitiya (OESR). URL: <http://bujet.ru/article/377053.php> (data obrashcheniya: 09.11.2019).
5. Ob osnovnyh napravleniyah gosudarstvennoj politiki po razvitiyu konkurencii: Ukaz Prezidenta Ros. Federacii ot 21 dek. 2017 g. № 618. URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_285796/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_285796/) (data obrashcheniya: 09.11.2019).

6. Konceptiya upravleniya gosudarstvennym imushchestvom i privatizacii v Rossijskoj Federacii. URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_24377/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_24377/) (data obrashcheniya: 09.11.2019).

7. Upravlenie federal'nym imushchestvom: Gosudarstvennaya programma Ros. Federacii. URL: <http://docs.cntd.ru/document/499091754> (data obrashcheniya: 21.02.2020).

8. Strategiya ekonomicheskoy bezopasnosti Rossijskoj Federacii do 2030 goda: Ukaz Prezidenta Ros. Federacii ot 13 maya 2017 g. № 208. URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_216629/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_216629/) (data obrashcheniya: 09.11.2019).

---

---

# ПРАВОВЫЕ АСПЕКТЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ЧЕЛОВЕКА И ОБЩЕСТВА В ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ СИТУАЦИЯХ

---

---

## ОТДЕЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ПРАВОВОГО ПОЛОЖЕНИЯ ЛИЦ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИХ СЛУЖЕБНУЮ (ТРУДОВУЮ) ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ В СИСТЕМЕ МЧС РОССИИ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ГУМАНИТАРНЫХ ОПЕРАЦИЙ В УСЛОВИЯХ ВООРУЖЕННЫХ КОНФЛИКТОВ

**В.А. Винокуров, доктор юридических наук,  
заслуженный юрист Российской Федерации;**

**А.А. Корчуков.**

**Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России**

Рассмотрены и проанализированы отдельные положения федерального законодательства, а также Женевских конвенций и дополнительных протоколов к ним в отношении различных категорий лиц, осуществляющих служебную или трудовую деятельность в системе МЧС России при проведении гуманитарных операций в условиях вооруженных конфликтов. Анализу была подвергнута правовая основа деятельности в указанных условиях военнослужащих, проходящих военную службу по контракту в МЧС России, сотрудников федеральной противопожарной службы Государственной противопожарной службы, федеральных государственных гражданских служащих и работников МЧС России.

В результате анализа сформулированы выводы, которые помогут разобраться в правовом положении названных лиц при проведении гуманитарных операций в условиях вооруженных конфликтов.

*Ключевые слова:* гуманитарные операции, гуманитарная деятельность, вооруженный конфликт, МЧС России, военнослужащие, проходящие военную службу по контракту в МЧС России, сотрудники федеральной противопожарной службы Государственной противопожарной службы, федеральные государственные гражданские служащие и работники МЧС России, Женевские конвенции и Дополнительные протоколы к ним

## CERTAIN ISSUES OF LEGAL STATUS OF PERSONS, PERFORMING THE SERVICE (LABOR) ACTIVITIES IN THE EMERCOM OF RUSSIA WHEN CONDUCTING HUMANITARIAN OPERATIONS IN SITUATIONS OF ARMED CONFLICT

V.A. Vinokurov; A.A. Korchukov.

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

The article considers and analyzes certain provisions of the Federal legislation, as well as the Geneva conventions and additional protocols to them in relation to various categories of persons engaged in official or labor activity in the system of the EMERCOM of Russia during humanitarian operations in armed conflicts. An analysis was made of the legal basis of activities

in these conditions military men passing military service under the contract in the EMERCOM of Russia, employees of the Federal fire service of State fire service, Federal state civil servants and employees of EMERCOM of Russia.

As a result of the analysis, conclusions are formulated that will help to understand the legal situation of these persons during humanitarian operations in armed conflicts.

*Keywords:* humanitarian operations, humanitarian activities, armed conflict, EMERCOM of Russia, military personnel serving under contract in the EMERCOM of Russia, employees of the federal anti-fire service of the State fire service, federal civil servants and employees of the EMERCOM of Russia, Geneva conventions and additional protocols thereto

Положением о Министерстве Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, утвержденным Указом Президента Российской Федерации от 11 июля 2004 года № 868<sup>1</sup>, определены основные задачи, функции и полномочия МЧС России.

Одной из основных задач названного Министерства определено осуществление мер по чрезвычайному гуманитарному реагированию, в том числе за пределами Российской Федерации (подпункт 5 пункта 7). Для решения гуманитарных задач за пределами Российской Федерации из части сил системы МЧС России предусмотрено создание российского национального корпуса чрезвычайного гуманитарного реагирования.

Следует отметить, что первоначально принципиальное согласие на создание национального корпуса чрезвычайного гуманитарного реагирования было дано Президентом Российской Федерации в 1994 году<sup>2</sup>. В соответствии с указанным решением главы государства Правительством Российской Федерации в 1995 году было издано постановление, которым поручалось МЧС России создать названный корпус<sup>3</sup>. Этим же постановлением определялся состав российского национального корпуса чрезвычайного гуманитарного реагирования (Корпус), в который в настоящее время входят:

- оперативная группа от центрального аппарата МЧС России;
- государственное унитарное авиационное предприятие МЧС России;
- центральный аэромобильный спасательный отряд МЧС России;
- агентство по обеспечению и координации российского участия в международных гуманитарных операциях;
- оперативный неснижаемый аэромобильный резерв чрезвычайного гуманитарного реагирования;
- 179 спасательный центр МЧС России.

По представленным в Государственном докладе «О состоянии защиты населения и территорий Российской Федерации от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в 2018 году» данным, в 2018 году МЧС России в рамках международного сотрудничества было проведено 28 гуманитарных операций. В общей сложности помощь оказана 19 странам, доставлено более 31 тысячи тонн гуманитарных грузов. На двусторонней основе осуществлено 15 международных операций, в общей сложности доставлено более 5,5 тысяч тонн гуманитарных грузов, из них: шесть гуманитарных операций (Сирийская Арабская Республика, Лаосская Народно-Демократическая Республика, Республика Индонезия, Украина); шесть санитарно-авиационных эвакуаций (Приднестровье, Королевство Саудовская Аравия, Социалистическая Республика Вьетнам, Федеративная Республика Германия, Турецкая Республика, Исламская Республика

---

<sup>1</sup> Собрание законодательства Российской Федерации. 2004. № 28. Ст. 2882.

<sup>2</sup> Об организации участия Российской Федерации в оказании международной гуманитарной помощи в чрезвычайных ситуациях: Распоряжение Президента Российской Федерации от 8 ноября 1994 года № 573-рп // Собрание законодательства Российской Федерации. 1994. № 29. Ст. 3026.

<sup>3</sup> О российском национальном корпусе чрезвычайного гуманитарного реагирования: постановление Правительства Российской Федерации от 13 октября 1995 года № 1010 // Собрание законодательства Российской Федерации. 1995. № 43. Ст. 4077.

Пакистан); одно тушение пожара (Республика Абхазия); одно оказание содействия в разминировании территории от взрывоопасных предметов (Республика Южная Осетия) и одна эвакуация (Республика Ирак)<sup>4</sup>.

Нередко гуманитарное реагирование в рамках международного сотрудничества проводится в тех странах и на тех территориях, где возникают и развиваются вооруженные конфликты. Подтверждением подобному ходу развития событий могут служить соглашения, заключаемые на межправительственном уровне о взаимодействии в проведении гуманитарных операций при возникновении кризисных ситуаций. В большинстве подобных соглашений под гуманитарной операцией понимаются мероприятия, проводимые в целях реагирования на кризисную ситуацию или потенциальную угрозу, а кризисная ситуация, в свою очередь, определяется как «ситуация, при которой вследствие крайнего ухудшения политической обстановки либо *вооруженного конфликта* (выделено авторами), стихийных бедствий, эпидемий, крупных аварий и катастроф, а также в иных подобных случаях возникает угроза жизни и здоровью граждан одного из государств»<sup>5</sup>.

Гуманитарную деятельность в рамках российского национального корпуса чрезвычайного гуманитарного реагирования осуществляют физические лица, занимающие определенные должности в указанных выше составляющих Корпуса или осуществляющие трудовую деятельность в качестве рабочих.

Следует отметить, что в МЧС России отсутствует отдельный документ, определяющий категории лиц, осуществляющих служебную деятельность или трудовую функцию как в Министерстве, так и в органах и организациях, подчиненных или подведомственных Министерству. Однако по отдельным правовым актам, изданным как Президентом Российской Федерации и Правительством Российской Федерации, так и министром Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, известно, что в МЧС России трудятся физические лица, входящие практически во все существующие в Российской Федерации категории лиц, осуществляющие служебную (трудовую) функцию. Это военнослужащие, сотрудники федеральной противопожарной службы Государственной противопожарной службы, федеральные государственные гражданские служащие, работники (то есть те, кто занимает должности, не относящиеся к должностям государственной или муниципальной службы, или выполняет работу по профессии). Подтверждение такому широкому спектру лиц, выполняющих функции, возложенные на МЧС России, находим в приказе данного Министерства, которым утверждаются категории военнослужащих, сотрудников, федеральных государственных гражданских служащих и работников МЧС России, имеющих право на продовольственное обеспечение, в том числе в период нахождения в служебных командировках на территориях иностранных государств для ликвидации последствий стихийных бедствий и чрезвычайных ситуаций<sup>6</sup>.

---

<sup>4</sup> О состоянии защиты населения и территорий Российской Федерации от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в 2018 году: Государственный доклад. М.: МЧС России. ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2019. С. 260.

<sup>5</sup> О подписании Соглашения между Правительством Российской Федерации и Правительством Республики Кипр о взаимодействии в проведении гуманитарных операций при возникновении кризисных ситуаций: Распоряжение Правительства Российской Федерации от 23 октября 2017 года № 2324-р // Собрание законодательства Российской Федерации. 2017. № 44. Ст. 6552.

<sup>6</sup> Об утверждении категорий военнослужащих, проходящих военную службу по контракту в МЧС России, сотрудников федеральной противопожарной службы Государственной противопожарной службы, федеральных государственных гражданских служащих и работников МЧС России, имеющих право на продовольственное обеспечение в период несения дежурства, участия в полевых учениях, проведения аварийно-спасательных и других неотложных работ, нахождения в служебных командировках на территориях иностранных государств для ликвидации последствий стихийных бедствий и чрезвычайных ситуаций, норм и порядка их продовольственного обеспечения: приказ МЧС России от 29 апреля 2013 года № 290 // Российская газета. 2013. 5 июня.

Таким образом, в служебные командировки для решения задач по осуществлению мер по чрезвычайному гуманитарному реагированию могут направляться (в составе российского национального корпуса чрезвычайного гуманитарного реагирования) военнослужащий, федеральный государственный гражданский служащий, сотрудник или работник, проходящий службу или выполняющий трудовую функцию в центральном аппарате МЧС России, а также подведомственных этому Министерству органах и организациях.

В одной из работ, посвященной правовому положению сотрудников МЧС России при проведении гуманитарных операций в условиях вооруженных конфликтов, была предпринята попытка нескольких авторов сформулировать тот самый статус, о котором было заявлено в наименовании статьи<sup>7</sup>. Однако в действительности в указанной статье статус определен не был. На фоне подробных выдержек из нормативных документов были продублированы международные нормы или высказаны весьма очевидные сентенции (например, что «сотрудники МЧС России должны уважаться», что «правовой статус сотрудников МЧС России при проведении гуманитарных операций в условиях вооруженных конфликтов определяется не только национальными нормами Российской Федерации, но и Женевскими конвенциями 1949 г. и дополнительными протоколами к ним, а также другими международными нормами и принципами» и т.п.).

Для реального анализа правового положения лиц, исполняющих служебную (трудовую) деятельность в системе МЧС России при проведении гуманитарных операций в условиях вооруженных конфликтов, рассмотрим соответствующие правовые акты и статус этих лиц по категориям и отдельным параметрам.

#### Военнослужащие, проходящие службу по контракту в МЧС России

В соответствии с Положением о спасательных воинских формированиях Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, утвержденным Указом Президента Российской Федерации от 30 сентября 2011 года № 1265<sup>8</sup>, указанные спасательные воинские формирования предназначены «для защиты населения и территорий, материальных и культурных ценностей от опасностей, возникающих при ведении военных действий или вследствие этих действий, а также при возникновении чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, в том числе за пределами территории Российской Федерации». В соответствии с Федеральным законом «О гражданской обороне»<sup>9</sup> спасательные воинские формирования относятся к силам гражданской обороны, на вооружении у которых находится специальная техника, а также боевое ручное стрелковое и холодное оружие, а военнослужащим этих формирований выдаются удостоверения личности установленного образца, подтверждающие их статус, и международные отличительные знаки гражданской обороны. При этом по Федеральному закону «О статусе военнослужащих»<sup>10</sup> военнослужащие могут выезжать в служебные командировки за границу, осуществляемые в соответствии с международными договорами Российской Федерации или на взаимной основе по договоренности органов государственной власти с соответствующими органами государственной власти иностранных государств либо международными организациями (абзац восьмой пункта 7 статьи 10). Подтверждением

---

<sup>7</sup> Иванов К.М., Тазиева Д.Д., Дегтярева А.В., Глинская Н.И. Правовой статус сотрудников МЧС России при проведении гуманитарных операций в условиях вооруженных конфликтов // Право. Безопасность. Чрезвычайные ситуации. 2017. № 4 (37). С. 65–72.

<sup>8</sup> Собрание законодательства Российской Федерации. 2011. № 40. Ст. 5532.

<sup>9</sup> Принят Государственной Думой 26 декабря 1997 года, одобрен Советом Федерации 28 января 1998 года, подписан Президентом Российской Федерации 12 февраля 1998 года № 28-ФЗ // Собрание законодательства Российской Федерации. 1998. № 7. Ст. 779.

<sup>10</sup> Принят Государственной Думой 6 марта 1998 года, одобрен Советом Федерации 12 марта 1998 года, подписан Президентом Российской Федерации 27 мая 1998 года № 76-ФЗ // Собрание законодательства Российской Федерации. 1998. № 22. Ст. 2331.

направления военнослужащих, проходящих военную службу по контракту в МЧС России, в служебные командировки за границу может служить, в частности, установленный Порядком обеспечения денежным довольствием военнослужащих спасательных воинских формирований МЧС России, утвержденным приказом МЧС России от 7 декабря 2012 года № 751<sup>11</sup>, порядок оплаты служебных командировок на территории иностранных государств.

#### Сотрудники федеральной противопожарной службы Государственной противопожарной службы МЧС России

Федеральным законом Российской Федерации «О службе в федеральной противопожарной службе Государственной противопожарной службы и внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации»<sup>12</sup> предусмотрена возможность командирования сотрудника (без его согласия) на срок не более шести месяцев в течение календарного года в другую местность и его временный перевод в другое подразделение без изменения характера службы в условиях вооруженного конфликта, при ликвидации пожаров, последствий аварий, катастроф природного и техногенного характера и других чрезвычайных ситуаций (часть 1 статьи 35). Инструкция об организации служебных командировок военнослужащих спасательных воинских формирований МЧС России и сотрудников Государственной противопожарной службы в системе Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, утвержденная приказом МЧС России от 10 января 2008 года № 3<sup>13</sup>, определяет одной из основных задач командировок осуществление мер по чрезвычайному гуманитарному реагированию.

#### Федеральные государственные гражданские служащие

Федеральный закон «О государственной гражданской службе»<sup>14</sup> также предусматривает возможность федерального государственного гражданского служащего выезжать в служебные командировки по договоренности государственных органов Российской Федерации с государственными или муниципальными органами иностранных государств, международными или иностранными организациями (пункт 7 части 1 статьи 17). Названным Федеральным законом установлено, что порядок и условия командирования федерального государственного гражданского служащего устанавливается актом главы государства. Пунктом 4 порядка и условий командирования федеральных государственных гражданских служащих, утвержденных Указом Президента Российской Федерации от 18 июля 2005 года № 813, установлено, что «Срок служебной командировки гражданского служащего определяется представителем нанимателя или уполномоченным им лицом с учетом объема, сложности и других особенностей служебного задания», то есть конкретный срок служебной командировки, в том числе за границу, не установлен.

#### Работники, включая спасателей

Для работников действуют нормы Трудового кодекса Российской Федерации, одна из которых звучит следующим образом: «Особенности направления работников в служебные командировки устанавливаются в порядке, определяемом Правительством Российской Федерации»<sup>15</sup> (часть 2 статьи 166). Постановлением Правительства Российской Федерации

<sup>11</sup> Российская газета. 2013. 20 февраля.

<sup>12</sup> Принят Государственной Думой 13 мая 2016 года, одобрен Советом Федерации 18 мая 2016 года, подписан Президентом Российской Федерации 23 мая 2016 года № 141-ФЗ // Собрание законодательства Российской Федерации. 2016. № 22. Ст. 3089.

<sup>13</sup> Российская газета. 2008. 20 февраля.

<sup>14</sup> Принят Государственной Думой 7 июля 2004 года, одобрен Советом Федерации 15 июля 2004 года, подписан Президентом Российской Федерации 27 июля 2004 года № 79-ФЗ // Собрание законодательства Российской Федерации. 2004. № 31. Ст. 3215.

<sup>15</sup> Собрание законодательства Российской Федерации. 2002. № 1 (Ч. I). Ст. 3.



от 13 октября 2008 года № 749 «Об особенностях направления работников в служебные командировки»<sup>16</sup> утверждено Положение об особенностях направления работников в служебные командировки, которое определяет особенности порядка направления работников в служебные командировки как на территории Российской Федерации, так и на территории иностранных государств. В соответствии с пунктом 4 названного Положения срок командировки определяется работодателем с учетом объема, сложности и других особенностей служебного поручения, то есть не ограничен определенным числом дней.

Что касается спасателей, то в соответствии с пунктом 2 статьи 13 Федерального закона «Об аварийно-спасательных службах и статусе спасателей»<sup>17</sup> предусмотрена возможность привлечения профессиональных аварийно-спасательных служб и аварийно-спасательных формирований (но не отдельных спасателей) к ликвидации чрезвычайных ситуаций за пределами территории Российской Федерации, которое должно осуществляться по решению Правительства Российской Федерации на основе международных договоров Российской Федерации. Это означает, что направление спасателей (в составе аварийно-спасательных служб или аварийно-спасательных формирований) в заграничные командировки для решения задач, связанных с ликвидацией чрезвычайных ситуаций (в том числе социальных, которые возникают «в результате массовых беспорядков, терроризма, бандитизма, действия организованных преступных групп, межэтнических, межконфессиональных, военных, вооруженных и других социальных конфликтов»<sup>18</sup>), будет осуществляться в соответствии с нормами международных договоров. При этом вопросы, неурегулированные международным договором, должны решаться в соответствии с нормами российского трудового законодательства.

