

СОДЕРЖАНИЕ 4–2020

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

Коннова Л.А. Применение житейсберегающих препаратов и инновационных технических средств для оказания первой помощи профессиональными спасателями на месте происшествия в экстремальных условиях

Савенкова А.Е., Завьялов Д.Е., Шилов Д.Р. Применение цифровых технологий при обеспечении пожарной безопасности в работе надзорных органов

БЕЗОПАСНОСТЬ КРИТИЧЕСКИ ВАЖНЫХ И ПОТЕНЦИАЛЬНО ОПАСНЫХ ОБЪЕКТОВ

Андрюшкин А.Ю., Мещеряков С.А., Кадочникова Е.Н. Взаимосвязь режима механической обработки с процессами термической деструкции и ее влияние на взрывопожарную опасность.

Сытдыков М.Р., Шилов А.Г., Рыбин О.А. Методика тушения пожаров на транспорте универсальной установкой пожаротушения.

Гавкалюк Б.В., Онищенко И.А. Метод прогнозирования и мониторинга чрезвычайного воздействия автотранспорта на население городов Арктической зоны.

ПОЖАРНАЯ ТАКТИКА, ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОЦЕССОВ ГОРЕНИЯ И ТУШЕНИЯ

Куприн Д.С., Поляков А.С. Об эффективности переносных огнетушителей при тушении твердых горючих материалов автомобилей.

Преснов А.И., Марченко М.А., Печурин А.А. Огнетушители: исторические аспекты, современное состояние, инновационные решения, требования законодательства.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ, КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ТЕОРИИ УПРАВЛЕНИЯ СЛОЖНЫМИ ПРОЦЕССАМИ

Седнев В.А., Седнев А.В., Онов В.А. Критерии эффективности инженерного обеспечения действий спасательных формирований.

Дворников С.В., Дворников С.С., Крячко А.Ф. Синтез шумов в системе автоматического проектирования MathCAD.

Мелешко А.В., Десницкий В.А. Методика применения процесса выбора контрмер на основе игрового подхода

Буйневич М.В., Ахунова Д.Г., Ярошенко А.Ю. Комплексный метод решения типовой задачи риск-менеджмента в инфологической среде (на примере ранжирования требований пожарной безопасности). Часть 2.

Актерский Ю.Е., Северин С.Н., Шапгала В.В. Количественная оценка деятельности территориальных органов МЧС России.

Буйневич Д.В., Матвеев А.В., Покусов В.В. Способ оценки информационно-технического взаимодействия. Часть 2. Метрика безопасности.

Шидловский Г.Л., Котов И.Ю., Вострых А.В. Разработка алгоритма для решения многокритериальных задач ранжирования требований пожарной безопасности.

Кузьмина Т.А. К вопросу выбора принципов функционирования ведомственных интернет-ресурсов. Часть 1.

Сидоров И.А., Воронов С.А. Методы математической статистики в изучении технологии развития управленческой компетенции курсантов.

Вытовтов А.В., Королев Д.С., Федоров А.В. Математическое моделирование процесса спасения маломобильных групп населения при пожаре.

Седнев В.А., Седнев А.В. Основы математического моделирования инженерного обеспечения действий спасательных формирований.

Лабинский А.Ю. Компьютерное моделирование систем массового обслуживания 139

Антюхов В.И., Остудин Н.В. Постановка задачи и системный анализ процесса совершенствования системы антикризисного управления с применением средств информационно-аналитической поддержки.

Калач А.В., С.А. Бокадаров С.А., Минкин Д.Ю. Анализ рисков обеспечения безопасности функционирования систем сбора, хранения, обработки, передачи, представления и воспроизведения информации в организации.

Терехин С.Н., Вострых А.В. Совершенствование информационных систем, используемых органами надзорной деятельности МЧС России.

ЭКОНОМИКА, СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

Смирнова И.В., Зубова Л.В. Инструменты государственного управления в борьбе с бедностью в Российской Федерации.

Мартыненко О.В., Фарбер В.А., Гоцкая Н.Р. Методология развития интеллектуального капитала государственных корпораций Российской Федерации.

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

Кузьмин А.А., Симонова М.А., Пермяков А.А. Программно-аппаратное обеспечение дистанционного лабораторного эксперимента.

Васильченко Н.В., Турова Н.Н., Стабровская Е.И. Исследование влияния индивидуальных психологических особенностей на безопасное поведение сотрудников МЧС России.

Грешных А.А., Рева Ю.В., Яхонтова О.Н. Применение методов проблемного обучения в преподавании учебных дисциплин.

Баскин Ю.Г., Свидзинская Г.Б., Баранов А.А. Особенности подготовки кадров для МЧС России в системе постдипломного и дополнительного профессионального образования.

Савчук О.Н., Крейтор В.П. Проблемы и пути совершенствования дистанционного обучения в вузах МЧС России.

Пашкин С.Б., Саркисов С.В., Медведева Л.В. Актуальные психологические аспекты воспитания дисциплинированности личного состава.

Сведения об авторах

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

УДК 614.89

ПРИМЕНЕНИЕ ЖИЗНЕСБЕРЕГАЮЩИХ ПРЕПАРАТОВ И ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ДЛЯ ОКАЗАНИЯ ПЕРВОЙ ПОМОЩИ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫМИ СПАСАТЕЛЯМИ НА МЕСТЕ ПРОИСШЕСТВИЯ В ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ

**Л.А. Коннова, доктор медицинских наук, профессор,
заслуженный работник высшей школы Российской Федерации.
Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России**

Рассматривается применение болеутоляющих препаратов в практике спасателей в Арктике. Обсуждается заимствование инновационных средств и технологий первой помощи в мировой военной медицине и медицине катастроф для повышения эффективности первой помощи в арктических условиях.

Ключевые слова: Арктика, первая помощь, спасатели, инновации первой помощи

APPLICATION OF LIFE SAVING PREPARATIONS AND INNOVATIVE TECHNICAL EQUIPMENT FOR FIRST AID PROFESSIONAL RESCUERS AT THE SITE OF THE ACCIDENT IN EXTREME CONDITIONS

L.A. Konnova.
Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia

The use of pain relievers in the practice of first aid by rescuers in the Arctic is discussed. The borrowing of innovations of world military medicine and medicine of disasters in the field of first aid is considered in order to increase the effectiveness of first aid for rescuers.

Keyword: Arctic, first aid, rescuers, innovative first aid

Согласно правовому полю по оказанию первой помощи российские спасатели не применяют лекарственных препаратов при спасении пострадавших людей на месте несчастного случая. Это относится и к препаратам, освобождающим пострадавшего от болевых страданий. В то же время современной наукой и практикой доказано, что боль не только может стать причиной болевого шока, но и привести в дальнейшем (если человек выживает) к развитию посттравматического шокового синдрома и инвалидизации человека.