Таким образом, законодательство Российской Федерации позволяет направить с гуманитарной операцией за границу, где возник вооруженный конфликт, и военнослужащих, проходящих военную службу по контракту в МЧС России, и сотрудников федеральной противопожарной службы Государственной противопожарной службы, и федеральных государственных гражданских служащих, и работников МЧС России. Однако правила командирования различны для разных категорий лиц, осуществляющих службу и выполняющих работу в МЧС России и подведомственных ему органах и организациях.

В отношении документов, которые должны быть у командированных за границу, следует отметить, что в соответствии со статьей 12 Федерального закона «О порядке выезда из Российской Федерации и въезда в Российскую Федерацию»<sup>19</sup> служебный паспорт из интересующих нас категорий выдается военнослужащим, направляемым для прохождения военной службы за пределы территории Российской Федерации, а также выезжающим в служебные командировки за пределы территории Российской Федерации сотрудникам и федеральным государственным гражданским служащим. Кроме того, статья 19 указанного Федерального закона предусматривает для военнослужащих дополнительные требования при выезде их за пределы Российской Федерации: необходимо наличие разрешения

---

<sup>16</sup> Собрание законодательства Российской Федерации. 2008. № 42. Ст. 4821.

<sup>17</sup> Собрание законодательства Российской Федерации. 1995. № 35. Ст. 3503.

<sup>18</sup> Определение социальной чрезвычайной ситуации, приведенное в Инструкции по составлению «Сведений о деятельности учреждения здравоохранения (медицинского формирования), принимавшего участие в ликвидации чрезвычайных ситуаций», утвержденной первым заместителем министра здравоохранения Российской Федерации от 14 сентября 1999 года № 02-23/2-20 // Документ опубликован не был. Доступ из справочно-правовой системы «КонсультантПлюс».

<sup>19</sup> Принят Государственной Думой 18 июля 1996 года, подписан Президентом Российской Федерации 15 августа 1996 года № 114-ФЗ «О порядке выезда из Российской Федерации и въезда в Российскую Федерацию» // Собрание законодательства Российской Федерации. 1996. № 34. Ст. 4029.

командования, оформленного в порядке, установленном Правительством Российской Федерации. Постановлением Правительства Российской Федерации от 19 декабря 1997 года № 1598 «О порядке оформления разрешений на выезд из Российской Федерации военнослужащих Вооруженных Сил Российской Федерации, а также федеральных органов исполнительной власти и федеральных государственных органов, в которых предусмотрена военная служба»<sup>20</sup> установлено, что, во-первых, разрешение на выезд из Российской Федерации военнослужащих дается руководителем соответствующего федерального органа исполнительной власти (в нашем случае – МЧС России) или уполномоченными ими лицами; во-вторых, выезд военнослужащих, проходящих службу по контракту в МЧС России, из Российской Федерации подлежит согласованию с соответствующими органами Федеральной службы безопасности (ФСБ) Российской Федерации.

В результате анализа нормативных правовых актов, регулирующих вопросы командирования лиц, осуществляющих служебную (трудовую) деятельность в системе МЧС России, за границу для осуществления гуманитарных операций в зоны вооруженных конфликтов, можно сделать следующие выводы:

1) отсутствует единый порядок направления лиц, осуществляющих служебную (трудовую) деятельность в системе МЧС России, что создает сложности в определении прав и обязанностей указанных лиц при выполнении ими единой задачи – осуществления гуманитарной операции за границей в зонах вооруженного конфликта;

2) законодательство предусматривает различные сроки командирования для различных категорий лиц, осуществляющих служебную (трудовую) деятельность в системе МЧС России;

3) служебные паспорта выдаются только военнослужащим, проходящим военную службу по контракту в МЧС России, федеральным государственным служащим и сотрудникам федеральной противопожарной службы Государственной противопожарной службы МЧС России;

4) для военнослужащих, проходящих военную службу по контракту в МЧС России, предусмотрены дополнительные ограничения при командировании их за границу в виде согласования с органами ФСБ России.

В этой связи нельзя не отметить, что различие в правовом положении лиц, осуществляющих служебную (трудовую) деятельность в системе МЧС России, создает организационно-правовые сложности уже на первых этапах подготовки к операциям чрезвычайного гуманитарного реагирования в иностранных государствах и значительно увеличивает время доставки гуманитарных грузов и сопровождающих эти грузы специалистов для оказания помощи населению, что, в конечном итоге, оказывает негативное влияние на результат проводимых МЧС России операций за рубежом, а также снижает авторитет нашего государства на международной арене.

Следует отметить, что в российском законодательстве существует множество правовых пробелов по регулированию правоотношений в сфере чрезвычайного гуманитарного реагирования. Для решения данной проблемы следует принять специальный федеральный закон, касающийся всех вопросов оказания гуманитарной помощи нашим государством и получением Российской Федерацией гуманитарной помощи от других государств и международных организаций. Название этого законодательного акта должно быть простым и понятным, например, «О гуманитарной помощи»<sup>21</sup>.

Основными международными документами, регулирующими различные вопросы, связанные с вооруженными конфликтами, являются Женевские конвенции, заключенные 12 августа 1949 года, и протоколы к ним<sup>22</sup>.

<sup>20</sup> Собрание законодательства Российской Федерации. 1997. № 52. Ст. 5929.

<sup>21</sup> Винокуров В.А., Шманцарь Д.А. О проекте Федерального закона «О гуманитарной помощи» // Право. Безопасность. Чрезвычайные ситуации. 2018. № 2 (39). С. 26–37.

<sup>22</sup> Женевские конвенции от 12 августа 1949 года и дополнительные протоколы к ним. М.: Международный комитет Красного Креста, 2015. 320 с.

Дополнительным протоколом I к Женевским конвенциям под международным вооруженным конфликтом понимаются такие ситуации, в которых народы ведут борьбу против колониального господства и иностранной оккупации, а также расистских режимов и осуществления своего права на самоопределение (пункт 4 статьи 1)<sup>23</sup>. Дополнительным протоколом II к Женевским конвенциям под вооруженным конфликтом немеждународного характера понимается происходящий на территории государства конфликт между его вооруженными силами и антиправительственными вооруженными силами или другими организованными вооруженными группами, которые, находясь под ответственным командованием, осуществляют такой контроль над частью её территории, который позволяет им осуществлять непрерывные и согласованные военные действия (пункт 1 статьи 1)<sup>24</sup>.

Участниками или иначе – субъектами международного гуманитарного права перечисленных выше вооруженных конфликтов, являются, в частности, комбатанты, гражданские лица, наемники, медицинский персонал, духовный персонал, военнослужащие и работники, назначенные для выполнения функций гражданской обороны. При этом принимать непосредственное участие в военных действиях могут только те, кто относится к категории комбатантов. По смыслу Женевских конвенций к комбатантам причисляют все организованные вооруженные силы, группы и подразделения, находящиеся под командованием лица, ответственного перед этой стороной за поведение своих подчиненных, даже если эта сторона представлена правительством или властью, не признанными противной стороной, а также лица, входящие в состав вооруженных сил стороны, находящейся в конфликте, кроме медицинского и духовного персонала (пункт 1 и 2 статьи 43 Дополнительного протокола I).

В условиях международного вооруженного конфликта чрезвычайное гуманитарное реагирование возможно только в форме организаций, закрепленных в международно-правовых нормах. Деятельность этих организаций обязательно должна быть признана и осуществляться с согласия стороны, находящейся в конфликте. К таким организациям относятся:

- беспристрастные международные гуманитарные организации (предпринимают действия для защиты раненых и больных, а также санитарного и духовного персонала и для оказания им помощи с согласия заинтересованных сторон, находящихся в конфликте<sup>25</sup>);
- постоянные медицинские формирования (находятся под защитой и не могут быть объектом нападения при установленных условиях<sup>26</sup>);
- гражданские организации гражданской обороны нейтральных государств (к ним относятся учреждения и другие организованные единицы, которые организованы или уполномочены компетентными властями стороны, находящейся в конфликте, выполнять задачи по оповещению, эвакуации, предоставлению убежищ и по их устройству, по спасательным работам и борьбе с пожарами и др.<sup>27</sup>).

Для защиты персонала гражданских организаций гражданской обороны и их объектов предпринимаются меры для их опознавания. Так, в соответствии со статьей 66 Дополнительного протокола I упомянутые лица обязаны носить международный

---

<sup>23</sup> Дополнительный протокол к Женевским конвенциям от 12 августа 1949 года, касающийся защиты жертв международных вооруженных конфликтов (Протокол I) (подписан в г. Женеве 8 июня 1977 года) // Доступ из информационно-правового портала «Гарант».

<sup>24</sup> Дополнительный протокол к Женевским конвенциям от 12 августа 1949 года, касающийся защиты жертв вооруженных конфликтов немеждународного характера (Протокол II) (подписан в г. Женеве 8 июня 1977 года) // Доступ из информационно-правового портала «Гарант».

<sup>25</sup> Статья 9 Женевской конвенции об улучшении участи раненых и больных в действующих армиях (заключена в г. Женеве 12 августа 1949 года) // Доступ из информационно-правового портала «Гарант».

<sup>26</sup> Статья 12 Дополнительного протокола I к Женевским конвенциям.

<sup>27</sup> Статья 61 Дополнительного протокола I к Женевским конвенциям.

отличительный знак гражданской обороны и удостоверение личности, подтверждающее их статус. Кроме того, они имеют право на ношение легкого личного стрелкового оружия.

В соответствии с Дополнительным протоколом II к Женевским конвенциям в условиях немеждународного вооруженного конфликта МЧС России может направить свои силы и средства для чрезвычайного гуманитарного реагирования, но только в составе беспристрастной международной гуманитарной организации или постоянного медицинского формирования. Сотрудники данных организаций будут пользоваться международной защитой и уважением в таком же объеме, что и при конфликте международного характера.

Но, в то же время следует отметить, что на основании статьи 4 Женевской конвенции о защите гражданского населения во время войны<sup>28</sup> граждане какого-либо нейтрального государства, находящиеся на территории одного из воюющих государств, и граждане какого-либо совоюющего государства не будут рассматриваться в качестве покровительствуемых лиц до тех пор, пока государство, гражданами которого они являются, имеет нормальное дипломатическое представительство при государстве, во власти которого они находятся.

На основании проведенного анализа можно сделать следующие выводы:

1) с организационной точки зрения сотрудники федеральной противопожарной службы Государственной противопожарной службы МЧС России являются наиболее мобильной и одновременно обладающей знаниями, навыками и умениями категорией для осуществления задач чрезвычайного гуманитарного реагирования;

2) все категории лиц, осуществляющие трудовую (служебную) деятельность в МЧС России в условиях международных и немеждународных вооруженных конфликтов, пользуются одинаковыми правами и обязанностями;

3) правовое положение лиц, выполняющих гуманитарные миссии, зависит от их принадлежности к определенной организации, деятельность которых предусмотрена нормами международного гуманитарного права;

4) в случае немеждународного вооруженного конфликта и наличии нормального дипломатического представительства Российской Федерации на территории боевых действий лица, направляющиеся для чрезвычайного гуманитарного реагирования, не пользуются международной защитой и уважением;

5) персонал постоянных медицинских формирований и гражданских организаций гражданской обороны нейтральных государств обеспечивается специальными отличительными знаками, удостоверениями личности и личным легким стрелковым оружием;

6) лица, находящиеся под международной защитой, совершив действия, которые нанесли ущерб противнику, признаются комбатантами и могут стать объектом нападения и взяты в военный плен.

Для лучшего восприятия проведенного анализа, послужившего основанием для сформулированных авторами выводов, к статье прилагается таблица с проанализированными параметрами.

---

<sup>28</sup> Женевская конвенция о защите гражданского населения во время войны (заключена в г. Женеве 12 августа 1949 года) // Доступ из информационно-правового портала «Гарант».

Таблица. Проанализированные параметры

Анализируемый параметр	Военнослужащие	Сотрудники ФПС ГПС	Федеральные государственные гражданские служащие	Работники, в том числе спасатели
1. Право на заграничные командировки	Имеется	Имеется	Имеется	Имеется
2. Срок заграничной командировки	Общее правило: а) максимальный срок пребывания в командировке не должен превышать 40 суток; б) командировки могут быть продлены, но не более чем на 1 год для выполнения задач по ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций и для выполнения иных задач в составе созданных временных оперативных подразделений МЧС России		Определяется представителем нанимателя с учетом объема, сложности и других особенностей служебного задания	Определяется работодателем с учетом объема, сложности и других особенностей служебного поручения
	—	Ограничения по Федеральному закону – до 6 месяцев в течение календарного года		
3. Служебный паспорт	Выдается	Выдается	Выдается	Не выдается
4. Согласование выезда	Осуществляется с органами ФСБ России	Не предусмотрено	Не предусмотрено	Не предусмотрено
5. Право на ношение оружия	Имеется	Имеется	Имеется	Имеется
6. Международная защита	Предоставляется при соблюдении всех условий, предусмотренных Женевскими конвенциями и Дополнительными протоколами к ним			
7. Возможность взятия в плен	Предусмотрена Женевскими конвенциями при признании комбатантами			

### Литература

1. Винокуров В.А., Шманцарь Д.А. О проекте Федерального закона «О гуманитарной помощи» // Право. Безопасность. Чрезвычайные ситуации. 2018. № 2 (39). С. 26–37.
2. О состоянии защиты населения и территорий Российской Федерации от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в 2018 году: Государственный доклад. М.: МЧС России. ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2019. 344 с.
3. Иванов К.М., Тагиева Д.Д., Дегтярева А.В., Глинская Н.И. Правовой статус сотрудников МЧС России при проведении гуманитарных операций в условиях вооруженных конфликтов // Право. Безопасность. Чрезвычайные ситуации. 2017. № 4 (37). С. 65–72.

### References

1. Vinokurov V.A., Shmancar' D.A. O proekte Federal'nogo zakona «O gumanitarnoj pomoshchi» // Pravo. Bezopasnost'. SChrezvychajnye situacii. 2018. № 2 (39). S. 26–37.

2. O sostoyanii zashchity naseleniya i territorij Rossijskoj Federacii ot chrezvychajnyh situacij prirodnoho i tekhnogennoho haraktera v 2018 godu: Gosudarstvennyj doklad. M.: MCHS Rossii. FGBU VNII GOCHS (FC), 2019. 344 s.

3. Ivanov K.M., Tazieva D.D., Degtyareva A.V., Glinskaya N.I. Pravovoj status sotrudnikov MCHS Rossii pri provedenii gumanitarnyh operacij v usloviyah vooruzhennyh konfliktov // Pravo. Bezopasnost'. CHrezvychajnye situacii. 2017. № 4 (37). S. 65–72.

---

---

# ПСИХОЛОГО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПОДГОТОВКИ СОТРУДНИКОВ МЧС РОССИИ К УСЛОВИЯМ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

---

---

## ПРЕДИКТОРЫ И ОСОБЕННОСТИ ДЕСТРУКТИВНОГО ИНФОРМАЦИОННОГО ВЛИЯНИЯ ПОСРЕДСТВОМ ИНТЕРНЕТА НА ПОДРОСТКОВ ПОКОЛЕНИЯ Z НА ПРИМЕРЕ «ГРУПП СМЕРТИ»

**Г.В. Москаленко, кандидат психологических наук.  
Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России.**

**О.С. Маторина;**

**С.В. Нестерова.**

**Всероссийский ордена «Знак почета» научно-исследовательский институт  
противопожарной обороны МЧС России**

Рассмотрены особенности психологического, деструктивного информационного влияния на молодежь с использованием сети Интернет, специфика и психологические алгоритмы воздействия на участников в «группах смерти». Приведена схема информационного влияния куратора «группы смерти». Описаны психологические особенности подростков, подверженных деструктивному информационному влиянию.

*Ключевые слова:* деструктивное информационное влияние, молодежь поколения Z, алгоритмы психологического воздействия, «группы смерти»

## PREDICTORS AND PECULIARITIES OF DESTRUCTIVE INFORMATION INFLUENCE THROUGH THE INTERNET ON TEENAGERS OF GENERATION Z ON THE EXAMPLE OF «DEATH GROUPS»

G.V. Moskalenko. Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia.

O.S. Matorina; S.V. Nesterova.

All-Russian research institute for fire protection of EMERCOM of Russia

The article discusses the features of the psychological, of the destructive informational impact on young people using the Internet, the specifics and psychological algorithms for influencing participants in «death groups». A diagram of the informational influence of the curator of the «death group» is given. The psychological characteristics of adolescents exposed to destructive informational influence are described.

*Keywords:* destructive informational impact, youth of generation Z, algorithms of psychological influence, «groups of death»

Сложно представить современное общество без информационной поддержки и включения в интернет пространство. Процессы глобализации информации в настоящее время ориентированы на практически полную зависимость молодежи от информационной структуры. Различные системы связи, телекоммуникационные средства, популярные электронные базы данных – все это создано человеком для облегчения труда и развития,

но обратной стороной медали информационной структуры является возможность использования ее в качестве информационного оружия.

Негативное информационное воздействие (информационный терроризм) – это умысел с целью причинения вреда целевой аудитории информационной структуры, результатом воздействия которого могут стать человеческие жертвы. Способы влияния информационного терроризма всегда имеют огромный общественный резонанс. В особенности подвержено негативному информационному воздействию молодое поколение, которое, не имея достаточного жизненного опыта, может оказаться вовлеченным в разрушительную и саморазрушительную активность.

С точки зрения теории поколений, адаптированной, исходя из вех российской истории, А. Антиповым и Е. Шамис [1], современное поколение подростков, рожденных с 2003 г. по настоящее время, являются поколением Z. Характерные черты данного поколения – преобладание нематериальных ценностей, отсутствие прочных связей, осознание безграничности мира, доминирование виртуальной жизни над реальной. Именно виртуальная жизнь для поколения Z является безграничной реальностью, поэтому их восприятие мира отличается от других поколений. Их жизненный ориентир на быстрый результат – «здесь и сейчас». Подростки поколения Z ориентируются на кумиров из социальных сетей и формируют свое мнение в блиц-режиме на бессознательном уровне, опираясь на внутренние ощущения, а не на опыт предыдущих поколений. Ведущий мотив подростков этого поколения – интерес и актуальность. С самых первых дней представителям рассматриваемого поколения были доступны для изучения и развития разнообразные электронные устройства, что позволило создать и поддерживать идею о безграничности виртуальной реальности и неподдельный интерес к электронным инновациям [2].

В киберпространстве информационные террористы применяют различные приемы по достижению своих целей, и первым доступным проводником в виртуальный мир являются разнообразные электронные устройства.

Электронные устройства (гаджеты), которые созданы человеком, чтобы помочь и облегчить выполнение некоторых задач, стали постепенно вытеснять живое общение, меняя реальный мир на виртуальный. Нормой становится некая форма зависимости, подменяющая собой фундаментальные ценности, опыт поколений, как бы стандартизируя все уникальное и многогранное под свою «электронную» задачу [3]. Мурашова К.В. провела эксперимент, убедительно доказывающий, что отказ от использования «гаджетов» сроком на 8 ч подростками в возрасте от 12 до 18 лет воспринимается и переживается как абстинентный синдром при химических видах зависимости. Спустя всего несколько часов от времени начала эксперимента некоторые участники почувствовали недомогание, дискомфорт, головокружение, сухость во рту, потливость, озноб, а некоторые попросили выйти из эксперимента и прекратить исследование. Большинство подростков испытывали беспокойство, страх. В итоге, восьмичасовой эксперимент завершили лишь трое участников из 68 подростков [4].

Рассмотрим причины совершения подростками суицидов и особенности деструктивного информационного воздействия на подростков поколения Z на примере привлечения их в «группы смерти» (тематические закрытые группы в социальных сетях, ориентированные на обсуждение суицидального поведения и подстрекающие к совершению суицида через выполнение ежедневных заданий, финальным из которых является собственно суицид).

Сечко А.В. [5] указывает, что основными причинами совершения подростками суицидов являются:

1. Особенности межличностного взаимодействия (конфликты, давление/принуждение, буллинг, разлука/разрыв с друзьями/любимыми, запугивание).
2. Особенности восприятия самого подростка (переживание униженности и оскорбленности, разочарование в себе и в жизни, повышенная требовательность к себе и другим людям).



3. Особенности социальной ситуации (тяжелое экономическое положение, нежелательная беременность, проблемы с законом).

4. Подражание. Данная причина представляется наиболее опасной, так как фактически не поддается ни контролю, ни профилактике, ввиду того что средства массовой информации, кинематограф и эстрадные исполнители невольно популяризируют совершение суицида, широко освещая его. По этой же причине, так называемые, «группы смерти» получили большую популярность.

Широкое обсуждение «групп смерти» в Российской Федерации началось с публикации статьи Г. Мурсалиевой в «Новой газете» [6]. Согласно данным автора, в 2015 г. одной из первых пострадавших от деятельности организаторов «группы смерти» стала 16-летняя девушка из г. Уссурийска. Она заранее готовилась к суициду, опубликовав свою фотографию на фоне поезда с прощальной надписью. Страница в социальной сети девушки сразу стала очень популярна среди подростков, что спровоцировало последующую волну суицидов. Большинство подростков состояли в сообществах в социальных сетях, в так называемых «группах смерти». Способность совершить суицид для подростков трактовалась как стремление к внутренней свободе [7].

Информационное влияние ведется дистанционно – непосредственный визуальный контакт полностью отсутствует. «Вербовка» подростков осуществляется по схеме, представленной в таблице.

Таблица. Этапы вовлечения подростков поколения Z в «группы смерти»

Этапы	Содержание этапы
Выбор нового участника	<p>Возраст от 12 до 16 лет;</p> <p>Наличие подписки на группы в социальных сетях соответствующей направленности;</p> <p>Депрессивные, негативные и пессимистичные статусы в социальных сетях;</p> <p>Предпочтительнее девочки-подростки</p>
Вовлечение	<p>«Вброс» нужной для руководителей группы информации;</p> <p>Установление контакта через формирование образа понимающего и поддерживающего сверстника;</p> <p>Поддержка депрессивного и пессимистичного настроения;</p> <p>Формирование чувства сопричастности к большой группе единомышленников;</p> <p>Формирование стремления к свободе и независимости от взрослых</p>
Формирование суицидального поведения	<p>Появление атрибутов сопричастности (прежде всего, сленга);</p> <p>Смена образа жизни;</p> <p>Депривация сна;</p> <p>Просвещение по теме способов и орудий совершения суицида;</p> <p>Индивидуальный круглосуточный подход (создание иллюзии наличия собственного куратора);</p> <p>Постепенное усложнение заданий;</p> <p>Видео и фотофиксация выполнения задания с последующей демонстрацией в социальных сетях;</p> <p>Коллективное положительное подкрепление успешно выполненного задания</p>

Причиной вступления в «группы смерти» может быть не только дефицит внимания родителей, не смотря на то, что это основная причина, но и неразделенная любовь, конфликты с окружающими людьми, непонимание, насмешки и издевательства со стороны сверстников, неопределенность будущего. Руководители «групп смерти» понимают уязвимые места подростков и пользуются незрелостью их психики. Азарт, вызываемый у подростков увлекательным приключением состояния постоянной игры, привлекает

и интригует их. Загадочность, мифичность, регулярный контакт, восприятие как равного взрослого, иллюзия понимания – все это гармонично сочетается с личностными особенностями суицидального подростка, включающие когнитивный, мотивационный и мифологический уровни [8]. Представляет интерес исследование мифологем подростков относительно темы смерти, проведенное А.И. Лучинкиной [9]. Она выделила четыре мифологемы в соответствии с четырьмя факторами суицидального поведения подростков:

1. Имитаторы (факторы: поведение жертвы и негативность мира). Характеризуются реализацией девиантных форм поведения в интернет-пространстве через тиражирование информации о себе в социальных сетях.

2. Суициденты (факторы: поведение жертвы и героизация смерти). Отличаются воплощением роли героя суицидальной направленности, что мешает адаптироваться в реальной жизни.

3. Художники (факторы: поведение жертвы и непризнанность). Привлекают к себе внимание девиантными формами поведения.

4. Зрители (факторы: не определены). Сочетают в себе все предыдущие типы.

Обращает на себя внимание тот факт, что большинство исследованных А.И. Лучинкиной подростков были отнесены к зрителям (46 %), то есть к группе неопределившихся с мотивами своего поведения в интернете. Меньшинство пришлось на суицидентов (10 %), что дает возможность предположить, что создавать образ суицидента, восхищаться смертью и ее атрибутами могут многие, а совершить суицид – нет.

При ближайшем рассмотрении этапов и их содержания (табл.) становится очевидным, что руководители «групп смерти» действуют через виктимность самих подростков.

Клачкова О.А., изучив психологические особенности виктимных подростков, пришла к выводу о том, что им свойственны экспрессивность, конформность, стремление привлечь к себе внимание, переживание чувства униженности и беспечность [10]. Экспрессивность проявляет себя, прежде всего, в сочетании пессимизма и импульсивности. Гужва И.В. [11] определила, что виктимные подростки имеют представление о себе как о беспомощных и уязвимых, чем активно пользуются в своих целях, так как обладают рентными и кверулянтскими установками. Такое представление о себе возникло у них в результате деструктивной социализации в неблагополучных семьях, где наблюдалось жестокое обращение к подростку, алкоголизм и/или асоциальный образ жизни родителей. На значимость родителей, особенно того же пола, что и подросток, указывают также Т.В. Белинская и М.К. Волкова [12], которые отмечают важность эмоциональной оценки поведения подростка его родителями. Таким образом, у руководителей «групп смерти» есть эффективные рычаги воздействия на представителей поколения Z из неблагополучных семей.

Неблагополучные семьи характеризуются не только асоциальным поведением, но и низким социальным статусом, слабой материальной обеспеченностью, частыми сменами места жительства, эмоционально холодным отношением к ребенку, отсутствием участия родителей в его жизни [13].

Родители подростков поколения Z родились в 1980–1990 гг. прошлого века. Социально-экономические обстоятельства тех лет заставляли их родителей уделять большую часть своего времени заботам о выживании своих детей, что сводило к минимуму общение и совместное времяпрепровождение. Теперь, усвоив эти модели родительского поведения, поколение «Y» (миллениалы) повторяет их в общении со своими детьми (поколение Z), что в лучшем случае отдаляет первых от вторых, а в худшем – теряет контакт и доверительные отношения между подростками и родителями.

В связи с вышеизложенным, встает вопрос о профилактических мерах подросткового суицида, обусловленного деструктивным информационным влиянием посредством интернета.

Изучив активность подростков в интернет-пространстве и способы совладания с рисками, Г.У. Солдатова и Е.И. Рассказова [14] выявили, что основными видами

деятельности подростков в интернете являются игры, просмотр видео-контента, скачивание музыки и фильмов, общение в социальных сетях и на форумах, поиск информации в рамках выполнения домашнего задания и в целях самообразования. С такой угрозой, как призыв к суициду и обсуждение методов его совершения подростки сталкиваются только в 11 % случаев, в то время как самая распространенная угроза – это нежелательный сексуальный контент. В качестве средств противодействия интернет-угрозам были выделены офлайн источники (люди, с которыми подростки общаются вне интернета) и онлайн источники (люди, с которыми подростки общаются в интернете и могут быть с ними не знакомы за пределами сети: консультанты от провайдеров, люди на форумах и социальных сетях). К офлайн источником чаще прибегают младшие подростки (до 13 лет), в то время как старшие (13–16 лет) больше обращаются к значимым людям, но в интернете. Таким образом, профилактические меры по борьбе с вовлечением подростков в аутоагрессивную активность возможны в большинстве случаев только с помощью взаимодействия в интернете, став значимым взрослым. Здесь проявляется острая необходимость следования взрослыми тенденциям информационных технологий, усвоение навыков общения и взаимодействия с помощью электронных устройств и посредством интернета, а не отрицание их.

Тем не менее как отметили в своем аналитическом обзоре С.Н. Фрондзей и Д.О. Самарский [15], в России наибольшее развитие получили методы третичной профилактики, то есть мероприятия, направленные на предотвращение повторного суицида и смягчение последствий свершенного, но незавершенного. Наименее развитой является первичная профилактика, направленная на недопущение совершения суицида. Авторы объясняют это с позиции недоступности научно- и методически обоснованных программ профилактики для специалистов, работающих с подростками группы риска.

Проблема деструктивного информационного влияния на примере «групп смерти» оказывает колоссальное влияние на молодежь поколения Z. Необходимо проработать и внедрить меры безопасности и способы защиты от действий информационных террористов, чья деятельность направлена на молодежь. Для решения проблемы информационного терроризма в контексте организации и функционирования «групп смерти» необходимо:

- пересмотреть и модернизировать существующие образовательные программы;
- привлекать к профилактическим мероприятиям по данному вопросу все заинтересованные государственные структуры и общественные организации;
- актуально проводить профилактическую и пропагандистскую работу;
- организация телефонов доверия, сайтов, а также, предоставление оперативной психологической и медицинской помощи анонимно и адресно;
- разработать проект информационного пособия для родителей с описанием симптоматики включения в «группу смерти» и способами реагирования. Возможность анонимного обращения за помощью с выездом специалиста на дом;
- психологическое сопровождение на всех этапах выхода из зависимости.

### **Литература**

1. Антипов А., Шамис Е. Теория поколений. Необыкновенный Икс. М.: Синергия, 2016. 140 с.
2. Немцев И.А. Теория поколений как ключ к пониманию коммуникационного процесса в обществе // Междунар. журн. гуманитар. и естественных наук. 2018. № 12-1.
3. Дети и родители. Гаджет преткновения // Уполномоченный по правам ребенка в Санкт-Петербурге. URL: <http://www.spbdeti.org/id7565/printversion> (дата обращения 05.08.2019).
4. Мурашова К.В. Кого боятся подростки // Сноб. URL: <https://snob.ru/selected/entry/45522/> (дата обращения: 13.11.19).

5. Сечко А.В. Аттитюды в подростковых суицидах // Вестник МГОУ. Сер.: Психологические науки. 2013. № 1. С. 69–74.
6. Мурсалиева Г. Группы смерти // Новая газета. 2016. № Б1. С. 2–5.
7. Огарь Е.В., Говене Е.П., Точилова С.В. Ретроспективный анализ развития методов информационно-психологического воздействия: от средневековых сект к «Группам смерти» // Общество: социология, психология, педагогика. 2017. № 5.
8. Лучинкина А.И., Лучинкина И.С. Особенности коммуникативного поведения в интернет-пространстве подростков с разными типами суицидального поведения // Рос. психол. журн. 2019. № 1. Т. 16. С. 128–143.
9. Лучинкина А.И. Суицидальная личность подростка в виртуальном пространстве // Педагогическое образование в изменяющемся мире. Казань: Отечество, 2017. С. 9–17.
10. Клачкова О.А. Психологические особенности виктимной личности // Известия РГПУ им. А.И. Герцена. 2008. № 58.
11. Гужва И.В. Ролевая виктимность в поведении подростков из неблагополучных семей // Психология когнитивных процессов. 2018. № 7. С. 42–48.
12. Белинская Т.В., Волкова М.К. Исследование склонности к виктимному поведению подростков с разным отношением родителей // Прикладная юридическая психология. 2018. № 3 (44). С. 94–102.
13. Мудрик А.В. Социализация человека: учеб. пособие. 3-е изд., испр. и доп. М.: Изд-во Московского психолого-социального ин-та, 2011. 736 с.
14. Солдатов Г.У., Рассказова Е.И. Безопасность подростков в интернете: риски, совладание и родительская медиация // Национальный психологический журнал. 2014. № 3 (15).
15. Фрондзей С.Н., Самарский Д.О. Отечественный и зарубежный опыт превенции подростковых суицидов // Проблемы образования, экономики, формирования личности: матер. II Регион. науч.-практ. конф. Ростов-н/Д.: Южный федеральный университет, 2015. С. 215–220.

## References

1. Antipov A., Shamis E. Teoriya pokolenij. Neobyknovennyj Iks. M.: Sinergiya, 2016. 140 s.
2. Nemcev I.A. Teoriya pokolenij kak klyuch k ponimaniyu kommunikacionnogo processa v obshchestve // Mezhdunar. zhurn. gumanitar. i estestvennyh nauk. 2018. № 12-1.
3. Deti i roditeli. Gadzhjet pretknoveniya // Upolnomochennyj po pravam rebenka v Sankt-Peterburge. URL: <http://www.spbdeti.org/id7565/printversion> (data obrashcheniya 05.08.2019).
4. Murashova K.V. Kogo boyatsya podrostki // Snob. URL: <https://snob.ru/selected/entry/45522/> (data obrashcheniya: 13.11.19).
5. Sechko A.V. Attityudy v podrostkovykh suicidah // Vestnik MGOU. Ser.: Psihologicheskie nauki. 2013. № 1. S. 69–74.
6. Mursaliev G. Gruppy smerti // Novaya gazeta. 2016. № B1. S. 2–5.
7. Ogar' E.V., Govene E.P., Tochilova S.V. Retrospektivnyj analiz razvitiya metodov informacionno-psihologicheskogo vozdejstviya: ot srednevekovykh sekt k «Grupam smerti» // Obshchestvo: sociologiya, psihologiya, pedagogika. 2017. № 5.
8. Luchinkina A.I., Luchinkina I.S. Osobennosti kommunikativnogo povedeniya v internet-prostranstve podrostkov s raznymi tipami suicidal'nogo povedeniya // Ros. psihol. zhurn. 2019. № 1. Т. 16. S. 128–143.
9. Luchinkina A.I. Suicidal'naya lichnost' podrostka v virtual'nom prostranstve // Pedagogicheskoe obrazovanie v izmenyayushchemsya mire. Kazan': Otechestvo, 2017. S. 9–17.
10. Klachkova O.A. Psihologicheskie osobennosti viktimnoj lichnosti // Izvestiya RGPU im. A.I. Gercena. 2008. № 58.
11. Guzhva I.V. Rolevaya viktimnost' v povedenii podrostkov iz neblagopoluchnykh semej // Psihologiya kognitivnykh processov. 2018. № 7. S. 42–48.

12. Belinskaya T.V., Volkova M.K. Issledovanie sklonnosti k viktimnomu povedeniyu podrostkov s raznym otnosheniem roditel'ej // Prikladnaya yuridicheskaya psihologiya. 2018. № 3 (44). S. 94–102.
13. Mudrik A.V. Socializaciya cheloveka: ucheb. posobie. 3-e izd., ispr. i dop. M.: Izd-vo Moskovskogo psihologo-social'nogo in-ta, 2011. 736 s.
14. Soldatova G.U., Rasskazova E.I. Bezopasnost' podrostkov v internete: riski, sovladanie i roditel'skaya mediaciya // Nacional'nyj psihologicheskij zhurnal. 2014. № 3 (15).
15. Frondzej S.N., Samarskij D.O. Otechestvennyj i zarubezhnyj opyt prevencii podrostkovykh suicidov // Problemy obrazovaniya, ekonomiki, formirovaniya lichnosti: mater. II Region. nauch.-prakt. konf. Rostov-n/D.: Yuzhnyj federal'nyj universitet, 2015. S. 215–220.

# К ВОПРОСУ ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ СВОБОДНОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ СИЛОВЫХ СТРУКТУР

**В.П. Андреев, кандидат военных наук, доцент.  
Санкт-Петербургский университет МВД России.**

**А.К. Черных, доктор технических наук, доцент;**

**Е.Е. Горшкова.**

**Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России**

Рассмотрены вопросы использования свободного программного обеспечения в учебном процессе образовательных организаций высшего образования силовых структур. Указаны условия, обуславливающие преимущества использования свободного программного обеспечения. Приведены содержательные примеры использования свободного программного обеспечения при тестировании уровня достижения компетенций курсантами, для разработки электронных учебных пособий, а также в рамках изучения дисциплины «Информатика».

*Ключевые слова:* образовательные организации высшего образования силовых структур, свободное программное обеспечение, учебный процесс в образовательных организациях высшего образования силовых структур, электронные учебные пособия

## ON THE USE OF FREE SOFTWARE IN THE EDUCATIONAL PROCESS OF EDUCATIONAL INSTITUTIONS OF HIGHER EDUCATION OF POWER STRUCTURES

V.P Andreev. Saint-Petersburg university of the Ministry of internal affairs of Russia.

A.K. Chernykh; E.E. Gorshkova.

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

The article deals with the use of free software in the educational process of educational institutions of higher education of power structures. The conditions that determine the advantages of using free software are specified. Substantial examples of the use of free software in testing the level of achievement of competencies by cadets, for the development of electronic textbooks, as well as in the study of the discipline «Informatics» are given.