Временной фактор (промежуток времени от момента получения травмы до момента первой помощи) вошел в жизнь как «золотой час спасателя», при использовании которого смертность пострадавших минимальна (в военной медицине, например, в Израиле – «час волка», при чем это не час, а 43 мин) [1]. Поэтому качественное полноценное оказание первой помощи на месте происшествия является первостепенным условием сохранения жизни пострадавшим и предупреждения инвалидизации.

Поскольку российским спасателям не дано право применять инвазивные методы (например, инъекции), можно в настоящее время найти обезболивающие препараты, которые вводят сублингвально (под язык) или интраназально (в нос в виде капель или аэрозоля), или за щеку (транsbuccально) [2]. Для сублингвального применения в израильской медицине, например, используют разработанное ранее для тяжелых больных обезболивающее средство под язык – актик на основе фентанила, которое «облегчает страдания раненых, позволяет оказывать им помощь, а также не приводит к падению кровяного давления – одной из проблем морфия и его производных» [3]. Актуализировалась в настоящее время и разработка препаратов, вводимых в нос или за щеку [4].

Кроме обезболивающих препаратов для оказания первой помощи при проведении сердечно-легочной реанимации в цивилизованных странах несколько лет уже используют специальные технические разработки, например, механические приборы компрессии грудной клетки, которые позволяют вести сердечно-легочную реанимацию и в вертолете при транспортировке пострадавшего [5]. Такие аппараты уже применяют в отечественном исполнении на скорой помощи во многих городах России (рис. 1).

Портативные автоматические устройства крайне необходимы для спасателей, поскольку дают возможность сокращать время начала и проведения экстренной помощи и делают ее более эффективной и надежной для людей в любом месте, их легко упаковать в медицинскую укладку и доставить на место происшествия.

По всему миру работает система применения «общественных» дефибрилляторов, доступных для людей, которые не имеют медицинского образования. Прибор работает автоматически, и с ним даже случайный прохожий человек может на месте помочь пострадавшему. Спасатели обязательно должны в своем оснащении иметь такой прибор (рис. 2) [6].



Рис. 1. Аппарат LUCAS 2 – механический прибор компрессии грудной клетки, удобный при транспортировке



Рис. 2. Автоматический наружный дефибриллятор

Для оказания первой помощи в условиях сверхнизких температур – в Арктической зоне Российской Федерации (АЗРФ), прежде всего, надо иметь все средства для того, чтобы пострадавшим не погибнуть от переохлаждения. Для этого кроме обычных средств для согревания воды и пищи (например, паяльной лампы) надо иметь согревающее белье и термоодеяло, которые уже есть в отечественном исполнении. Одним из примеров может быть жилетка, разработанная для пограничников в Арктике в институте инженерной физики (рис. 3).

ТЕРМОСТОЙКОСТЬ

Дополнительный обогрев в условиях экстремально низких температур обеспечивает **специальный жилет** с тремя теплоэлементами и стельки

Теплоэлементы выполнены на основе **углеродной пленки с медно-серебряным напылением**

Нагреватели расположены в районе **груди и поясницы**, излучают **инфракрасные волны длиной 6-15 мкм**, нагревающие ткань

Питание обеспечивается **литий-ионным аккумулятором**, которого хватает на **четыре часа непрерывной работы**. Общее напряжение питания — **восемь вольт**, что **безопасно для человека**

Аккумулятор теплоэлементов должен иметь емкость **не менее 4 400 мАч** и обеспечивать время работы **до 22 часов** от одной зарядки в зависимости от уровня используемого нагрева

Рис. 3. «Ратник-Арктика»: защищает пограничников в АЗРФ при экстремально низких температурах

Существует и разрабатывается большое количество инноваций медико-фармацевтических и медико-технических средств помощи и спасения пострадавших и раненых [7], которые могут быть очень полезны для работы спасателей в Арктике.

Необходимо постоянное отслеживание инноваций и анализ перспективы их использования и внедрения в практику арктических спасателей. Необходим интегративный подход к организации развития и совершенствования первой помощи в Арктике – сбор и анализ инноваций из разных источников мировой научной и практической медицины и техники – медицины катастроф, военно-полевой медицины, скорой помощи, особенно войсковой медицины перманентно воюющих стран и тактической медицины (помощь и взаимопомощь при спецоперациях).

Очень важным моментом является влияние сверхнизких температур Арктики на состояние лекарственных препаратов и материалов, из которых созданы технические средства помощи [8]. Это следует учитывать при создании арктической медицинской укладки для спасателей.

Необходимо пересмотреть и подход к медицинской подготовке спасателей МЧС России для Арктики с учетом выживаемости пострадавших от времени доставки в медицинское учреждение. Обучение должно проводиться по расширенной программе с обеспечением инновационными средствами первой помощи (для резервирования «часа волка») с использованием методики «под укладку», которую необходимо постоянно обновлять с учетом инноваций.

Литература

1. Статья о военно-полевой медицине во время последней заварухи в Газе. URL: <https://losew.livejournal.com/259353.html> (дата обращения: 02.08.2020).
2. Введение препаратов. URL: <https://www.apteka.ua/article/14305> (дата обращения: 07.08.2020).
3. LIVEJOORNAL. URL: <https://losew.livejournal.com/259353.html> (дата обращения: 05.08.2020).
4. Наноспрей для носа может заменить обезболивающее. URL: <https://mir24.tv/news/16289881/nanosprei-dlya-nosa-mozhet-zamenit-obezbolivayushchee> (дата обращения: 05.08.2020).
5. Жданов В.И., Сыромяткин С.А. Устройство автоматического контроля параметров компрессии грудной клетки человека при сердечно-легочной реанимации // Вестник науки Сибири. 2011. № 1 (1). С. 162–166.
6. Коннова Л.А., Крутолопов А.С. Первая помощь: учебник для личного состава ФПС ГПС МЧС России. СПб., 2016. 215 с.
7. Сравнительная характеристика отечественных и зарубежных средств оказания первой помощи на поле боя и в очаге чрезвычайной ситуации / Ю.В. Мирошниченко [и др.] // Военно-медицинский журнал. 2016. № 9. С. 18–27.
8. Ануфриев А.А. Особенности медико-санитарной эвакуации в условиях Крайнего Севера // Арктика: история и современность: труды Междунар. науч. конф. СПб.: СПб политех. ун-т Петра Великого, 2018. С. 265–272.