*Keywords:* educational organizations of higher education of power structures, free software, educational process in educational organizations of higher education of power structures, electronic textbooks

В настоящее время большую актуальность приобретают вопросы, связанные с программным обеспечением учебного процесса в образовательных организациях высшего образования (ОО ВО) силовых структур. Это обусловлено в первую очередь тем, что цены на коммерческое лицензионное программное обеспечение настолько высоки, что зачастую, в условиях существующих санкций в отношении Российской Федерации, не позволяют в полной мере обеспечить требования федеральных государственных образовательных стандартов к материально-техническому обеспечению учебного процесса. Для образовательных организаций высшего образования силовых структур остро стоят и вопросы обеспечения надежности и безопасности информационных ресурсов, используемых в процессах хранения, обработки, использования и передачи информации

в информационных системах этих организаций. Например, выпускник, освоивший программу ОО ВО, должен обладать способностью работать с различными источниками информации, информационными ресурсами и технологиями, применять основные методы, способы и средства получения, хранения, поиска, систематизации, обработки и передачи информации. Это требует от него знаний и практических навыков работы с различными операционными системами, в том числе сетевыми, с пакетами прикладных программ различного назначения: электронными таблицами, геоинформационными системами, системами управления базами данных и другими, текстовыми и графическими редакторами, автоматизированными информационными системами.

Таким образом, помимо закупки компьютерной техники, для обеспечения учебного процесса необходимо приобретать соответствующее программное обеспечение, которое, с одной стороны, должно быть достаточным для реализации учебного процесса в ОО ВО, а, с другой – отвечать требованиям аппаратной части имеющихся комплексов технических средств. Кроме того, дополнительные финансовые расходы связаны с необходимостью оперативной технической поддержки программного обеспечения и его своевременного обновления в случае появления новых, более эффективных программных продуктов.

Понятно, что в условиях полного и своевременного финансирования материально-технического обеспечения учебного процесса вопросы приобретения и модернизации комплексов технических средств и программного обеспечения решаются в плановом порядке. Однако в условиях введённых против Российской Федерации санкций, приводящих как к некоторым ограничениям в финансировании ОО ВО, так и к отказу некоторых производителей поставлять ряд компонентов программного обеспечения, может возникнуть проблемная ситуация, не позволяющая осуществлять учебный процесс в ОО ВО с надлежащей эффективностью.

В рамках указанных обстоятельств, по мнению авторов, одним из выходов из сложившейся ситуации может быть использование свободного программного обеспечения. Свободным программным обеспечением (англ. free software) считаются такие программы, которые можно свободно устанавливать, изучать, распространять и даже при необходимости изменять. Можно использовать и бесплатное (англ. freeware) программное обеспечение, которое в отличие от свободного, распространяется без исходных кодов, и изменять его нельзя. Кроме того, ОО ВО силовых структур могут, в частности, использовать полусвободное программное обеспечение, для которого Фонд свободного программного обеспечения (FSF) использует термин «проприетарное». Такое программное обеспечение нередко является бесплатным для образовательных и медицинских организаций и учреждений и частных лиц в случае неполучения прибыли от его использования.

Таким образом, в большинстве случаев имеется альтернатива коммерческому программному обеспечению в виде открытого программного обеспечения, распространяемого на условиях свободной лицензии, и удовлетворяющего системным и аппаратным требованиям комплексов технических средств, используемых в учебном процессе.

Приведем наиболее распространённые программные продукты указанного программного обеспечения:

1. Свободно распространяемый графический редактор GNU Image Manipulation Program (GIMP) для создания и обработки растровой графики и частичной поддержкой работы с векторной графикой. Обладает лицензией на свободное программное обеспечение GNU GPL v3, по которой авторы передают свое программное обеспечение в общественную собственность. Считается свободным аналогом графического редактора Adobe Photoshop фирмы Adobe Systems, стоимость подписки на электронную лицензию которой на один год для образовательной организации (Licensing Subscription Education, VIP) Level 1 (1–9) – более 10 000 руб.

2. Windows Movie Maker версии 2.6.4 для редактирования видеофайлов. До выхода Windows 7 входила в состав клиентских версий Windows. После этого выпускается как

отдельный продукт. Windows Live Movie Maker (Киностудия Windows), заменившая Movie Maker в Windows, оказалась настолько функционально урезанной (отсутствует даже шкала времени), что не смогла удовлетворить учебных целей практических занятий.

3. KompoZer – визуальный HTML-редактор, сочетающий в себе управление веб-файлами и удобное редактирование веб-страницы WYSIWYG. Является альтернативой Adobe Creative Suite, стоимость стандартной версии которой (Adobe Creative Suite 3 Design Standard) – более 20 000 руб.

4. Некоммерческая версия программы My Visual DataBase, представляющая собой несложную среду разработки баз данных, позволяющую создавать программные продукты без помощи специалистов и навыков программирования. До версии 1.46 распространяется бесплатно. В этой версии клиент-сервер не поддерживается, но в качестве файловой базы работает в локальной сети. Последующие версии коммерческие. Стоимость лицензии для версии 5.1 – около 10 000 руб.

5. При проведении занятий в сетевых компьютерных классах используется условно бесплатная программа удаленного администрирования и управления компьютерами в локальной сети LiteManager. Бесплатная версия программы имеет лицензию на 30 компьютеров.

Программа имеет две подсистемы безопасности – NT и LiteManager. Сетевые данные шифруются (RSA с 2048-битным ключом обмена и AES с 256-битным сеансовым ключом). Имеет встроенный IP фильтр, защиту от DDOS атак и подбора пароля.

Программа позволяет не только контролировать ход учебного процесса, но и раздавать файлы с заданиями (рис. 1), собирать файлы с отчетами о выполненной работе, проводить презентации, демонстрационные уроки и тестирование, обмениваться сообщениями и др.

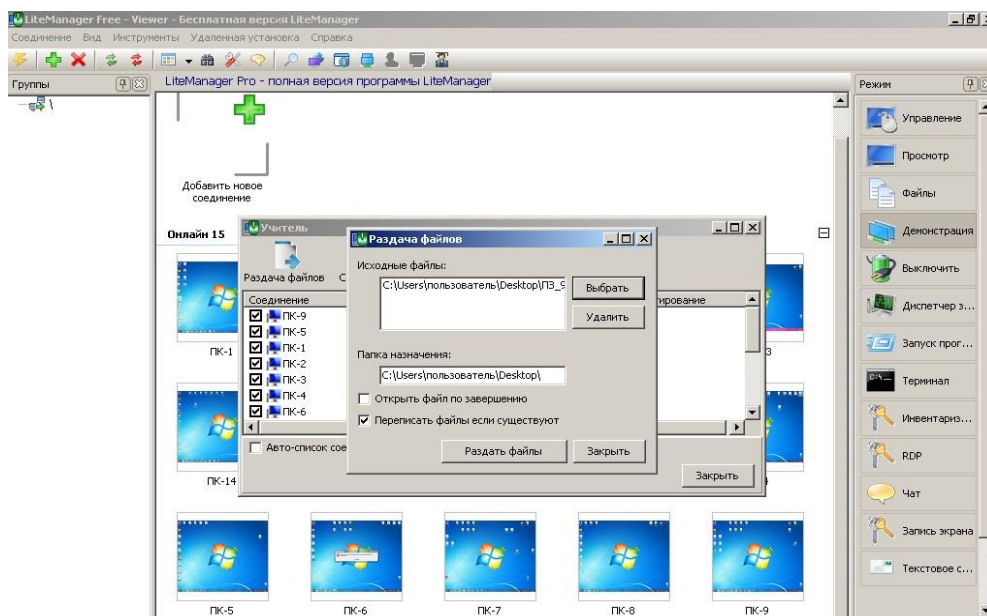


Рис. 1. Окно программы LiteManager. Раздача файлов

6. Для разработки тестов и проведения тестирования используется программа Айрен, позволяющая проводить тестирование через интернет, в локальной сети или автономно на одиночных компьютерах. Тесты могут включать в себя задания различных типов: с выбором одного или нескольких верных ответов, с вводом ответа с клавиатуры на установление соответствия, на упорядочивание и на классификацию. Результаты тестирования отображаются не только на компьютерах, испытуемых после завершения теста, но и на компьютере преподавателя, на котором можно видеть текущие результаты тестирования (рис. 2).



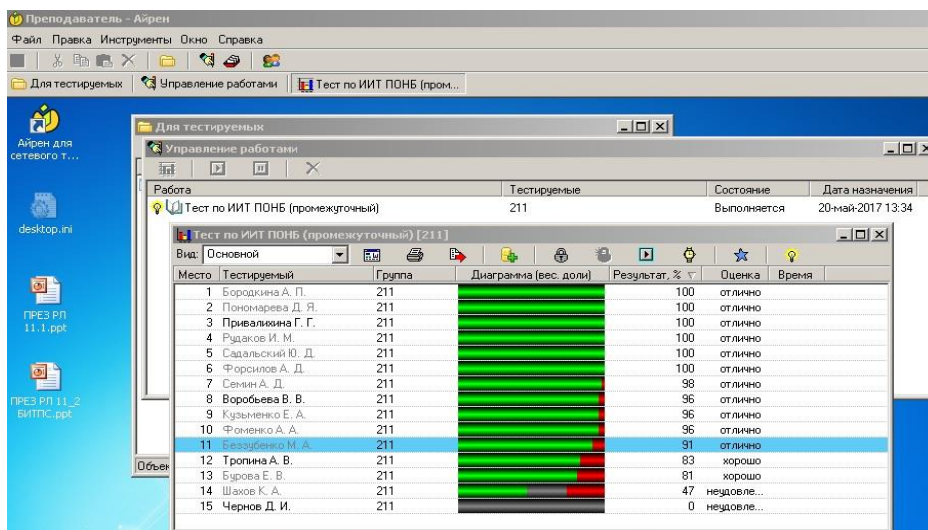


Рис. 2. Проведение сетевого тестирования с использованием программы Айрен

В соответствии с лицензией на программу её можно устанавливать и запускать на произвольном количестве компьютеров в любых целях, распространять дистрибутив программы в неизменном виде на некоммерческой основе.

Следует отметить, что немаловажное значение имеет использование свободного программного обеспечения для разработки электронных учебных пособий в целях организации эффективного учебного процесса в ОО ВО по общенаучным дисциплинам.

Указанные пособия необходимо использовать не только при проведении занятий, но и в рамках самостоятельной подготовки курсантов в целях формирования соответствующих компетенций.

Так, например, на рис. 3, 4 представлены фрагменты электронного учебного пособия «Информатика и информационные технологии», разработанного на кафедре математики и информатики Санкт-Петербургского университета МВД Российской Федерации.

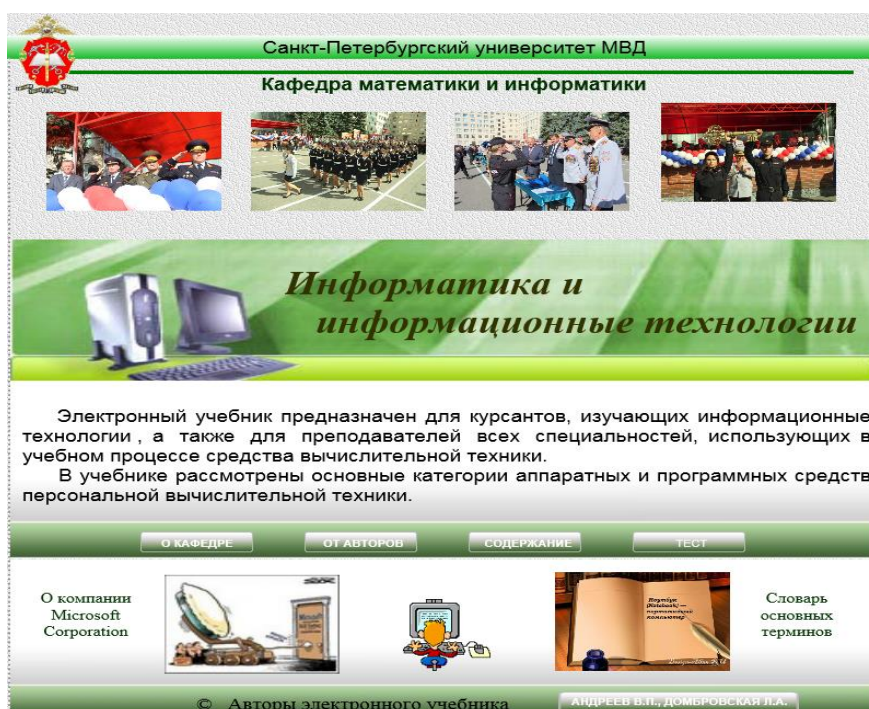


Рис. 3. Титульная страница электронного учебного пособия

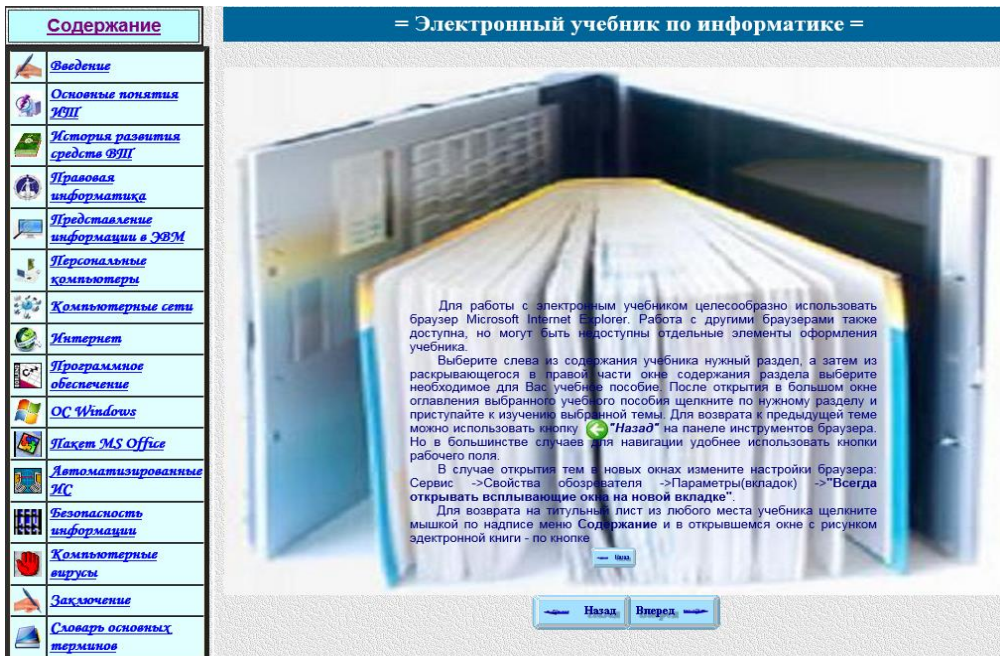


Рис. 4. Главное меню электронного учебного пособия

На рис. 5, 6 представлены модули к этому электронному учебному пособию, соответствующие его основным разделам. При разработке пособия использовались языки программирования HTML, JavaScript, таблицы и стили CSS.

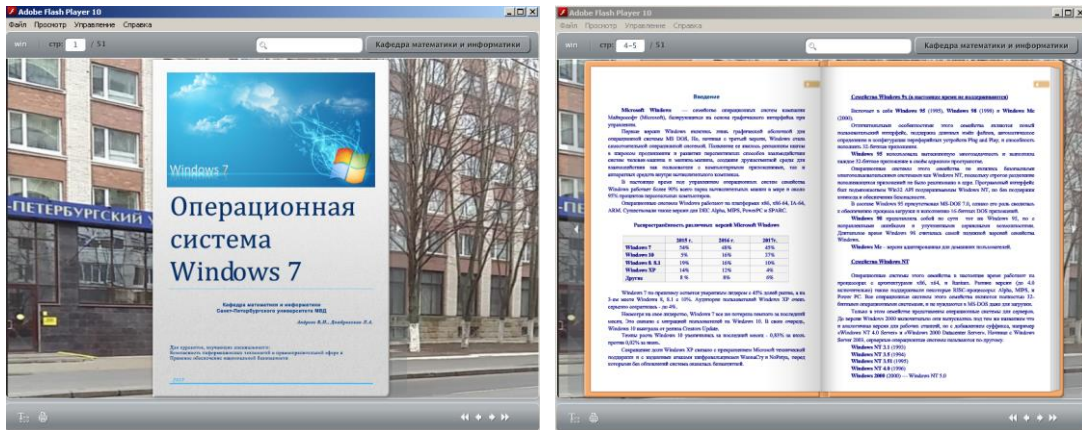


Рис. 5. Модуль «Windows»

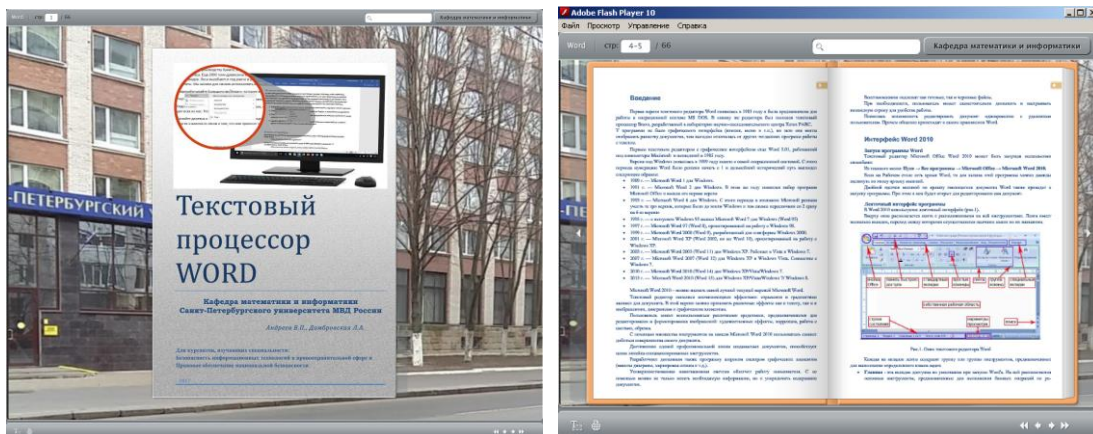


Рис. 6. Модуль «Word»

Следует подчеркнуть многогранность рассматриваемой в рамках статьи проблемной ситуации. Так проблемы повышения эффективности программного обеспечения ОО ВО затрагивают [1–3]:

- оптимизацию вычислительных систем;
- создание электронных информационных ресурсов (презентационных, учебных, методических, научных);
- обеспечение проведения учебных занятий и научных исследований.

В этой связи необходимо упомянуть ряд публикаций [4–9], в которых рассмотрены вопросы оптимизации организации образовательной деятельности в ОО ВО, а также предлагаются эффективные алгоритмы, на основе которых с использованием свободного программного обеспечения должны разрабатываться компьютерные программы, реализующие оптимизацию этих процессов.

В заключение отметим, что, конечно же, свободное программное обеспечение не лишено некоторых недостатков. Но вряд ли существует единое конкретное решение всех возникающих проблем при выборе программного обеспечения учебного процесса в ОО ВО. Поэтому, какой выбор сделать – выбрать свободное программное обеспечение или покупку коммерческого – дело сугубо каждой ОО ВО. Руководствоваться при этом нужно одним критерием – стоящие перед ОО ВО задачи должны быть решены максимально эффективно.

### Литература

1. Андреев В.П., Черных А.К., Горлова О.С. Вопросы применения информационных технологий на кафедрах образовательных организаций высшего образования // Экономические стратегии ЕАЭС: проблемы и инновации: сб. материалов Всерос. науч.-практ. конф. М.: РУДН, 2018. С. 7–18.
2. Андреев В.П., Горшкова Е.Е., Грешных А.А. Применение информационных технологий при организации образовательного процесса // Науч.-аналит. журн. «Вестник С.-Петербур. ун-та ГПС МЧС России». 2017. № 2. С. 139–142.
3. Андреев В.П. Применение информационных технологий в образовательном процессе на кафедрах вуза // Математические методы и информационно-технические средства: материалы XIII Всерос. науч.-практ. конф. Краснодар: Краснодарский ун-т МВД России, 2017.
4. Vilkov V.B., Shcherbakova O.I., Chernykh A.K., Andreev V.P., Khudyakova T.L., Kazakova S.N. The choice of an optimal methodology for the retraining organization of psychologists based on the use of mathematical methods // *Espacios*. 2018. Т. 39. № 20. С. 16.
5. Яковлева Н.А., Вилков В.Б., Черных А.К. Вопросы повышения квалификации специалистов психологической службы МВД // Вестник С.-Петербур. ун-та МВД России. 2018. № 4 (80). С. 230–235.
6. Применение методов оптимизации при выработке решений в обучении курсантов в образовательных организациях силовых структур / В.Б. Вилков [и др.] // Вестник С.-Петербур. ун-та МВД России. 2017. № 2 (74). С. 165–172.
7. Горшкова Е.Е., Фетисов А.В., Черных А.К. Интегративный метод управления качеством образовательного процесса при подготовке специалистов в высших учебных заведениях внутренних войск МВД России // Психолого-педагогические проблемы безопасности человека и общества. 2015. № 2 (27). С. 27–31.
8. Горшкова Е.Е., Грешных А.А., Ефимова А.Б. Вопросы создания эффективного образовательного процесса для курсантов силовых структур // Науч.-аналит. журн. «Вестник С.-Петербур. ун-та ГПС МЧС России». 2017. № 4. С. 119–124.
9. Горшкова Е.Е., Грешных А.А., Ставицкий Д.В. Построение системы образовательной деятельности в учреждениях высшего образования силовых структур на основе компетентностных принципов // Науч.-аналит. журн. «Вестник С.-Петербур. ун-та ГПС МЧС России». 2018. № 1. С. 49–54.

## References

1. Andreev V.P., Chernyh A.K., Gorlova O.S. Voprosy primeneniya informacionnyh tekhnologij na kafedrah obrazovatel'nyh organizacij vysshego obrazovaniya // Ekonomicheskie strategii EAES: problemy i innovacii: sb. materialov Vseros. nauch.-prakt. konf. M.: RUDN, 2018. S. 7–18.
2. Andreev V.P., Gorshkova E.E., Greshnyh A.A. Primenenie informacionnyh tekhnologij pri organizacii obrazovatel'nogo processa // Nauch.-analit. zhurn. «Vestnik S.-Peterb. un-ta GPS MCHS Rossii». 2017. № 2. S. 139–142.
3. Andreev V.P. Primenenie informacionnyh tekhnologij v obrazovatel'nom processe na kafedrah vuza // Matematicheskie metody i informacionno-tehnicheskie sredstva: materialy XIII Vseros. nauch.-prakt. konf. Krasnodar: Krasnodarskij un-t MVD Rossii, 2017.
4. Vilkov V.B., Shcherbakova O.I., Chernykh A.K., Andreev V.P., Khudyakova T.L., Kazakova S.N. The choice of an optimal methodology for the retraining organization of psychologists based on the use of mathematical methods // Espacios. 2018. T. 39. № 20. S. 16.
5. Yakovleva N.A., Vilkov V.B., Chernyh A.K. Voprosy povysheniya kvalifikacii specialistov psihologicheskoy sluzhby MVD // Vestnik S.-Peterb. un-ta MVD Rossii. 2018. № 4 (80). S. 230–235.
6. Primenenie metodov optimizacii pri vyrabotke reshenij v obuchenii kursantov v obrazovatel'nyh organizacijah silovyh struktur / V.B. Vilkov [i dr.] // Vestnik S.-Peterb. un-ta MVD Rossii. 2017. № 2 (74). S. 165–172.
7. Gorshkova E.E., Fetisov A.V., Chernyh A.K. Integrativnyj metod upravleniya kachestvom obrazovatel'nogo processa pri podgotovke specialistov v vysshih uchebnyh zavedeniyah vnutrennih vojsk MVD Rossii // Psihologo-pedagogicheskie problemy bezopasnosti cheloveka i obshchestva. 2015. № 2 (27). S. 27–31.
8. Gorshkova E.E., Greshnyh A.A., Efimova A.B. Voprosy sozdaniya effektivnogo obrazovatel'nogo processa dlya kursantov silovyh struktur // Nauch.-analit. zhurn. «Vestnik S.-Peterb. un-ta GPS MCHS Rossii». 2017. № 4. S. 119–124.
9. Gorshkova E.E., Greshnyh A.A., Stavickij D.V. Postroenie sistemy obrazovatel'noj deyatel'nosti v uchrezhdeniyah vysshego obrazovaniya silovyh struktur na osnove kompetentnostnyh principov // Nauch.-analit. zhurn. «Vestnik S.-Peterb. un-ta GPS MCHS Rossii». 2018. № 1. S. 49–54.

# **ФОРМИРОВАНИЕ ГОТОВНОСТИ НАЧИНАЮЩИХ ПЕДАГОГОВ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ К ПЕДАГОГИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА ОСНОВЕ ТРЕБОВАНИЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО СТАНДАРТА**

**Р.Е. Булат, доктор педагогических наук, доцент;**

**Е.Е. Строчкая.**

**Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России.**

**Х.С. Байчорова.**

**Военная академия материально-технического обеспечения**

Действующие квалификационные требования к должности преподавателя (старшего преподавателя) в профессиональном стандарте не в полной мере соответствуют необходимым преподавателю (старшему преподавателю) знаниям и умениям для выполнения трудовых функций, перечисленным в том же профессиональном стандарте. Поэтому в рамках решения задачи формирования готовности начинающих педагогов образовательных организаций высшего образования к педагогической деятельности на основе требований профессионального стандарта авторами разработана программа профессиональной переподготовки (дополнительного профессионального образования) лиц, впервые назначенных на должности педагогических работников образовательных организаций МЧС России.

*Ключевые слова:* программа профессиональной переподготовки, профессиональные знания и навыки, результат освоения образовательной программы, профессиональный стандарт

## **FORMATION OF READINESS OF NOVICE TEACHERS OF HIGHER EDUCATION FOR PEDAGOGICAL ACTIVITY BASED ON THE REQUIREMENTS OF A PROFESSIONAL STANDARD**

**R.E. Bulat; E.E. Strotskaya.**

**Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia.**

**H.S. Baichorova. Military Academy of Logistics**

The current qualification requirements for the position of a teacher (senior teacher) in the professional standard do not fully correspond to the knowledge and skills necessary for the teacher (senior teacher) to perform labor functions listed in the same professional standard. Therefore, in order to solve the problem of forming the readiness of novice teachers of higher education institutions for teaching activities based on the requirements of the professional standard, the authors developed a program of professional retraining (additional professional education) of persons first appointed to the positions of pedagogical workers of educational organizations of the Ministry of emergency situations of Russia.

*Keywords:* professional training program, professional knowledge and skills, result of the development of educational programs, professional standard

В конце 2012 г. Трудовой кодекс Российской Федерации (ТК РФ) был дополнен статьей 195.1, в которой впервые были зафиксированы понятия «квалификация работника» и «профессиональный стандарт» [1]. Нововведения были направлены на обеспечение

взаимосвязи между профессиональной подготовкой и требованиями экономики [2]. Поэтому профессиональному стандарту предстояло стать нормативным документом, определяющим «квалификацию работника», которая необходима ему для осуществления того или иного вида профессиональной деятельности (в том числе и определённой трудовой функции).

Так, например, профессиональный стандарт «Педагог профессионального обучения, профессионального образования и дополнительного профессионального образования» [3] определил требования к образованию преподавателя (старшего преподавателя). Среди других требований необходимо выделить: «... высшее образование – специалитет или магистратура, направленность (профиль) которого, как правило, соответствует преподаваемому учебному курсу, дисциплине (модулю); дополнительное профессиональное образование на базе высшего образования (специалитета или магистратуры) – профессиональная переподготовка, направленность (профиль) которой соответствует преподаваемому учебному курсу, дисциплине (модулю) ...».

Более того, в требованиях к опыту практической работы при назначении на должность преподавателя профессиональный стандарт указывает: «при несоответствии направленности (профиля) образования преподаваемому учебному курсу, дисциплине (модулю) – опыт работы в области профессиональной деятельности, осваиваемой обучающимися или соответствующей преподаваемому учебному курсу, дисциплине (модулю)».

Таким образом, при назначении на должность преподавателя (старшего преподавателя) в руководящих документах делается акцент на соответствие профильного базового образования преподаваемому курсу. При этом к профессиональной готовности специалиста к педагогической деятельности, включающей способности к всесторонней подготовке и непосредственному проведению учебных занятий, никаких требований не предъявляется.

В результате переосмысления вышеперечисленных требований можно предположить, что их неукоснительное выполнение в кадровой практике образовательной организации высшего образования:

– позволяет специалисту с высшим образованием в области искусств стать преподавателем тепловодогазоснабжения после годового опыта работы слесарем-сантехником в общеобразовательной школе (при этом профессиональную переподготовку по тепловодогазоснабжению возможно пройти уже после назначения на должность и допуска к учебным занятиям);

– не позволяет стать преподавателем тепловодогазоснабжения опытному специалисту-практику с профильным образованием (например, проектировщику или руководителю организации по монтажу систем тепловодогазоснабжения) пока он не проработает один год лаборантом на кафедре (хотя наличие именно таких специалистов является требованием по аккредитации основных профессиональных образовательных программ по актуализированным федеральным государственным общеобразовательным стандартам третьего поколения).

Кроме того, согласно требованиям профессионального стандарта, обладающий дипломом об окончании аспирантуры «кадр высшей квалификации» не может быть назначен на должность старшего преподавателя без защиты диссертации или трёх лет научно-педагогического стажа. Другими словами, выпускник аспирантуры с базовым профильным образованием и трёхлетней целевой подготовкой, в том числе в области педагогической деятельности, по сути приравнен к кандидату с непрофильным образованием без какой-либо профессиональной подготовки в педагогической деятельности.

Вместе с тем дальнейший анализ профессионального стандарта «Педагог профессионального обучения, профессионального образования и дополнительного профессионального образования» в части, необходимой для выполнения трудовых функций знаний и умений у преподавателя (старшего преподавателя), показал обязательное наличие у него педагогической подготовки, а главное – её значительное преобладание над профильной составляющей. Поэтому авторы считают, что современные требования

профессионального стандарта к должности преподавателя (старшего преподавателя) не в полной мере соответствуют его же требованиям в области наличия педагогических знаний и умений для выполнения преподавателем трудовых функций.

Разрешение этого противоречия отражено в ст. 42 Приложения к приказу МЧС России от 5 декабря 2018 г. № 570 (приказ № 570) [4]. Согласно требованиям данной статьи, с целью организации и проведения занятий с начинающими преподавателями, не имеющими специального педагогического образования, в образовательной организации высшего образования создается Школа начинающих преподавателей. Деятельность школы направлена на обучение преподавателей и других лиц, участвующих в образовательном процессе, педагогический стаж которых не превышает трёх лет. Для успешного достижения целей Школы начинающих преподавателей и в соответствии со ст. 79 Приложения к приказу № 570 [4] в Санкт-Петербургском университете ГПС МЧС России разработана программа профессиональной переподготовки (дополнительного профессионального образования) лиц, впервые назначенных на должности педагогических работников образовательных организаций МЧС России.

Целью дополнительной профессиональной программы (ДПП) является удовлетворение образовательных и профессиональных потребностей, профессиональное развитие человека, обеспечение соответствия его квалификации изменившимся условиям профессиональной деятельности и социальной среды после назначения на должность педагогического работника образовательной организации высшего образования.

Направленность программы профессиональной переподготовки предопределила её задачи:

- получение слушателями компетенций, необходимых для выполнения нового вида профессиональной деятельности – педагогической деятельности в профессиональном обучении, профессиональном образовании, дополнительном профессиональном образовании [3];

- приобретение слушателями новой квалификации – преподавание по программам бакалавриата и ДПП, ориентированным на седьмой уровень квалификации (включает преподавание и по другим программам в случае, если соответствующие учебные дисциплины ориентированы на подготовку не выше шестого уровня квалификации или осуществляется подготовка, не связанная непосредственно с освоением квалификации);

- формирование готовности не имеющих педагогического образования преподавателей к образовательной, методической и научной деятельности в соответствии с квалификационными характеристиками к должностям преподавателя (старшего преподавателя) [5].

В рамках разработки программы авторами были проанализированы трудовые функции преподавателя (ставшего преподавателя) в соотношении с уровнями квалификации (табл. 1).

В соответствии с требованиями руководящих документов [4, 6–8], результаты освоения разработанной программы профессиональной переподготовки «Преподаватель высшей школы» направлены на приобретение слушателями новой квалификации педагогических работников образовательных организаций МЧС России, требующей изменения направленности (профиля) или специализации в рамках направления подготовки (специальности) профессионального образования, полученного ранее. Поэтому для авторов было важно провести сравнительный анализ понятия «квалификация» в образовании и трудовом праве.

В образовании термин «квалификация» (от лат. *quālis* – свойства, качества) – это уровень подготовки выпускников образовательных организаций. Окончив образовательную организацию высшего образования, выпускник получает документ, свидетельствующий о его квалификации: бакалавр, специалист или магистр.

**Таблица 1. Описание трудовых функций преподавателя (старшего преподавателя), входящих в профессиональный стандарт «Педагог профессионального обучения, профессионального образования и дополнительного профессионального образования» (функциональная карта вида профессиональной деятельности)**

Группа занятий	Обобщенные трудовые функции			Трудовые функции		
	код	наименование	уровень квалификации	наименование	код	уровень (подуровень) квалификации
Профессорско-преподавательский персонал университетов и других организаций высшего образования	Н	Преподавание по программам бакалавриата и ДПП, ориентированным на соответствующий уровень квалификации	7	Преподавание учебных курсов, дисциплин (модулей) или проведение отдельных видов учебных занятий по программам бакалавриата и (или) ДПП	Н/01.6	6.2
				Организация научно-исследовательской, проектной, учебно-профессиональной и иной деятельности обучающихся по программам бакалавриата и (или) ДПП под руководством специалиста более высокой квалификации	Н/02.6	6.2
				Профессиональная поддержка ассистентов и преподавателей, контроль качества проводимых ими учебных занятий	Н/03.7	7.1
				Разработка под руководством специалиста более высокой квалификации учебно-методического обеспечения реализации учебных курсов, дисциплин (модулей) или отдельных видов учебных занятий программ бакалавриата и (или) ДПП	Н/04.7	7.1

В трудовых отношениях термин «квалификация» – это степень соответствия определённому уровню профессиональных требований. Как правило, каждая должность имеет свой набор квалификационных требований. Поэтому в трудовом праве квалификация работника указывает на степень его готовности к исполнению служебных обязанностей.

Для описания трудовых функций, требований к образованию и обучению работников при разработке профессиональных стандартов применяются девять квалификационных уровней. Нормативным документом, в котором указаны требования к уровням квалификации, является приказ Минтруда России от 12 апреля 2013 г. № 148н «Об утверждении уровней квалификации в целях разработки проектов профессиональных стандартов» [9].

Для определения уровня отдельного работника необходимо проанализировать его трудовую функцию, определённую трудовым договором или должностной инструкцией на её соответствие трудовым действиям, предусмотренным в профессиональном стандарте. После сопоставления трудовых функций следует определить обобщенные трудовые функции данного работника, так как по ним в профессиональном стандарте указан соответствующий квалификационный уровень.

Важно подчеркнуть, что в разработанной авторами программе результаты обучения были определены на основе квалификационных характеристик к профессиональным знаниям



и навыкам, необходимым для исполнения должностных обязанностей преподавателя (старшего преподавателя) [5] и профессионального стандарта «Педагог профессионального обучения, профессионального образования и дополнительного профессионального образования» [3] (табл. 2).

**Таблица 2. Формируемые компетенции преподавателя (старшего преподавателя), на основе профессионального стандарта «Педагог профессионального обучения, профессионального образования и дополнительного профессионального образования»**

Вид деятельности	Формируемые компетенции
Педагогическая деятельность в профессиональном обучении, профессиональном образовании, дополнительном профессиональном образовании	ПК-1: способность к преподаванию учебных курсов, дисциплин (модулей) или проведению отдельных видов учебных занятий по программам бакалавриата и (или) дополнительного профессионального образования
	ПК-2: способность к организации научно-исследовательской, проектной, учебно-профессиональной и иной деятельности обучающихся по программам бакалавриата и (или) дополнительного профессионального образования под руководством специалиста более высокой квалификации
	ПК-3*: способность к профессиональной поддержке преподавателей, контролю качества проводимых ими учебных занятий
	ПК-4: способность к разработке под руководством специалиста более высокой квалификации учебно-методического обеспечения реализации учебных курсов, дисциплин (модулей) или отдельных видов учебных занятий программ бакалавриата и (или) дополнительного профессионального образования

\* компетенция ПК-3 формируется в соответствии с трудовой функцией Н/03.7 «Профессиональная поддержка ассистентов и преподавателей, контроль качества проводимых ими учебных занятий» старшего преподавателя

Таким образом, в результате освоения разработанной авторами программы профессиональной переподготовки «Преподаватель высшей школы», слушателю необходимо обладать следующими компетенциями:

ПК-1: способностью к преподаванию учебных курсов, дисциплин (модулей) или проведению отдельных видов учебных занятий по программам бакалавриата и (или) дополнительного профессионального образования (подуровень квалификации 6.2);

ПК-2: способностью к организации научно-исследовательской, проектной, учебно-профессиональной и иной деятельности обучающихся по программам бакалавриата и (или) дополнительного профессионального образования под руководством специалиста более высокой квалификации (подуровень квалификации 6.2);

ПК-3: способностью к профессиональной поддержке преподавателей, контролю качества проводимых ими учебных занятий (подуровень квалификации 7.1);

ПК-4: способностью к разработке под руководством специалиста более высокой квалификации учебно-методического обеспечения реализации учебных курсов, дисциплин (модулей) или отдельных видов учебных занятий программ бакалавриата и (или) дополнительного профессионального образования (подуровень квалификации 7.1).