References

1. Stat'ya o voenno-polevoj medicine vo vremya poslednej zavaruhi v Gaze. URL: <https://losew.livejournal.com/259353.html> (data obrashcheniya: 02.08.2020).
2. Vvedenie preparatov. URL: <https://www.apteka.ua/article/14305> (data obrashcheniya: 07.08.2020).
3. LIVEJOORNAL. URL: <https://losew.livejournal.com/259353.html> (data obrashcheniya: 05.08.2020).
4. Nanosprej dlya nosa mozhet zamenit' obezbolivayushchee. URL: <https://mir24.tv/news/16289881/nanosprei-dlya-nosa-mozhet-zamenit-obezbolivayushchee> (data obrashcheniya: 05.08.2020).

5. Zhdanov V.I., Syromyatkin S.A. Ustrojstvo avtomaticheskogo kontrolya parametrov kompressii grudnoj kletki cheloveka pri serdechno-legochnoj reanimacii // Vestnik nauki Sibiri. 2011. № 1 (1). S. 162–166.

6. Konnova L.A., Krutolopov A.S. Pervaya pomoshch': uchebnik dlya lichnogo sostava FPS GPS MCHS Rossii. SPb., 2016. 215 s.

7. Sravnitel'naya harakteristika otechestvennyh i zarubezhnyh sredstv okazaniya pervoj pomoshchi na pole boya i v ochage chrezvychajnoj situacii / YU.V. Miroshnichenko [i dr.] // Voenno-meditsinskij zhurnal. 2016. № 9. S. 18–27.

8. Anufriev A.A. Osobennosti mediko-sanitarnoj evakuacii v usloviyah Krajnego Severa // Arktika: istoriya i sovremennost': trudy Mezhdunar. nauch. konf. SPb.: SPb politekh. un-t Petra Velikogo, 2018. S. 265–272.

УДК 614.849

ПРИМЕНЕНИЕ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ОБЕСПЕЧЕНИИ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В РАБОТЕ НАДЗОРНЫХ ОРГАНОВ

А.Е. Савенкова, кандидат технических наук;

Д.Е. Завьялов, кандидат технических наук;

Д.Р. Шимов.

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

Рассмотрены сведения о применении цифровых технологий в работе органов государственного пожарного надзора и значение цифровизации для предотвращения случаев гибели людей. Предлагаются основные направления совершенствования государственного пожарного надзора на основе широкого распространения современных цифровых технологий.

Ключевые слова: пожарная безопасность, цифровизация, технологии, государственный пожарный надзор

APPLICATION OF DIGITAL TECHNOLOGIES IN ENSURING FIRE SAFETY IN THE WORK OF SUPERVISORY AUTHORITIES

A.E. Savenkova; D.E. Zavyalov; D.R. Shimov.

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

The article discusses information about the use of digital technologies in the work of state fire supervision bodies and the importance of digitalization for preventing deaths. The main directions of improvement of the state fire supervision on the basis of wide distribution of modern digital technologies are offered.

Keywords: fire safety, digitalization, technologies, state fire watch

Обеспечение комплексной безопасности является одной из наиболее важных функций государства. Учитывая динамику пожаров и число погибших при пожарах людей (рис. 1), это одна из приоритетных задач Российской Федерации.

По данным рис. 1, видно, что в 2019 г. в России в результате 471 357 пожаров погибло 8 567 чел. Большая часть возгораний в 2019 г. пришлась на объекты на открытых территориях – 62,79 % пожаров (рис. 2) [1–3].

Государственная противопожарная служба Российской Федерации (ГПС) оценивает ситуацию с пожарами как крайне сложную. Из-за пожаров в России ежегодно гибнут тысячи людей, многие предприниматели лишаются бизнеса. Также очевидно негативное влияние пожаров на состояние социальной, техногенной и экономической инфраструктуры нашей страны.

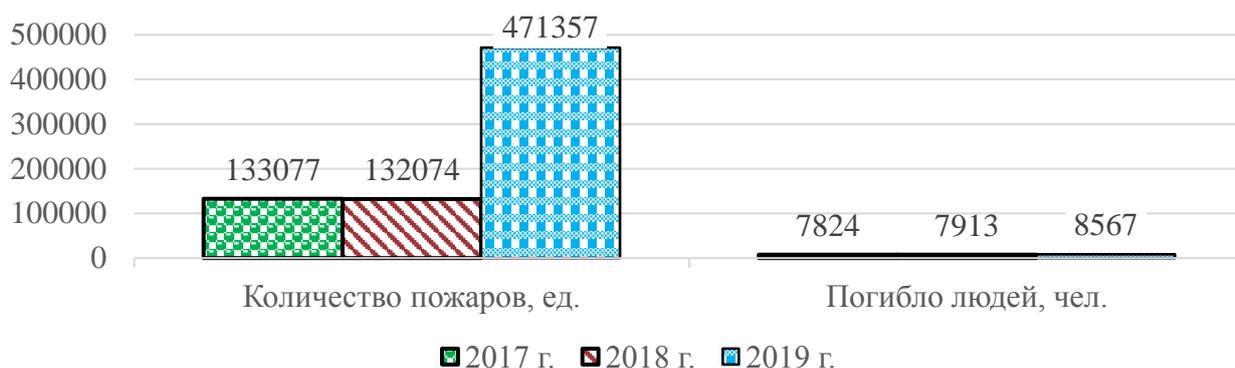


Рис. 1. Динамика пожаров и числа погибших при пожарах людей в 2017–2019 гг.

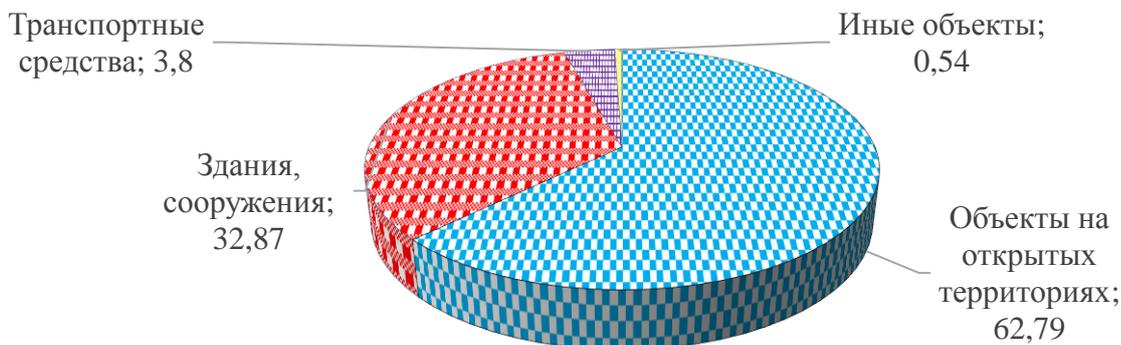


Рис. 2. Объекты возникновения пожаров в России в 2019 г.

Проанализировав вышеизложенное, пристальное внимание в этих условиях обращают на себя вопросы повышения эффективности работ по предотвращению пожаров на основе улучшения деятельности ГПС и особенно ее основного надзорно-профилактического органа – государственного пожарного надзора (ГПН). Работа такой сложной системы, как ГПН зависит от качества управленческой деятельности и ресурсов, необходимых для ее реализации. Между тем ГПН имеет относительно ограниченные ресурсы и время для упреждающего предотвращения пожаров. В результате этого существует большая потребность в применении актуальных цифровых технологий в надзорно-профилактической деятельности. Ускорение принятия решений, благодаря цифровизации и анализу собранных цифровых данных, может повысить обоснованность стратегических решений в области повышения эффективности профилактических мер.

В современных условиях увеличения числа особо опасных объектов система организации деятельности ГПН должна быть более динамичной, эффективной, иметь большее влияние на результативность работы, обеспечивая необходимую концентрацию внимания инспектора, потому что от этого зависит эффективность пожарно-профилактической деятельности ГПН.

Согласно Указу Президента Российской Федерации от 1 января 2018 г. № 2 «Об утверждении основ государственной политики Российской Федерации в области пожарной безопасности на период до 2030 года», в котором прописаны основные цели, задачи и приоритетные направления в области пожарной безопасности, а также механизмы их реализации, одним из основных факторов, влияющих на состояние пожарной безопасности, является уровень научного-технического и информационного обеспечения пожарной безопасности, в том числе уровень инновационной деятельности [4]. В целях повышения обеспечения пожарной безопасности проводится формирование новых подходов к организации и осуществлению надзорной деятельности.

Создание единой программы оценки соответствия объектов требованиям пожарной безопасности существенно упростит работу сотрудников ГПН, даст возможность оперативно и эффективно принимать решения по результатам проверки и улучшит результативность работы.

«SUPERVISION 2.0» – это мобильное приложение, которое упрощает и оптимизирует работу сотрудников ГПН благодаря применению информационных технологий.

Согласно принципам системности и комплексности проект состоит из четырех составных частей:

1. Приложение, которое содержит в себе программу оценки соблюдения организации гражданами требований пожарной безопасности и принятие мер по результатам проверки.

2. Система оценки соответствия объектов требованиям пожарной безопасности. Кластер информации, который содержит в себе все регламентирующие документы, определяющие деятельность ГПН, формулы и расчеты, справочные и консультативные данные.

3. База данных, которая содержит в себе информацию о проведенной работе на инспектируемом объекте с принятием мер по ее итогам.

4. Система оценки работы сотрудника ГПН в соответствии с приказом МЧС России от 15 января 2014 г. № 12 «Инструкция по проверке и оценке деятельности территориальных органов МЧС России» [5].

Принцип работы системы «SUPERVISION 2.0»:

В соответствии с ежегодным планом проведения плановых проверок (который предварительно загружен в программу и обновляется каждый год), программа автоматически составляет ежемесячный план проверок. Не позднее чем за 15 дней инспектору ГПН приходит сообщение, которое уведомляет его о том, какая проверка планируется, на каком объекте и сроки проведения проверки с целью уведомления инспектируемого объекта (также инспектор ГПН в ручном режиме может ознакомиться с планом проведения оценки соответствия объектов требованиям пожарной безопасности, итогами предыдущих проверок данного объекта и статистикой устранения выявленных нарушений).

За два–три часа до проведения пожарной инспекции сотруднику ГПН на планшет приходит уведомление, в котором содержится информация, куда и в какое время инспектору нужно явиться для проведения оценки соответствия объекта требованиям пожарной безопасности. Далее на интерактивной карте выстраивается маршрут следования до инспектируемого объекта. Приехав на объект, инспектор ГПН на карте открывает нажатием на соответствующий объект форму проверочного листа. Все несоответствия автоматически переносятся программой в акт и предписание (в соответствии с которым учреждению нужно устранить недостатки с указанием временных рамок). После заполнения всех граф программой производится расчет ключевых показателей для определения соответствия результатов проверки и регламентирующих документов. Далее программа автоматически опрашивает предписание по устранению несоответствий требований пожарной безопасности в личный кабинет портала Госуслуг (связано это с мобильностью и упрощением получения данного документа) юридического лица, ответственного за содержание объекта (заверенная электронной подписью инспектора ГПН). Заверенный электронной подписью инспектора ГПН документ, который содержит в себе всю

информацию о проверке, отправляется в единую базу данных.

Так же инспектор ГПН будет иметь возможность размещать в своем личном аккаунте приложения информацию о проведенной деятельности, которая направлена на профилактику и пропаганду культуры безопасности как на предприятии, так и в быту. Отслеживать статистику проделанной работы.

Не меньшее значение для профилактики и предупреждения дальнейшего распространения уже возникших пожаров имеют актуальные цифровые топографические карты, которые используются ГПС Российской Федерации в профилактической деятельности (рис. 3).

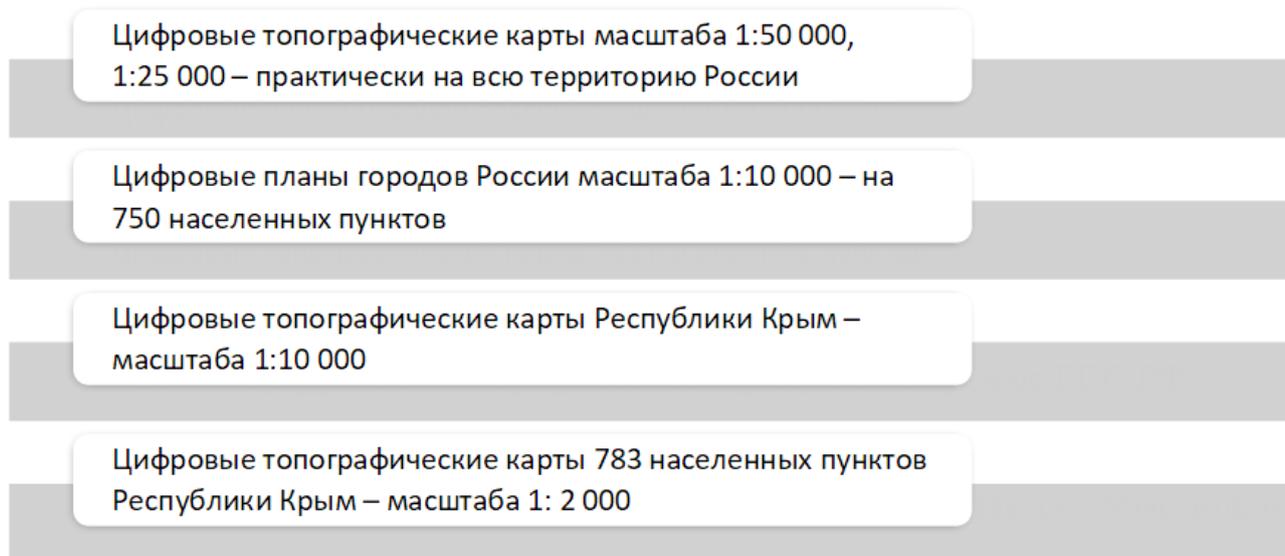


Рис. 3. Цифровые топографические карты, используемые ГПС Российской Федерации

Также следует отметить, что МЧС России является участником «Цифрового государственного управления». Министерство в электронном виде предоставляет 16 государственных услуг, нацеленных на обеспечение пожарной безопасности и мониторинга объектов защиты.