Освоение дополнительной профессиональной образовательной программы «Преподаватель высшей школы» завершается итоговой аттестацией обучающихся в форме междисциплинарного экзамена и выпускной аттестационной работы. При этом бесспорно, что оценка качества освоения ДПП проводится в отношении соответствия результатов освоения ДПП заявленным целям и планируемым результатам обучения.

Поэтому авторы считали принципиально важным, что основным результатом освоения образовательной программы, разработанной с учетом профессиональных стандартов, является профессиональная квалификация. Однако её оценка имеет особенности в сравнении с оценкой умений и знаний. В связи с этим вопросы оценки

профессиональной квалификации в разработанной авторами программе отличны от оценки результатов освоения её отдельных дисциплин.

В соответствии с методическими рекомендациями по разработке основных профессиональных образовательных программ и ДПП с учётом соответствующих профессиональных стандартов, утверждённых министром образования и науки Российской Федерации 22 января 2015 г. (№ ДЛ-1/05вн), особенности оценки квалификации состоят в том, что:

– квалификацию необходимо оценивать в целом, при выполнении деятельности в реальных условиях или максимально приближенных к ним, то есть оценка квалификации имеет интегративный (целостный) характер: сумма результатов оценивания знаний и умений не дает возможности судить о готовности их применять и не может привести к выводу о наличии квалификации;

– оценка квалификации, как правило, осуществляется в несколько этапов, так как любая профессиональная деятельность представляет собой сложный процесс, и оценить квалификацию одномоментно и за короткий период времени чаще всего невозможно;

– объективность оценки квалификации может быть достигнута за счет её проведения независимыми экспертами на основании чётко сформулированных (диагностичных) показателей и критериев, значимых для качества выполнения профессиональной деятельности, а также стандартизации условий и процедуры оценки [8].

При этом известно, что оценка квалификации по итогам освоения профессиональных образовательных программ может проводиться:

– единовременно или по накопительной схеме, в несколько этапов, следующих друг за другом с различными временными промежутками;

– в рамках промежуточной и (или) итоговой аттестации.

Кроме того, Федеральный закон от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» [10] позволяет образовательной организации высшего образования самостоятельно определять форму итоговой аттестации обучающихся по ДПП. Следовательно, законодательство не предусматривает ограничений на разработку содержания и организации квалификационных экзаменов по итогам ДПП.

Вместе с тем установлено, что дополнительными конкретными объектами оценки могут выступать документированные подтверждения результатов выполнения педагогической деятельности (портфолио документов). Портфолио документов не является единственной формой доказательства освоения квалификации. Поэтому портфолио не используется авторами для оценки освоения всех компетенций, а дополняет выполнение заданий на междисциплинарном экзамене.

В портфолио входят: учебно-методические разработки слушателя, результаты обсуждения пробных и открытых занятий профильной кафедрой слушателя программы, результаты контроля занятий и взаимопосещений, результаты контроля остаточных знаний у обучающихся, научная статья в области совершенствования качества профессиональной подготовки в преподаваемой области, результаты участия в научно-практических конференциях по педагогике высшего образования, а также другие составляющие.

Междисциплинарный экзамен при таком подходе, учитывающем профессиональный стандарт «Педагог профессионального обучения, профессионального образования и дополнительного профессионального образования», на взгляд авторов, может состоять из доклада слушателя, содержащего решение задачи совершенствования качества профессиональной подготовки по преподаваемому учебному курсу, дисциплине (модулю).

Таким образом, в рамках решения задачи формирования готовности начинающих педагогов образовательных организаций высшего образования к педагогической деятельности на основе требований профессионального стандарта, авторы пришли к следующим выводам:

– новые понятия, принятые в декабре 2012 г. [11], подразумевали, что профессиональные стандарты станут основой национальной системы квалификаций и были

направлены на обеспечение взаимосвязи между профессиональной подготовкой и требованиями экономики;

– современные требования к должности преподавателя (старшего преподавателя) в профессиональном стандарте «Педагог профессионального обучения, профессионального образования и дополнительного профессионального образования» не в полной мере соответствуют педагогическим знаниям и умениям, необходимым преподавателям для выполнения трудовых функций;

– разрешение данного несоответствия целесообразно с помощью разработки программы профессиональной переподготовки (дополнительного профессионального образования) лиц, впервые назначенных на должности педагогических работников образовательных организаций МЧС России;

– получение слушателями компетенций в рамках программы должно соответствовать новому виду профессиональной деятельности – педагогической деятельности в профессиональном обучении, профессиональном образовании, дополнительном профессиональном образовании;

– программа направлена на приобретение слушателями новой квалификации – преподавание по программам высшего образования и по ДПП, ориентированным на седьмой уровень квалификации;

– в разработанной авторами программы результаты обучения были определены на основе квалификационных характеристик к профессиональным знаниям и навыкам, необходимым для исполнения должностных обязанностей преподавателя (старшего преподавателя);

– оценка качества освоения ДПП проводится в отношении соответствия результатов освоения ДПП заявленным целям и планируемыми результатами обучения;

– основным результатом освоения образовательной программы, разработанной с учётом профессиональных стандартов, является профессиональная квалификация, оценка которой отлична от оценки результатов освоения её отдельных дисциплин;

– дополнительными конкретными объектами оценки могут выступать документированные подтверждения результатов выполнения педагогической деятельности.

## **Литература**

1. Трудовой кодекс Рос. Федерации: Федер. закон Рос. Федерации от 30 дек. 2001 г. № 197-ФЗ (в ред. от 2 дек. 2019 г.). URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_34683/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34683/) (дата обращения: 03.12.2019).

2. Булат Р.Е., Чепуренко Г.П. Профессиональный стандарт как нормативная база при аттестации персонала // Ленинградский юридический журнал. 2013. № 4 (34). С. 277–282.

3. Об утверждении профессионального стандарта «Педагог профессионального обучения, профессионального образования и дополнительного профессионального образования»: приказ Минтруда России от 8 сент. 2015 г. № 608н. URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_112416/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_112416/) (дата обращения: 03.12.2019).

4. Об утверждении Особенности организации и осуществления образовательной, методической и научной (научно-исследовательской) деятельности в области подготовки кадров в интересах обороны и безопасности государства, а также деятельности образовательных организаций высшего образования МЧС России: приказ МЧС России от 5 дек. 2018 г. № 570. URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_315160/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_315160/) (дата обращения: 08.12.2019).

5. Об утверждении Единого квалификационного справочника должностей руководителей, специалистов и служащих, раздел «Квалификационные характеристики должностей руководителей и специалистов высшего профессионального и дополнительного профессионального образования»: приказ Минздравсоцразвития Рос. Федерации от 11 янв. 2011 г. № 1н. URL: <http://base.garant.ru/55170898/> (дата обращения: 08.12.2019).

6. О Правилах разработки и утверждения профессиональных стандартов (с изм. и доп.): постановление Правительства Рос. Федерации от 22 янв. 2013 г. № 23. URL: <http://base.garant.ru/70304190/> (дата обращения: 03.12.2019).

7. О внесении изменений в Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным профессиональным программам, утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 1 июля 2013 г. № 499: приказ Министерства образования и науки Рос. Федерации от 15 нояб. 2013 г. № 1244. URL: <http://base.garant.ru/70568294/> (дата обращения: 08.12.2019).

8. Методические рекомендации по разработке основных профессиональных образовательных программ и дополнительных профессиональных программ с учётом соответствующих профессиональных стандартов (утв. Минобрнауки Рос. Федерации 22 янв. 2015 г. № ДЛ-1/05вн). URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_248740/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_248740/) (дата обращения: 08.12.2019).

9. Об утверждении уровней квалификации в целях разработки проектов профессиональных стандартов: приказ Минтруда России от 12 апр. 2013 г. № 148н. URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_146970](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_146970) (дата обращения: 03.12.2019).

10. Об образовании в Российской Федерации: Федер. закон Рос. Федерации от 29 дек. 2012 г. № 273-ФЗ (последняя редакция). URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_140174/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_140174/) (дата обращения: 08.12.2019).

11. О внесении изменений в Трудовой кодекс Российской Федерации и статьи 11 и 73 Федерального закона «Об образовании в Российской Федерации»: Федер. закон Рос. Федерации от 2 мая 2015 г. № 122-ФЗ. URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_178864/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_178864/) (дата обращения: 03.12.2019).

## References

1. Trudovoj kodeks Ros. Federacii: Feder. zakon Ros. Federacii ot 30 dek. 2001 g. № 197-FZ (v red. ot 2 dek. 2019 g.). URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_34683/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34683/) (data obrashcheniya: 03.12.2019).

2. Bulat R.E., Chepureno G.P. Professional'nyj standart kak normativnaya baza pri attestacii personala // Leningradskij juridicheskij zhurnal. 2013. № 4 (34). S. 277–282.

3. Ob utverzhdenii professional'nogo standarta «Pedagog professional'nogo obucheniya, professional'nogo obrazovaniya i dopolnitel'nogo professional'nogo obrazovaniya»: prikaz Mintruda Rossii ot 8 sent. 2015 g. № 608n. URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_112416/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_112416/) (data obrashcheniya: 03.12.2019).

4. Ob utverzhdenii Osobennostej organizacii i osushchestvleniya obrazovatel'noj, metodicheskoy i nauchnoj (nauchno-issledovatel'skoj) deyatelnosti v oblasti podgotovki kadrov v interesah oborony i bezopasnosti gosudarstva, a takzhe deyatelnosti obrazovatel'nyh organizacij vysshego obrazovaniya MCHS Rossii: prikaz MCHS Rossii ot 5 dek. 2018 g. № 570. URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_315160/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_315160/) (data obrashcheniya: 08.12.2019).

5. Ob utverzhdenii Edinogo kvalifikacionnogo spravochnika dolzhnostej rukovoditelej, specialistov i sluzhashchih, razdel «Kvalifikacionnye harakteristiki dolzhnostej rukovoditelej i specialistov vysshego professional'nogo i dopolnitel'nogo professional'nogo obrazovaniya»: prikaz Minzdravsocrazvitiya Ros. Federacii ot 11 yanv. 2011 g. № 1n. URL: <http://base.garant.ru/55170898/> (data obrashcheniya: 08.12.2019).

6. O Privilah razrabotki i utverzhdeniya professional'nyh standartov (s izm. i dop.): post. Pravitel'stva Ros. Federacii ot 22 yanv. 2013 g. № 23. URL: <http://base.garant.ru/70304190/> (data obrashcheniya: 03.12.2019).

7. O vnesenii izmenenij v Poryadok organizacii i osushchestvleniya obrazovatel'noj deyatelnosti po dopolnitel'nym professional'nym programmam, utverzhdenyj prikazom Ministerstva obrazovaniya i nauki Rossijskoj Federacii ot 1 iyulya 2013 g. № 499: prikaz Ministerstva obrazovaniya i nauki Ros. Federacii ot 15 noyab. 2013 g. № 1244. URL: <http://base.garant.ru/70568294/> (data obrashcheniya: 08.12.2019).

8. Metodicheskie rekomendacii po razrabotke osnovnyh professional'nyh obrazovatel'nyh programm i dopolnitel'nyh professional'nyh programm s uchyotom sootvetstvuyushchih professional'nyh standartov (Minobrnauki Ros. Federacii 22 yanv. 2015 g. № DL-1/05vn). URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_248740/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_248740/) (data obrashcheniya: 08.12.2019).

9. Ob utverzhdenii urovnej kvalifikacii v celyah razrabotki proektov professional'nyh standartov: prikaz Mintruda Rossii ot 12 apr. 2013 g. № 148n. URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_146970](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_146970) (data obrashcheniya: 03.12.2019).

10. Ob obrazovanii v Rossijskoj Federacii: Feder. zakon Ros. Federacii ot 29 dek. 2012 g. № 273-FZ (poslednyaya redakciya). URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_140174/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_140174/) (data obrashcheniya: 08.12.2019).

11. O vnesenii izmenenij v Trudovoj kodeks Rossijskoj Federacii i stat'i 11 i 73 Federal'nogo zakona «Ob obrazovanii v Rossijskoj Federacii»: Feder. zakon Ros. Federacii ot 2 maya 2015 g. № 122-FZ. URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_178864/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_178864/) (data obrashcheniya: 03.12.2019).

# ПСИХОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ МОДЕЛИ ОБЩЕТЕХНИЧЕСКОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В ВУЗЕ МЧС РОССИИ

**Л.В. Медведева, доктор педагогических наук, профессор, заслуженный работник высшей школы Российской Федерации. Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России**

Изложены психологические аспекты эффективности образовательной модели общетехнической дисциплины, раскрыты противоречия образовательной практики общетехнических дисциплин в технических вузах и доказана возможность использования нового, интегративного вида учебного занятия для успешного решения образовательных задач общетехнических дисциплин в процессе профессиональной подготовки инженера.

*Ключевые слова:* инженер, общетехническая дисциплина, интегративный учебный предмет, образовательная модель, лабораторно-практическое занятие

## PSYCHOLOGICAL BASEMENTS OF GENERAL TECHNICAL DISCIPLINES EDUCATIONAL MODEL IN A TECHNICAL HIGHER EDUCATIONAL ESTABLISHMENT

L.V. Medvedeva. Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia

We have outlined aspects of the general technical discipline educational model didactic efficiency, revealed contradictions in general technical disciplines educational practice in a technical higher educational establishment and proved the possibility of new integrative type of learning session using for general technical disciplines educational tasks successful solving at the process of engineer training.

*Keywords:* engineer, general technical discipline, integrative student course, educational model, laboratory and practical session

В учебных предметах общетехнических дисциплин технического вуза на фундаментальной основе естественнонаучного знания раскрываются и интегрируются научные знания [1]:

1) способов проектирования и разработки различных технических систем по отраслям производства;

2) связи, отношения и взаимодействия науки, техники и технологий;

3) направлений преобразующей деятельности человека в техносфере;

4) структуры инженерного знания, включающего в себя фундаментальное ядро;

4) прикладных направлений развития фундаментальных естественнонаучных знаний;

5) современных направлений интеграции фундаментальной науки, техники, технологий по отраслям производства техносферы;

6) методологии прикладных областей научного знания.

Таким образом, в контексте целостности реального мира интегративность учебных предметов общетехнических дисциплин является закономерным отражением реального гармонического единства фундаментальной науки, технологии и техники в материально-преобразующей деятельности субъекта профессионально-технической деятельности.

Следовательно, обеспечение реальной интеграции в единстве содержательного и деятельностного аспектов фундаментальных, технических, технологических и прикладных компонентов становится императивом разработки не только учебного предмета общетехнической дисциплины, но и ее дидактического отношения.

С целью приближения учебных моделей к реальным объектам техносферы в проблемном поле общетехнических дисциплин должна осуществляться дидактически адаптированная интеграция фундаментального, технического и технологического знания. Вместе с тем для приближения к действительности образовательной модели общетехнической дисциплины необходимо не только использовать в качестве подсистем определенные разделы науки, виды технологий, технологического и технического оборудования, но и обеспечивать развитие профессиональных и профессионально-специальных компетенций будущих инженеров в контексте традиций отечественного инженерного образования.

Для удовлетворения потребностей общества человек, включенный в процесс преобразования вещества природы, использует природные ресурсы, культурные и социальные достижения для практической реализации творческих замыслов в процессе создания технических объектов различного функционального назначения и разработки новых технологий.

Таким образом, понятие «техника» не имеет однозначного определения и может рассматриваться в качестве [1, 2]:

- результата культуросообразной деятельности человека;
- средства деятельности человека по преобразованию вещества природы;
- объекта и предмета познавательной деятельности человека;
- объекта культурного наследия человечества;
- практически реализованной научной идеи в сфере материального производства;
- предмета исследования, в результате которого становится возможным производство новых технических объектов и осуществляется развитие технической сферы, обеспечивающей процессы жизнедеятельности человека и общества.

С позиций вышеизложенного следует вывод о том, что качество интеграции естественнонаучного и технологического образования в образовательной модели общетехнической дисциплины в значительной степени зависит от способов адекватного отражения многозначной сущности научного понятия «техника» в процессе подготовки профессионально грамотных субъектов инженерной деятельности, которые используют технические средства для продуктивного и природосообразного преобразования вещества природы в процессе профессиональной деятельности и в инновационных поисках.

Следовательно, педагогические условия освоения социального опыта, дидактические механизмы взаимодействия фундаментального и специального образования в процессе обучения, методы персонифицированного формирования общекультурных, профессиональных и профессионально-специализированных компетенций становятся аргументами дидактической эффективности образовательной модели любой общетехнической дисциплины технического вуза [2–4].

Для решения актуальной проблемы повышения качества обучения общетехническим дисциплинам необходимо искать способы преодоления следующих негативных тенденций образовательной практики современного общетехнического образования в вузе (в том числе и в вузе МЧС России):

- доминирование предметно-знаниевого подхода в педагогической практике;
- абсолютизации компьютерного обучения, что обуславливает замену натуральных экспериментов виртуальными экспериментами и, как следствие, разрушение натуральных лабораторий;
- «ползучее» сокращение часов на изучение общетехнических дисциплин;
- сокращение часов на самостоятельную работу обучающихся в военных и военизированных вузах.

Указанные негативные тенденции приводят к нарушению традиций подготовки инженерных кадров, основанных на освоении экспериментальных методов исследования, что существенно препятствует углублению общетехнических знаний, а также усилению

проблемности и комплексности обучения будущих инженерно-технических кадров – одного из основных требований дидактики высшей инженерно-технической школы.