Активно автоматизируется деятельность инспекторов по пожарному надзору. В целях цифровизации их деятельности, МЧС России разработало специальную информационную систему, которая позволит улучшить механизм обмена информации между государственными инспекторами по пожарному надзору и проверяемыми предприятиями, торгово-развлекательными центрами и пр. Она же обеспечит более быстрое электронное взаимодействие между ГПС и другими ведомствами. А цифровая информация, собранная МЧС России, станет базой для проведения различных аналитических исследований. В 2020 г. эта информационная система уже эксплуатируется в некоторых органах управления, входящих в систему МЧС России. Полное внедрение системы позволит сформировать единую информационную систему надзорно-профилактической деятельности в России.

Ключевые возможности, вытекающие из оцифровки ГПН, заключаются в следующем (рис. 4).

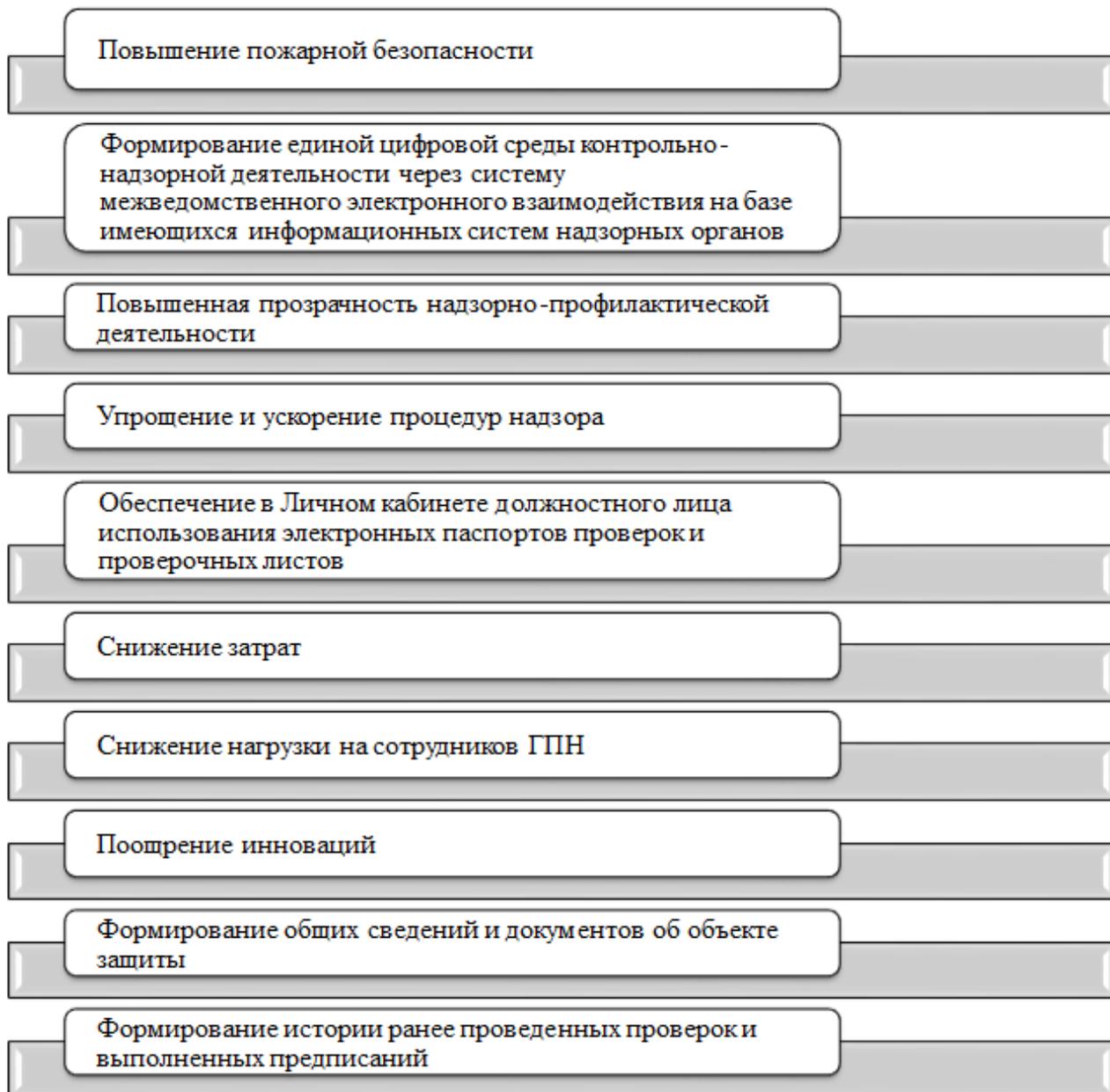


Рис. 4. Преимущества цифровизации ГПН

В целях совершенствования ГПН рекомендуется полностью обеспечить ГПС Российской Федерации цифровыми топографическими картами всех населенных пунктов, особенно, находящихся в зоне повышенного риска возгорания. Непосредственно в противопожарных работах следует использовать все возможные методы визуализации, такие как точечные данные, плотность ядра и картографическое отображение, которые следует применять комплексно (каждый метод имеет ограничения, но в комплексе они расширяют возможности для интерпретации и определения форм превентивных мер). Но главное – необходимо полностью внедрить разработанную МЧС России информационную систему и построить единую цифровую базу контрольно-надзорной деятельности, автоматизирующую систему учета и планирования надзорных и профилактических мероприятий в области повышения пожарной безопасности и пр. Дальнейшее внедрение цифровых технологий в надзорно-профилактическую деятельность позволит ГПС Российской Федерации повысить пожарную безопасность России, спасти

жизни тысяч людей, сохранить здания, лесные массивы; соответствовать целям, обозначенным в майских указах Президента; увеличить эффективность участия МЧС России в реализации семи национальных проектов из 12, включая проект «Цифровая экономика».

Литература

1. О состоянии защиты населения и территорий Российской Федерации от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в 2019 году: Государственный доклад. URL: <https://www.mchs.gov.ru/deyatelnost/itogi-deyatelnosti-mchs-rossii/2019>. (дата обращения: 10.11.2020).

2. О состоянии защиты населения и территорий Российской Федерации от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в 2018 году: Государственный доклад. URL: <https://www.mchs.gov.ru/deyatelnost/itogi-deyatelnosti-mchs-rossii/2018-god>. (дата обращения: 10.11.2020).

3. О состоянии защиты населения и территорий Российской Федерации от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в 2017 году: Государственный доклад. URL: <https://www.mchs.gov.ru/dokumenty/2424>. (дата обращения: 10.11.2020).

4. Об утверждении Основ государственной политики Российской Федерации в области пожарной безопасности на период до 2030 года: Указ Президента Рос. Федерации от 1 янв. 2018 г. № 2. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

5. Инструкция по проверке и оценке деятельности территориальных органов МЧС России: приказ МЧС России от 15 янв. 2014 г. № 12. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

References

1. O sostoyanii zashchity naseleniya i territorij Rossijskoj Federacii ot chrezvychajnyh situacij prirodnogo i tekhnogenного haraktera v 2019 godu: Gosudarstvennyj doklad. URL: <https://www.mchs.gov.ru/deyatelnost/itogi-deyatelnosti-mchs-rossii/2019>. (data obrashcheniya: 10.11.2020).

2. O sostoyanii zashchity naseleniya i territorij Rossijskoj Federacii ot chrezvychajnyh situacij prirodnogo i tekhnogenного haraktera v 2018 godu: Gosudarstvennyj doklad. URL: <https://www.mchs.gov.ru/deyatelnost/itogi-deyatelnosti-mchs-rossii/2018-god>. (data obrashcheniya: 10.11.2020).

3. O sostoyanii zashchity naseleniya i territorij Rossijskoj Federacii ot chrezvychajnyh situacij prirodnogo i tekhnogenного haraktera v 2017 godu: Gosudarstvennyj doklad. URL: <https://www.mchs.gov.ru/dokumenty/2424>. (data obrashcheniya: 10.11.2020).

4. Ob utverzhenii Osnov gosudarstvennoj politiki Rossijskoj Federacii v oblasti pozharnoj bezopasnosti na period do 2030 goda: Ukaz Prezidenta Ros. Federacii ot 1 yanv. 2018 g. № 2. Dostup iz sprav.-pravovoj sistemy «Konsul'tantPlyus».

5. Instrukciya po proverke i ocenke deyatel'nosti territorial'nyh organov MCHS Rossii: prikaz MCHS Rossii ot 15 yanv. 2014 g. № 12. Dostup iz sprav.-pravovoj sistemy «Konsul'tantPlyus».

БЕЗОПАСНОСТЬ КРИТИЧЕСКИ ВАЖНЫХ И ПОТЕНЦИАЛЬНО ОПАСНЫХ ОБЪЕКТОВ

УДК 678.029.34

ВЗАИМОСВЯЗЬ РЕЖИМА МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ С ПРОЦЕССАМИ ТЕРМИЧЕСКОЙ ДЕСТРУКЦИИ И ЕЕ ВЛИЯНИЕ НА ВЗРЫВОПОЖАРНУЮ ОПАСНОСТЬ

А.Ю. Андриюшкин, кандидат технических наук, доцент;

С.А. Мещеряков.

**Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ»
им. Д.Ф. Устинова.**

Е.Н. Кадочникова, кандидат технических наук, доцент.

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

Показана взаимосвязь режима механической обработки полимерных композиционных материалов, в частности скорости резания, с процессами термической деструкции обрабатываемой заготовки, со стойкостью обрабатывающего инструмента, а также его влияние на взрывопожарную опасность образующейся при резании стружки. Приведены эмпирические зависимости скорости резания от параметров резания при точении, фрезеровании, сверлении полимерных композиционных материалов.

Ключевые слова: композиционный материал, резание, механическая обработка

RELATIONSHIP OF MACHINING MODE WITH THERMAL DESTRUCTION PROCESSES AND ITS EFFECT ON EXPLOSION AND FIRE HAZARD

A.Yu. Andryushkin; S.A. Meshcheryakov.

Baltic state technical university «VOENMEH» of D.F. Ustinov.

E.N. Kadochnikova.

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

The interrelation between the mode of mechanical processing of polymer composite materials, in particular cutting speed with the processes of thermal destruction of the workpiece, the machine tool and its influence on the explosion hazard produced during the cutting of chips. Empirical dependences of the cutting speed on the cutting parameters during turning, milling, and drilling of polymer composite materials are given.

Keywords: composite material, cutting, mechanical processing

При производстве изделия из полимерных композиционных материалов (ПКМ) совмещены процессы его формообразования и формирования композиционного материала. Намотка, прессование, литье, экструзия и другие технологические методы дают высокую точность геометрических размеров изделия с высоким качеством поверхности. При этом сборка, стыковка, фиксация деталей и узлов из ПКМ в конструкции требует большого объема механической обработки: точение, фрезерование, сверление, разрезка, шлифование (зачистка), нарезание резьбы. Повышение качества и снижение себестоимости изготавливаемых из ПКМ деталей, узлов обусловлено применяемыми при их производстве

технологическими методами. Механическая обработка резанием остается одним из основных технологических методов формообразования при производстве изделий из ПКМ со сложной конфигурацией поверхностей.

Повышение технологических параметров с целью увеличения производительности процесса механической обработки ПКМ приводит к росту опасности возникновения взрывов и пожаров из-за подъема температуры в зоне резания и образования мелкой стружки. Для большинства полимеров температура самовоспламенения аэрозвесей лежит в диапазоне 350–600 °С, аэрогелей – 250–500 °С, при нижнем концентрационном пределе распространения пламени 30–50 г/м³. Отметим, что в зоне резания при высокоскоростной обработке ПКМ температура может подниматься до 300–400 °С и выше [1, 2].

На технико-экономические показатели механической обработки существенно влияет стойкость режущего инструмента, то есть время работы между двумя переточками.

Таким образом, актуальна задача экспериментального определения технологических параметров механической обработки ПКМ, в частности скорости резания, обуславливающей температуру в зоне резания.

При обработке не содержащего абразивного наполнителя ПКМ могут быть применены инструменты из быстрорежущей стали, которые используют для обработки традиционных металлов и сплавов. При наличии в ПКМ абразивного наполнителя инструмент из быстрорежущей стали интенсивно изнашивается и имеет низкую стойкость. Высокую стойкость при обработке ПКМ резанием имеют твердые сплавы. Твердые сплавы разделяют на три группы:

- однокарбидные, содержащие только карбиды вольфрама (группа ВК);
- двухкарбидные, содержащие карбиды вольфрама и титана (группа ТК);
- трехкарбидные, содержащие карбиды вольфрама, титана, тантала (группа ТТК).