Вместе с тем подготовка современных инженерных кадров, способных не только грамотно выполнять свои профессиональные задачи, но и осуществлять инновационные преобразования привычных образцов деятельности, требует создания дидактических условий для непрерывного развития [5, 6]:

- 1) памяти (мнемонических функций), внимания, мышления обучающихся;
- 2) потребностей в познавательной деятельности, в творчестве и информационных потребностей (воспитание информационной культуры);
- 3) мотивации и потребности познания объектов;
- 4) способностей к рефлексивному овладению деятельностной структурой научно-технического знания;
- 6) наглядно-образного восприятия учебного материала;
- 7) симультанного мышления и модельного представления исследуемых процессов и объектов;
- 8) познавательного интереса к изучению учебного предмета общетехнической дисциплины;
- 9) способности к самостоятельному решению проблемных практических заданий.

Согласно требованиям основных принципов национальной доктрины инженерного образования чрезвычайную актуальность приобретает поиск способов и методов воспитания субъектной позиции будущего инженера, а также приобретение практического опыта индивидуальной, бригадной и групповой работы в процессе решения проблемных заданий, что индуцирует освоение опыта работы с научной и нормативно-справочной литературой в поиске решения научно-технической проблемы.

Для того чтобы обеспечить действительную активизацию интеллектуальных функций обучающихся, преподавателю необходимо систематически выполнять следующие обучающие действия [4, 5]:

- четко ставить промежуточные и конечные цели освоения учебной информации;
- направленно развивать у обучающихся способность генерализации учебной информации (умение выделять из научных текстов «главное» и «второстепенное»);
- разрабатывать мнемонические задания на знание понятийного аппарата, законов и закономерностей научной области знаний, дидактической проекцией которой является общетехническая дисциплина;
- систематически вводить разработанные мнемонические задания в дидактические схемы учебных занятий для обеспечения непрерывного «рабочего оборота» опорных знаний и «борьбы» с забыванием;
- начинать изложение учебного материала с обоснования его практической значимости и связи с предметом будущей профессиональной деятельности;
- предоставлять индивидуальное право на ошибку и стимулировать мотивацию процесса познания;
- раскрывать внутрисубъектные и межпредметные связи при изложении и переработке учебной информации;
- использовать задачи исследовательского типа с алгоритмами убывающей жесткости для вовлечения обучающихся в активную интеллектуальную деятельность.

Следует особенно отметить следующий раскрытый в исследованиях психологов феномен: мышление человека в условиях творческой деятельности приобретает признаки творческого мышления, развивается устойчивая личная потребность в творческой деятельности и формируется интегральный взгляд на достигнутые результаты деятельности.

Интегральный взгляд исследователя позволяет ему интегрировать дискретные преобразования учебной информации и отдельные признаки объекта исследования в целостном объекте, который приобретает свойства, отличные от свойств его отдельных компонентов.



Таким образом, одним из основных условий направленного развития целостного миропонимания будущего инженера становится достижение положительной динамики развития способов его умственных действий и активизация всех психических процессов, которые обеспечиваются именно в индивидуальном освоении опыта творческой деятельности.

Почему для современного инженера столь необходимо становление интегрального взгляда, результатом которого является целостное миропонимание?

В настоящее время все отчетливее звучит мнение о том, что для выживания человека в условиях глобальных экологических проблем необходима смена антропоцентрической парадигмы профессиональной деятельности, согласно которой человек является центром Вселенной, и любые способы и средства допускаются для получения практически полезного результата деятельности. Деятельность человека, темпы личного развития которого существенно отстают от темпов научно-технического прогресса, целенаправленная на удовлетворение собственных потребностей любыми средствами, привела человечество к реальной угрозе глобальной катастрофы. Перед реальной угрозой исчезновения человека как биологического вида антропоцентрическую парадигму деятельности человека должна сменить инвайроментальная парадигма, согласно которой человек – это органическая часть природы, которая развивается в коэволюции с развитием биосферы.

Интегральный взгляд человека позволяет ему «увидеть» объекты двумя полушариями мозга: в сложном детальном строении (скелете) – «левое» полушарие, а в симметрии – «правое» полушарие мозга. В «правом» полушарии накапливаются знания о мире (в том числе знания о будущей профессиональной деятельности в ее целостности), а в «левом» полушарии накопленные знания упорядочиваются и классифицируются. По мнению профессора В.А. Извозчикова, именно в процессе активного виртуального «диалога» между двумя «компьютерами мозга» человек в процессе продуктивной деятельности (в том числе и профессиональной) может видеть любой объект исследования одновременно в его сложном детальном «скелете» и симметрии, и это одновременное видение дает возможность личной оценки свойств объекта не только с позиций человека как субъекта профессиональной деятельности, но и с позиций целостного миропонимания человека как частицы природы.

Интегральный взгляд выводит человека на уровень рефлексивного овладения результатами собственной деятельности, любых творческих идей для достижений созидательных целей преобразования вещества природы.

В процессе собственной деятельности человека его активность направляется на изучение явлений реального мира и преобразование предметов культурного наследия человечества. Именно так человек осваивает содержание исторического опыта человечества. Согласно методологии деятельностного подхода процесс деятельности является одновременно процессом формирования человеческих способностей и интеллектуальных функций, а предметное действие является единицей деятельности [5].

«Наиболее эффективный путь формирования высших психических функций заключается в разработке и использовании соответствующих форм предметной деятельности, а не просто в усвоении знаний» [4, 5].

Таким образом, при овладении структурой и содержанием целостной профессиональной деятельности «усвоение» знаний действительно становится недостаточным, так как обучающийся не овладевает деятельностной структурой знания, а, следовательно, у него не развивается способность самостоятельного программирования развития деятельности (в том числе профессиональной). В методологии деятельностного подхода развитие указанной способности является закономерным результатом личного опыта овладения рефлексией, саморефлексией, конструктивной критикой привычных образцов деятельности, прогнозированием и проектированием деятельности [2, 5].

В современных условиях развития человеческого общества и темпах научно-технического прогресса задачи профессиональной деятельности становятся все более

сложными, многоаспектными проблемами, для решения которых субъект профессиональной деятельности вынуждается изменять привычные способы деятельности и мышления в объективных условиях единства человека, его сознания, условий деятельности и средств (от простого инструмента до сложного технического устройства).

С позиций вышеизложенного очевидно, что в процессе профессиональной подготовки только специально организованное и систематическое самостоятельное решение проблемных практических заданий приводит обучающегося (будущего субъекта профессиональной деятельности) к пониманию того, что в учебниках не содержатся ответы на все вопросы, которые могут возникнуть в процессе профессиональной деятельности, а для того, чтобы самостоятельно искать ответы на неизбежно возникающие вопросы, необходимо постоянно рефлексировать и сомневаться даже в «очевидном», подвергая это «очевидное» сомнению и проверке как логической, так и экспериментальной.

В условиях интенсивной компьютеризации пожарно-технического образования расширение образовательных возможностей общетехнической дисциплины может быть достигнуто при разработке и внедрении в процесс обучения виртуальных лабораторных работ [3, 7].

Интерактивные виртуальные лабораторные задания интегрируют статическую и динамическую визуальную информацию (текст, графику, цвет и анимацию) и являются, по существу, информационными технологиями.

Дидактическим условием активизации мыслительной деятельности и стимулирования деятельности учения обучающихся является гармоничное сочетание визуальной информации и средств интерактивности, что повышает качество наглядно-образного восприятия учебной информации [3, 5, 8].

В научных исследованиях современного андрагогического знания доказано, что сочетание визуальных интерпретаций с натуральными объектами, использование разнообразных средств наглядности в процессе обучения являются необходимыми дидактическими условиями развития всех психических процессов взрослых обучающихся, обеспечивающих, в свою очередь, развитие интеллектуальных способностей (конвергентные способности, дивергентные способности и обучаемость).

При таком подходе в разработке дидактического сопровождения формируются, отрабатываются и развиваются не только базовые приемы умственной деятельности, но и образное мышление, что является основой развития творческих начал личности.

В современных психолого-педагогических исследованиях доказано, что решение проблемных учебно-профессиональных задач в виртуальной среде на лабораторных занятиях способствует активизации учебно-познавательной деятельности обучающихся при следующих условиях:

1) диалог является ведущей формой взаимодействия обучающихся и преподавателей (интерактивное занятие);

2) методика проведения учебного занятия обеспечивает приоритет естественного интеллекта в человеко-машинной системе (эргатической системе);

3) дидактически грамотная организация индивидуальной и бригадной работы обучающихся, в ходе которой обучающиеся приобретают навыки совместного решения заданий, результаты решения которых для каждого обучающегося имеют личную значимость;

4) перераспределение функций в эргатической системе: обучающиеся являются исследователями, самостоятельно осуществляющими работу с различными источниками информации и справочной литературой; преподаватели являются консультантами, которые осуществляют педагогическую помощь, дидактическое обеспечение и сопровождение в ходе поиска решений заданий; компьютер является средством решения учебно-профессиональной задачи, управление которым осуществляет исследователь (обучающийся).

При выполнении указанных условий организации деятельности преподавания-учения в ходе виртуальных экспериментов у будущих инженеров развиваются навыки и умения:

организации диалогового общения, критического мышления, анализа альтернативных точек зрения, толерантного отношения к коллегам, принятия решений и аргументированной защиты собственной позиции в ходе конструктивной дискуссии.

Таким образом, при изучении общетехнических дисциплин интерактивные обучающие модели практико-ориентированных расчетов имеют дидактический потенциал, который может быть раскрыт в условиях специально организованного поиска оптимального решения проблемных практико-ориентированных заданий [3, 6, 8].

В процессе специально организованного виртуального эксперимента создаются необходимые условия для формирования базовых компетенций инженера; информационной компетенции как компонента информационной культуры субъекта профессиональной деятельности; навыков познавательного субъект-субъектного взаимодействия участников учебных бригад. В таблице представлены компоненты информационной компетенции и в общем виде раскрыты их образовательные возможности.

Таблица. Компоненты информационной компетенции и их образовательные возможности

Компонент информационной компетенции	Образовательные возможности компонентов информационной компетенции
Операционный – овладение логическими операциями компьютерных расчетов параметров и характеристик практико-ориентированных задач	Оптимизация деятельности за счет выделения резерва времени для поиска оптимального решения в лабиринте возможностей
Мотивационно-ценностный – мотивы овладения информационной культурой для использования информационных технологий в качестве средств решения практико-ориентированных задач и оценки достигнутых результатов	Развитие потребностей в творчестве, формирование информационной и методологической культуры

Для формирования инструментальных компетенций необходима организация и проведение натуральных лабораторных работ при изучении общетехнических дисциплин, что в ряде случаев имеет существенные трудности при вводе в эксплуатацию натуральных установок. К основным препятствиям в организации экспериментальных исследований в натурной лаборатории следует отнести: стоимость натуральных установок, длительность натуральных экспериментов по общетехническим дисциплинам, необходимость использования пожароопасных материалов для натуральных исследований, значительные габариты натуральных установок и т.д.

Доказано, что в образовательных процессах вузов МЧС России решение проблемы повышения качества образовательных моделей общетехнических дисциплин зависит от разработки [3]:

- дидактических схем организации натурно-виртуального лабораторного эксперимента, обеспечивающих сближение учебной и учебно-профессиональной деятельности обучающихся в процессе изучения общетехнических дисциплин;
- пакетов профессионально-ориентированных заданий в современных информационных средах по темам общетехнической дисциплины;
- виртуального учебно-методического комплекса, включающего в себя расчетно-графические работы, виртуальные лабораторные работы, методические рекомендации для выполнения практических заданий, учебную и учебно-методическую литературу;
- безопасных натуральных установок для изучения базовых законов и закономерностей общетехнических дисциплин.

Таким образом, реальная интеграция естественнонаучного, технологического и прикладного компонентов будет дидактически эффективной, если процесс обучения

общетехнической дисциплине будет методологически обоснованным и практически направленным с доминантой лично мотивированного, поисково-исследовательского, самостоятельного интеллектуального труда обучающихся, оснащенного современными техническими средствами и информационными технологиями.

Системный анализ существующих форм практического обучения общетехническим дисциплинам в вузах МЧС России позволяет сделать следующий вывод: одним из возможных способов достижения педагогического результата интеграции естественнонаучного, технологического и прикладного компонентов может стать дидактическая разработка лабораторно-практического занятия, которое интегрирует в себе лабораторное и практическое занятия общетехнической дисциплины и имеет собственную интегративную дидактическую схему.

### **Литература**

1. Golitsyna I. Educational Process in Electronic Information-educational Environment // *Procedia – Social and Behavioral Sciences*. 2017. Vol. 237. P. 939–944. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2017.02.132>.
2. Шадриков В.Д. Проблема системогенеза в профессиональной деятельности. М., 1982.
3. Kubrický J., Částková P. Teacher's Competences for the Use of Web Pages in Teaching as a Part of Technical Education Teacher's ICT Competences // *Procedia – Social and Behavioral Sciences*. 2015. Vol. 174. P. 3236–3242. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.01.988>.
4. Мышление: процесс, деятельность, общение / отв. ред. А.В. Бругилинский. М., 1982.
5. Вязанкова В.В., Романова М.Л. Информатизация образования как фактор формирования информационной компетентности студентов // *Открытое и дистанционное образование*. 2014. № 1. С. 11–16.
6. Бабина С.Н. Интеграция технологического и физического образования учащихся школ: монография. М.: Изд-во «Прометей» МПГУ, 2002. 320 с.
7. Осмоловская И.М., Шабалин Ю.Е. Состав и структура модели образовательного процесса в информационно-образовательной среде // *Владимирский государственный университет им. А.Г. и Н.Г. Столетовых*. 2014. № 19 (38). С. 18–32.
8. Баскин Ю.Г., Сусленкова Э.Б. О структуре натурно-виртуального эксперимента // *Вестник С.-Петербур. ин-та ГПС МЧС России*. 2006. № 4 (16). С. 6–9.

### **References**

1. Golitsyna I. Educational Process in Electronic Information-educational Environment // *Procedia – Social and Behavioral Sciences*. 2017. Vol. 237. P. 939–944. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2017.02.132>.
2. SHadrikov V.D. Problema sistemogeneza v professional'noj deyatel'nosti. M., 1982.
3. Kubrický J., Částková P. Teacher's Competences for the Use of Web Pages in Teaching as a Part of Technical Education Teacher's ICT Competences // *Procedia – Social and Behavioral Sciences*. 2015. Vol. 174. P. 3236–3242. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.01.988>.
4. Myshlenie: process, deyatel'nost', obshchenie / отв. red. A.V. Brugilinskij. M., 1982.
5. Vyazankova V.V., Romanova M.L. Informatizaciya obrazovaniya kak faktor formirovaniya informacionnoj kompetentnosti studentov // *Otkrytoe i distancionnoe obrazovanie*. 2014. № 1. S. 11–16.
6. Babina S.N. Integraciya tekhnologicheskogo i fizicheskogo obrazovaniya uchashchihsya shkol: monografiya. M.: Izd-vo «Prometej» MPGU, 2002. 320 s.
7. Osmolovskaya I.M., Shabalin Yu.E. Sostav i struktura modeli obrazovatel'nogo processa v informacionno-obrazovatel'noj srede // *Vladimirskij gosudarstvennyj universitet im. A.G. i N.G. Stoletovyh*. 2014. № 19 (38). S. 18–32.
8. Baskin Yu.G., Suslenkova E.B. O strukture naturno-virtual'nogo eksperimenta // *Vestnik S.-Peterb. in-ta GPS MCHS Rossii*. 2006. № 4 (16). S. 6–9.

# САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ ФИЗИЧЕСКАЯ ТРЕНИРОВКА СЛУШАТЕЛЕЙ ИНСТИТУТА ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ, ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО КАТЕГОРИИ «ПОЖАРНЫЙ»

**И.Б. Елисеев, кандидат технических наук;**

**В.В. Сай, кандидат технических наук, доцент;**

**С.В. Меньшов.**

**Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России**

Раскрыты проблемы формирования навыков самостоятельной физической тренировки у пожарных. Проведен анализ корреляционной связи эффективности проведения самостоятельной физической тренировки с основными показателями готовности к ней у пожарных.

*Ключевые слова:* формирование навыков, пожарные, самостоятельная физическая тренировка

## INDEPENDENT PHYSICAL TRAINING OF LISTENERS OF THE INSTITUTE OF PROFESSIONAL TRAINING OF THE FIRE FIGHTER CATEGORY

I.B. Eliseev; V.V. Sai; S.V. Menshov.

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

The problems to the formation of skills of independent physical training in firefighters are revealed. An analysis of the correlation cadets of the effectiveness of conducting a much independent course of physical training physical with the main indicators of cadets' physical readiness for it in firefighters was carried out.

*Keywords:* skills formation, firefighters, independent physical training

Профессиональная деятельность пожарного связана с работой в сложных условиях, нередко опасна для жизни и здоровья, поэтому проблема должной физической подготовки имеет буквально жизненное значение. Основами обучения двигательным действиям и развитием физических качеств должен владеть каждый огнеборец [1]. На основании анализа профессиональной подготовки, проведенного Главным управлением МЧС России по Санкт-Петербургу, сотрудников и работников пожарно-спасательных подразделений, анализа научно-методической литературы [2], можно сделать вывод о необходимости повышения степени развития профессиональных и личностных качеств данных категорий в процессе первоначальной подготовки.

Формирование навыков и внимание к самостоятельной физической тренировке у пожарных связано с высокой ответственностью за собственный уровень физической подготовки [3], для эффективной работы, связанной с тушением пожаров, и проведением работ в непригодной для дыхания среде [4, 5].

Необходимость формирования навыков самостоятельной физической тренировки вызвана низкими возможностями для проведения занятий по физической подготовке с молодыми специалистами. Соответственно, все это сказывается на эффективности работы в повседневной деятельности пожарных.

Проведенный анализ исследования занятий по физической подготовке показал, что в ходе формирования навыков самостоятельной физической тренировки слушателей необходимо более детально изучить их индивидуальные особенности. Вопрос о всестороннем изучении индивидуальных особенностей является одним из тех, от которого

во многом зависит успех формирования навыков самостоятельной физической тренировки в процессе их первоначального обучения [6]. В ходе практической деятельности видно, что попытки оказать нужное влияние на пожарных при формировании у них навыков самостоятельной физической тренировки без учета их индивидуальных особенностей не приносят нужных результатов.

Необходимо учитывать и то, что формирование навыков самостоятельной физической тренировки должно осуществляться на занятиях по физической подготовке, пожарно-строевой подготовке, тактико-специальной подготовке и совместно с развитием у них основных физических качеств и пожарно-прикладных навыков [7]. Поэтому именно в рамках первоначального обучения они получают благоприятную возможность для собственного физического и интеллектуального развития в сфере физической подготовки.