Твердые сплавы, например, ВК8, ВК3М, Т5К12В, ТТ10К8Б, обладают высокой прочностью до 2 000 МПа, рабочая температура составляет до 1 000 °С, что обеспечивает высокую стойкость инструмента. При резании ПКМ стойкость инструментов из твердых сплавов превосходит стойкость инструментов из быстрорежущих сталей (P9, P6M5, P9, P12) в десятки раз, при этом скорость резания может быть увеличена в несколько раз. Для механической обработки ПКМ перспективно оснащение режущего инструмента твердосплавными пластинками из поликристаллических сверхтвердых материалов, например, металлокерамических твердых сплавов.

Необходимо отметить, что для обработки ПКМ с волокнистым наполнителем необходим остро заточенный инструмент, обладающий хорошей теплоотдачей. Например, на стойкость резцов и качество обработанной поверхности существенно влияет главный задний угол, составляющий 20–30 °; передний угол – 10–20 °; угол в плане – 30–45 °, а также радиус при вершине резца не более 1 мм [3–6].

Определение скорости резания при различных способах механической обработки ПКМ. Основные параметры режима механической обработки входят в выражение по определению скорости резания. Эмпирическая зависимость скорости резания ПКМ [3–9]:

$$v = \frac{C}{T^m \cdot t^x \cdot S^y \cdot B^u}, \quad (1)$$

где C , m , x , y , u – эмпирический коэффициент и показатели степени, зависящие от вида обрабатываемого материала, геометрии режущего инструмента, условий обработки; v – скорость резания, м/мин; T – период стойкости инструмента, мин; t – глубина резания, мм; S – подача, мм/об; B – ширина резания, мм.

Специфика выбора параметров режима резания при механической обработке ПКМ заключается в его существенной анизотропности, наличии высокопрочной арматуры, регулярно распределенной по объему полимерной матрицы. Глубина резания t выбирается с учетом припуска на обработку h . Максимальная глубина резания назначается равной

припуску при отсутствии ограничений на точность и шероховатость поверхности. В противном случае припуск снимается за два рабочих прохода: черновой $t_1=0,75 \cdot h$ и чистовой $t_2=0,75 \cdot h$. Величину подачи S выбирают с учетом требований к шероховатости поверхности и условий отсутствия сколов и прижогов. Выбор ширины резания B ограничивается жесткостью инструмента, его конструкцией и допустимой мощностью станка.

Рассмотрим наиболее часто применяемые способы механической обработки ПКМ [3–9].

Токарная обработка

Для определения скорости резания при токарной обработке ПКМ применяют аналогичное выражению (1) соотношение, учитывающее подачу, глубину обработки и стойкость инструмента (табл. 1) [2–7]:

$$v = \frac{C}{T^m \cdot t^x \cdot S^y},$$

где v – скорость резания при токарной обработке, м/мин.

Таблица 1. Коэффициент и показатели степени, подставляемые в формулу для расчета скорости резания v при токарной обработке

Обрабатываемый материал	Марка инструментального материала	C	m	x	y
Оргстекло	ВК8	147	0,38	0,33	0,45
Винипласт	ВК8	630	0,74	0,37	0,58
Фторопласт 4	ВК8	3723	1,1	0,36	0,68
Фенопласт К-18-2	ВК6М	554	0,3	0,26	0,38
Волокнит	ВК2	204	0,16	0,18	0,2
Гетинакс	ВК6М	5640	0,8	0,55	0,55
Текстолит	ВК8	2516	0,56	0,7	0,1
Стеклотекстолит	ВК2	187	0,18	0,09	0,66
Стеклотекстолит ФН	ВК2	476	0,18	0,02	0,09
Стеклопластик	ВК8	152	0,49	0,38	0,37
Органопластик	ВК8	357	0,31	0,05	0,18

Рекомендуемая стойкость резца T для быстрорежущих сталей 15, 30, 45, 60, 90, 120 мин; твердых сплавов 60, 90, 120, 150, 180 мин; сверхтвердых материалов 360, 480, 540, 720, 1440 мин.

Фрезерная обработка

На основе выражения (1) для фрезерованной обработки в зависимости от материала инструмента применяют выражения по определению скорости резания (табл. 2):

– из быстрорежущей стали [3–8]:

$$v = \frac{C_1 \cdot D^{0,34}}{T^{0,34} \cdot t^{0,42} \cdot S^{0,13}};$$

– из твердого сплава [3–8]:

$$v = \frac{C_2 \cdot D^{0,05}}{T^{0,5} \cdot t^{0,19} \cdot S^{0,13}} ;$$

– из поликристаллических сверхтвердых материалов (ПСТМ) [3–8]:

$$v = \frac{C_3 \cdot D^z}{T^m \cdot t^x \cdot S^y \cdot B^u} ,$$

где $C_1, C_2, C_3, z, m, x, y, u$ – эмпирические коэффициенты и показатели степени, зависящие от вида обрабатываемого материала, геометрии режущего инструмента, условий обработки; v – скорость резания при фрезерной обработке, м/мин; D – диаметр фрезы, мм.

В зависимости от условий работы и марки инструментального материала для стандартных фрез установлены зависимости по определению периода стойкости.

Для удобства расчетов числа замен и расхода инструментов на практике применяются следующие значения периода стойкости:

- быстрорежущие фрезы – $T=60, 120, 180, 240$ мин;
- твердосплавные фрезы – $T=240, 300, 420, 480$ мин;
- фрезы, оснащенные резцами из ПСТМ – $T=480, 720, 060, 1200, 1400, 1680$ мин.

Таблица 2. Коэффициенты и показатели степени, подставляемые в формулу для расчета скорости резания v при фрезерной обработке

Марка обрабатываемого материала	C_1	C_2	C_3	m	x	y	u	z
Гетинакс	3,24	90	$6,8 \cdot 10^{12}$	3,01	0,48	0,55	0,47	1
Текстолит	4,04	1148	$6,1 \cdot 10^{12}$	2,8	0,47	0,53	0,5	1
Стеклотекстолит	2,61	56,8	$5,8 \cdot 10^{12}$	3,3	0,53	0,5	0,43	1
Конструкционный стеклопластик	4,3	81,5	$8,3 \cdot 10^{10}$	2,6	0,16	0,7	0,8	1
Асбоцемент	1	2,43	$7,1 \cdot 10^{10}$	2,1	0,34	0,46	0,3	1
Углепластики	3,52	8,35	$6,5 \cdot 10^8$	3,1	0,41	0,4	0,38	1
Органопластики	1	2,74	$6,87 \cdot 10^{12}$	2,7	0,38	0,53	0,41	1
Боропластики	1	0,75	$3,5 \cdot 10^8$	3,4	0,51	0,65	0,44	1

Сверление отверстий

На основе выражения (1) при сверлении отверстий скорость резания определяют по формуле (табл. 3) [3–9]:

$$v = \frac{C \cdot d^k}{T^m \cdot S^y} ,$$

где v – скорость резания при сверлении, м/мин; C, k, m, y – эмпирический коэффициент и показатели степени, зависящие от вида обрабатываемого материала, геометрии режущего инструмента, условий обработки; d – диаметр сверла, мм.