Важным для эффективного формирования навыков самостоятельной физической тренировки у слушателей является выяснение у них отношения к физической подготовке, будущей профессиональной деятельности, уровню развития физических и волевых качеств [8].

В ходе формирования навыков самостоятельной физической тренировки необходимо также фиксировать признаки их нравственной и психологической неустойчивости. Таковыми могут быть: раздражительность, конфликтность, быстрая и немотивированная смена настроений, пренебрежительное отношение к занятиям, к распорядку дня и выполнению возложенных задач. В ходе занятий по физической подготовке следует отмечать и другие характеристики у пожарных: переутомление, обостренную чувствительность при успехах и неудачах в спорте и др.

Многое для понимания отношения к физической подготовке может дать выяснение того, каков был круг их спортивных интересов ранее. Важное место занимает и метод обобщения независимых характеристик. Он позволяет всесторонне и наиболее достоверно изучить индивидуальные и психологические особенности каждого пожарного.

Проведённые исследования показывают, что готовность к самостоятельной физической тренировке непосредственно связана с формированием у слушателей навыков самостоятельной физической тренировки и новых подходов к ее осуществлению. В таблице приведены значения корреляционной связи эффективности проведения самостоятельной физической тренировки и выведены основные значения эффективности развития самостоятельной физической тренировки.

**Таблица. Анализ корреляционной связи эффективности проведения самостоятельной физической тренировки с основными показателями готовности к ней у пожарных**

Показатели готовности к проведению самостоятельной физической тренировки	Эффективность развития самостоятельной физической тренировки
Высокий уровень развития навыков и умений у пожарных проведения самостоятельной физической тренировки	0,34
Нацеленность на поиск и решение новых задач в собственном физическом развитии пожарных	0,44
Мотивация пожарных к собственному физическому развитию и совершенствованию	0,47
Уверенность в своих силах и способностях в процессе проведения самостоятельной физической тренировки	0,53
Хорошие знания по самоконтролю над собственным функциональным состоянием организма	0,39

На основании проведенного исследования получили основные показатели, которые определяют готовность слушателей к проведению самостоятельной физической тренировки:

- высокий уровень развития навыков и умений проведения самостоятельной физической тренировки;
- нацеленность на поиск и решение новых задач в собственном физическом развитии;
- устойчивая мотивация к собственному физическому развитию и совершенствованию;
- уверенность в своих силах и способностях в процессе проведения самостоятельной физической тренировки.

Большое значение имеют хорошие знания по самоконтролю собственного функционального состояния организма.

Выявленные показатели определяют должный уровень готовности пожарных к проведению самостоятельной физической тренировки. Учет этих показателей позволяет наметить основные направления педагогического воздействия преподавателей и руководителей структурных подразделений МЧС России по эффективному формированию навыков самостоятельной физической тренировки в процессе их обучения и повседневной деятельности.

Изучение особенностей формирования навыков самостоятельной физической тренировки слушателей требует обратить внимание на уровень их физической подготовленности и способностей к усвоению нового материала. Рост внимания к формированию навыков самостоятельной физической тренировки связан с высокой ответственностью за собственный уровень физической готовности для эффективного осуществления профессиональной деятельности.

Необходимость формирования навыков самостоятельной физической тренировки у будущих сотрудников вызвана также низкими возможностями для проведения плановых занятий по физической подготовке.

Исходя из практических наблюдений, можно сказать, что решение задачи по эталонной модели физически развитого пожарного следует осуществлять постоянно. В этих целях могут проводиться различные конференции о здоровом образе жизни, дополнительные занятия по совершенствованию физической подготовки, комплексные соревнования среди пожарно-спасательных подразделений гарнизона и т.д.

Также регулярно необходимо оценивать лучших сотрудников по уровню физической подготовки, организовывать дополнительные занятия для повышения эффективности самостоятельной физической тренировки.

Существенное влияние на развитие мотивации к регулярной самостоятельной физической тренировке оказывает создание перспектив в физическом совершенствовании. Проведенные авторами исследования показали, что для улучшения самообразования в сфере физической подготовки необходимо постоянное развитие физических навыков и умений. Создание таких условий, которые бы заставляли слушателей постоянно стремиться к своему физическому самосовершенствованию позволит сформировать твердые мотивы для физического совершенствования.

Таким образом, формирование устойчивой мотивации к проведению самостоятельной физической тренировки является одним из основных направлений улучшения физической подготовленности. Педагогическое руководство этим процессом реализуется через комплекс педагогических мер, опирающихся на психологические механизмы формирования мотивации самих пожарных к проведению самостоятельной физической тренировки. Это происходит через воздействие на сознание и волю с целью формирования у них убеждений о пользе самостоятельной физической тренировки, а также создание идеала физически развитого сотрудника.

## **Литература**

1. Лобжа М.Т., Михайлов В.А., Михайлова В.В. Методологические аспекты проектирования технологии формирования психофизических качеств на основе

адаптационного потенциала // Психолого-педагогические проблемы безопасности человека и общества. 2015. № 4 (29). С. 26–30.

2. Лобжа М.Т., Николовская Н.А. Формы, методы и средства проведения профессиональной подготовки сотрудников военизированных горноспасательных частей МЧС России // Психолого-педагогические проблемы безопасности человека и общества. 2016. № 1 (30). С. 54–60.

3. Шленков А.В., Медведева А.А. Причины возникновения эмоционального выгорания у сотрудников МЧС России (на примере пожарных) // Науч.-аналит. журн. «Вестник С.-Петерб. ун-та ГПС МЧС России». 2019. № 4. С. 144–152.

4. Пожарная тактика: учеб. пособие / В.В. Сай [и др.]. СПб.: С.-Петерб. ун-т ГПС МЧС России, 2019.

5. Основы газодымозащитной службы: учеб. пособие / В.В. Сай [и др.]. СПб.: С.-Петерб. ун-т ГПС МЧС России, 2018.

6. Об утверждении Порядка подготовки личного состава пожарной охраны: приказ МЧС России от 26 окт. 2017 г. № 472. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71733062/> (дата обращения: 21.01.2020).

7. Об утверждении Наставления по физической подготовке личного состава федеральной противопожарной службы Государственной противопожарной службы (с изм. и доп.): приказ МЧС России от 30 марта 2011 г. № 153. URL: <https://base.garant.ru/55171281/> (дата обращения: 21.01.2020).

8. Здоровый образ жизни обучающихся в вузах ГПС МЧС России: монография / С.С. Аганов [и др.]. СПб.: С.-Петерб. ун-т ГПС МЧС России, 2014.

## References

1. Lobzha M.T., Mihajlov V.A., Mihajlova V.V. Metodologicheskie aspekty proektirovaniya tekhnologii formirovaniya psihofizicheskikh kachestv na osnove adaptacionnogo potentsiala // Psihologo-pedagogicheskie problemy bezopasnosti cheloveka i obshchestva. 2015. № 4 (29). S. 26–30.

2. Lobzha M.T., Nikolovskaya N.A. Formy, metody i sredstva provedeniya professional'noj podgotovki sotrudnikov voenizirovannyh gornospasatel'nyh chastej MCHS Rossii // Psihologo-pedagogicheskie problemy bezopasnosti cheloveka i obshchestva. 2016. № 1 (30). S. 54–60.

3. Shlenkov A.V., Medvedeva A.A. Prichiny vozniknoveniya emocional'nogo vygoraniya u sotrudnikov MCHS Rossii (na primere pozharnyh) // Nauch.-analit. zhurn. «Vestnik S.-Peterb. un-ta GPS MCHS Rossii». 2019. № 4. S. 144–152.

4. Pozharnaya taktika: ucheb. posobie / V.V. Saj [i dr.]. SPb.: S.-Peterb. un-t GPS MCHS Rossii, 2019.

5. Osnovy gazodymozashchitnoj sluzhby: ucheb. posobie / V.V. Saj [i dr.]. SPb.: S.-Peterb. un-t GPS MCHS Rossii, 2018.

6. Ob utverzhdenii Poryadka podgotovki lichnogo sostava pozharnoj ohrany: prikaz MCHS Rossii ot 26 okt. 2017 g. № 472. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71733062/> (data obrashcheniya: 21.01.2020).

7. Ob utverzhdenii Nastavleniya po fizicheskoy podgotovke lichnogo sostava federal'noj protivopozharnoj sluzhby Gosudarstvennoj protivopozharnoj sluzhby (s izm. i dop.): prikaz MCHS Rossii ot 30 marta 2011 g. № 153. URL: <https://base.garant.ru/55171281/> (data obrashcheniya: 21.01.2020).

8. Zdorovyj obraz zhizni obuchayushchihsya v vuzah GPS MCHS Rossii: monografiya / S.S. Aganov [i dr.]. SPb.: S.-Peterb. un-t GPS MCHS Rossii, 2014.



## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

**Акимова Александра Борисовна** – адъюнкт СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149);

**Андреев В.П.** – доц. каф. СПб ун-та МВД России (198206, Санкт-Петербург, ул. Летчика Пилютова, д. 1), канд. воен. наук, доц.;

**Андрюшкин Александр Юрьевич** – зав. каф. «Технол. конструкцион. материалов и пр-ва ракетно-космич. техн.» Балтийского гос. техн. ун-та «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова (190005, Санкт-Петербург, ул. 1-я Красноармейская, д. 1/21), канд. техн. наук, доц.;

**Афанасьев Евгений Олегович** – препод. каф. физ.-техн. основ обеспеч. пож. безопасн. СПб ун-та ГПС МЧС России (196106, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149);

**Байчорова Хафиза Срафилъевна** – препод. 8 каф. (железнодорож. войск) Воен. акад. матер.-техн. обеспеч. (199034, Санкт-Петербург, наб. Макарова, д. 8);

**Буйневич Михаил Викторович** – проф. каф. прикл. мат. и информ. технол. СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), д-р техн. наук, проф.;

**Буланцев Денис Сергеевич** – магистрант СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149);

**Булат Роман Евгеньевич** – зав. каф. пед. и психол. экстрем. ситуаций СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), д-р пед. наук, доц.;

**Васильев Дмитрий Викторович** – дир. ООО НТП «Аэрооптика» (140103, Московская обл., г. Раменское, ул. Свободы, д. 15, оф. 60), д-р техн. наук;

**Винокуров Владимир Анатольевич** – проф. каф. теории и ист. гос-ва и права СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), д-р юрид. наук, засл. юрист РФ;

**Воронин Сергей Владимирович** – доц. каф. пож. безопасн. и технол. проц. и пр-в СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), канд. техн. наук, доц.;

**Воропаев Николай Петрович** – доц. каф. защ. нас. и тер. СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), канд. воен. наук;

**Вострых Алексей Владимирович** – магистрант СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149);

**Горшкова Елена Евгеньевна** – ст. препод. каф. переподгот. и повыш. квалификации спец. СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149);

**Данилевич Андрей Васильевич** – зам. нач. ин-та проф. подгот. – нач. учеб.-спас. части СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149);

**Дворников Сергей Сергеевич** – нач. лаб. Воен. акад. связи им. Маршала Советского Союза С.М. Буденного (194064, Санкт-Петербург, К-64, Тихорецкий пр., д. 3), канд. техн. наук;

**Дворникова Ольга Федоровна** – психол. СПб гос. ун-та телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича (193232, Санкт-Петербург, пр. Большевиков д. 22, корп. 1);

**Дупляков Григорий Сергеевич** – адъюнкт Сибирской пож.-спас. акад. ГПС МЧС России (662972, Красноярский край, г. Железногорск, ул. Северная, д. 1);

**Елисеев Игорь Борисович** – ст. препод. каф. спец. подгот. СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), канд. техн. наук;

**Задурова Анастасия Алексеевна** – магистрант СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149);

**Каверзнева Татьяна Тимофеевна** – доц. каф. безопасн. жизнедеят. СПб политех. ун-та Петра Великого (195251, Санкт-Петербург, ул. Политехническая, д. 29), канд. техн. наук, доц.;

**Кадочникова Елена Николаевна** – доц. каф. пож. безопасн. технол. процессов и пр-в СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), канд. техн. наук;

**Коровин Эдуард Викторович** – зав. каф. экон. и права СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), д-р экон. наук, доц.;

**Коротеев Дмитрий Русланович** – студент ин-та хим. перераб. биомассы дерева и техносфер. безопасн. СПб гос. лесотехн. ун-та им. С.М. Кирова (194021, Санкт-Петербург, Институтский пер., д. 5, литер У);

**Корчуков Андрей Андреевич** – курсант СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149);

**Кузьмин Анатолий Алексеевич** – доц. каф. физ.-техн. основ обеспеч. пож. безопасн. СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), канд. пед. наук, доц.;

**Лабинский Александр Юрьевич** – доц. каф. прикл. мат. и информ. технол. СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), канд. техн. наук, доц.;

**Лаптев Дмитрий Анатольевич** – ст. препод. каф. тактики и авар.-спас. работ Сибирской пож.-спас. акад. ГПС МЧС России (662972, Красноярский край, г. Железногорск, ул. Северная, д. 1);

**Ловчиков Владимир Александрович** – проф. каф. криминал. и инж.-техн. экспертиз СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), д-р хим. наук, проф.;

**Ложкин Владимир Николаевич** – проф. каф. пож., авар.-спас. техн. и авт. хоз-ва СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), д-р техн. наук, проф., засл. деят. науки РФ; акад. и лауреат НАНПБ;

**Максимов Александр Викторович** – доц. каф. прикл. мат. и информ. технол. СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), e-mail: helnze@mail.ru, кан. техн. наук;

**Малютин Олег Сергеевич** – науч. сотр. отд. информ. обеспеч. нас. и технол. информ. обеспеч. РСЧС и ПБ науч.-техн. центра Сибирской пож.-спас. акад. ГПС МЧС России (662972, Красноярский край, г. Железногорск, ул. Северная, д. 1);

**Матвеев Александр Владимирович** – доц. каф. прикл. мат. и информ. технол. СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), канд. техн. наук, доц.;

**Маторина Ольга Сергеевна** – ст. науч. сотр. отд. 1.3. НИЦ ОУП ПБ ФГБУ ВНИИПО МЧС России (143903, Московская обл., г. Балашиха, мкр-н ВНИИПО, д. 12);

**Медведева Людмила Владимировна** – зав. каф. физ.-техн. основ обеспеч. пож. безопасн. СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), д-р пед. наук, проф., засл. работник высш. шк. РФ;

**Меньшов Станислав Викторович** – препод. каф. спец. подгот. СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149);

**Москаленко Галина Владимировна** – ст. психол. отд. психол. подгот. и консультир. отд. психол. обеспеч. уч. проц. СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), канд. психол. наук;

**Моторыгин Юрий Дмитриевич** – проф. каф. криминал. и инж.-техн. экспертиз СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), д-р техн. наук, проф.;

**Нестерова Светлана Владимировна** – техник 1 кат. отд. 7.2. НИЦ ОЗ ФПС ГПС ГО ФГБУ ВНИИПО МЧС России (143903, Московская обл., г. Балашиха, мкр-н ВНИИПО, д. 12);

**Онов Виталий Александрович** – нач. центра орг. науч. исслед. и ред. деят. СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), e-mail: opov.va@igprs.ru, канд. техн. наук, доц.;

**Папырин Владимир Владимирович** – нач. отд. перспектив. разраб. и инновац. технол. в обл. безопасн. жизнедеят. Науч.-исслед. ин-та перспектив. исслед. и науч. технол. в обл. безопасн. жизнедеят. СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), канд. юрид. наук;

**Пермяков Алексей Александрович** – зам. нач. каф. физ.-техн. основ обеспеч. пож. безопасн. СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), канд. пед. наук;

**Печурин Александр Алексеевич** – доц. каф. пож., авар.-спас. техн. и авт. хоз-ва СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), канд. техн. наук, доц.;

**Преснов Алексей Иванович** – доц. каф. переподгот. и повыш. квалификации спец-в СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), канд. техн. наук, доц.;

**Рева Юрий Викторович** – доц. каф. сервис безопасн. СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), канд. воен. наук;

**Романов Николай Николаевич** – доц. каф. физ.-тех. основ обеспеч. пож. безопасн. СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), канд. техн. наук, доц.;

**Савчук Олег Николаевич** – проф. каф. сервис безопасн. СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), тел. (812) 369-25-85, e-mail: savchuk.o@igprs.ru, канд. техн. наук, проф., засл. работник высш. шк. РФ, почет. проф. ун-та;

**Сай Василий Валерьевич** – нач. каф. спец. подгот. СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), e-mail: sai1982@yandex.ru, канд. техн. наук, доц.;

**Сидоров Владимир Константинович** – науч. сотр. отд. перспектив. разработ. и инновац. технол. в обл. безопасн. жизнедеят. Науч.-исслед. ин-та перспектив. исслед. и науч. технол. в обл. безопасн. жизнедеят. СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149);

**Седнев Анатолий Владимирович** – студент Московского гос. техн. ун-та им. Н.Э. Баумана (нац. исслед. ун-та) (105005, Москва, 2-я Бауманская ул., д. 5);

**Седнев Владимир Анатольевич** – проф. каф. защ. нас. и тер. Акад. ГПС МЧС России (129366, Москва, ул. Бориса Галушкина, д. 4), д-р техн. наук, проф., засл. работник высш. шк. РФ, почет. работник науки и техн. РФ, лауреат премии Прав-ва РФ в обл. науки и техн., лауреат премии Прав-ва РФ в обл. образов.;

**Скрипник Игорь Леонидович** – проф. каф. пож. безопасн. технол. процессов и пр-в СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), канд. техн. наук, доц.;

**Смелов Алексей Евгеньевич** – адъюнкт Воен. акад. связи им. Маршала Советского Союза С.М. Буденного (194064, Санкт-Петербург, К-64, Тихорецкий пр., д. 3);

**Смирнов Алексей Сергеевич** – зам. нач. СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), д-р техн. наук, проф.;

**Смирнова Ирина Викторовна** – проф. каф. экон. и права СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), д-р экон. наук, проф., почетный работник высш. проф. обр. РФ;

**Строцкая Екатерина Евгеньевна** – студентка ин-та безопасн. жизнедеят. СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149);

**Татарникова Ирина Михайловна** – сотр. Упр. орг. науч. работы и подгот. науч. кадров СПб гос. ун-та телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича (193232, Санкт-Петербург, пр. Большевиков д. 22, корп. 1);

**Черных Андрей Климентьевич** – проф. каф. переподгот. и повыш. квалиф. спец. СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), д-р техн. наук, доц.