Таблица 3. Коэффициент и показатели степени, подставляемые в формулу для расчета скорости резания v при сверлении отверстий

Обрабатываемый материал	Марка инструментального материала	C	k	m	y
Гетинакс	P6M5 (BK8)	51 (2220)	1,26 (1,2)	1,15 (0,78)	0,46 (0,43)
Текстолит	P6M5 (BK8)	64 (2770)	1,26 (1,2)	1,15 (0,78)	0,46 (0,43)
Волокнит	P6M5 (BK8)	39,5 (296)	0,82 (0,71)	0,83 (0,60)	0,27 (0,26)
Стеклотекстолит	P6M5 (BK8)	10,4 (125)	0,60 (1,16)	0,66 (1,24)	0,34 (0,98)
Стеклопластик	P6M5 (BK8)	12,6 (10,6)	0,14 (1,30)	0,60 (0,08)	0,28 (0,93)
Пресс-материал	P6M5 (BK8)	17,2 (208)	0,59 (0,71)	0,64 (0,60)	0,26 (0,26)
Фенопласт	P6M5 (BK8)	21,5 (125)	0,79 (0,71)	0,87 (0,60)	0,32 (0,26)
Асбестоцемент	P6M5 (BK8)	34,0 (900)	0,46 (1,20)	0,46 (1,05)	0,20 (0,38)
Боропластик	BK8	0,59	0,76	0,58	0,38

Рекомендуемые значения стойкости T сверл:

- для быстрорежущих сталей – 5, 10, 20, 60, 80, 120 мин;
- для твердых сплавов – 45, 60, 90, 120, 150, 180 мин;
- для сверхтвердых материалов – 180, 240, 280, 360, 480, 540 мин.

Таким образом, можно сделать следующий вывод, о том, что режим механической обработки (точение, сверление, фрезерование) в целом и, в частности скорость резания, определяют температуру в зоне резания, которая обуславливает процессы термической деструкции обрабатываемой заготовки, стойкость обрабатывающего инструмента, влияет на взрывопожарную опасность образующейся при резании стружки.

Литература

1. Структура и свойства композиционных материалов / К.И. Портной [и др.]. М.: Машиностроение, 1979. 255 с.
2. Берлин А.А., Гаращенко А.Н., Кульков А.А. Способы и средства обеспечения требуемых показателей пожаробезопасности конструкций из полимерных композитов (обзор) // Пожаровзрывобезопасность. 2019. № 2. С. 9–30.
3. Степанов А.А. Обработка резанием высокопрочных композиционных полимерных материалов. Л.: Машиностроение, 1987. 176 с.
4. Штучный В.П. Механическая обработка пластмасс: справочник. 2-е изд. перераб. и доп. М.: Машиностроение, 1979. 255 с.
5. Общемашиностроительные нормативы режимов резания, норм износа и расхода резцов, сверл и фрез при обработке неметаллических конструкционных материалов (пластмасс). М.: НИИмаш, 1982. 145 с.
6. Братухин А.Г., Боголюбов В.С., Сироткин О.С. Технология производства изделий и интегральных конструкций из композиционных материалов в машиностроении. М.: Готика, 2003. 516 с.
7. Руднев А.В., Королев А.А. Обработка резанием стеклопластиков. М.: Машиностроение, 1969. 120 с.
8. Бобров В.Ф. Основы теории резания металлов. М.: Машиностроение, 1975. 344 с.
9. Андрушкин А.Ю., Галинская О.О. Образование и обработка отверстий в производстве летательных аппаратов. СПб.: БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова, 2010. 61 с.

References

1. Struktura i svojstva kompozicionnyh materialov / K.I. Portnoj [i dr.]. M.: Mashinostroenie, 1979. 255 s.

2. Berlin A.A., Garashchenko A.N., Kul'kov A.A. Sposoby i sredstva obespecheniya trebuyemykh pokazatelej pozharobezопасnosti konstrukcij iz polimernyh kompozitov (obzor) // Pozharovzryvobezопасnost'. 2019. № 2. S. 9–30.
3. Stepanov A.A. Obrabotka rezaniem vysokoprochnyh kompozicionnyh polimernyh materialov. L.: Mashinostroenie, 1987. 176 s.
4. Shtuchnyj V.P. Mekhanicheskaya obrabotka plastmass: spravochnik. 2-e izd. pererab. i dop. M.: Mashinostroenie, 1979. 255 s.
5. Obshchemashinostroitel'nye normativy rezhimov rezaniya, norm iznosa i raskhoda rezcov, sverl i frez pri obrabotke nemetallicheskih konstrukcionnyh materialov (plastmass). M.: NIImash, 1982. 145 s.
6. Bratuhin A.G., Bogolyubov V.S., Sirotkin O.S. Tekhnologiya proizvodstva izdelij i integral'nyh konstrukcij iz kompozicionnyh materialov v mashinostroenii. M.: Gotika, 2003. 516 s.
7. Rudnev A.V., Korolev A.A. Obrabotka rezaniem stekloplastikov. M.: Mashinostroenie, 1969. 120 s.
8. Bobrov V.F. Osnovy teorii rezaniya metallov. M.: Mashinostroenie, 1975. 344 s.
9. Andryushkin A.Yu., Galinskaya O.O. Obrazovanie i obrabotka otverstij v proizvodstve letatel'nyh apparatov. SPb.: BGTU «VOENMEKH» im. D.F. Ustinova, 2010. 61 s.

УДК 614.846.6

МЕТОДИКА ТУШЕНИЯ ПОЖАРОВ НА ТРАНСПОРТЕ УНИВЕРСАЛЬНОЙ УСТАНОВКОЙ ПОЖАРОТУШЕНИЯ

М.Р. Сытдыков, кандидат технических наук, доцент;

А.Г. Шилов;

О.А. Рыбин, доктор технических наук, профессор.

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

Представлена методика тушения пожаров на транспорте универсальной установкой пожаротушения, сформулированная на основе проведенных испытаний макета экспериментальной универсальной установки пожаротушения. Представлена оценка эффективности макета экспериментальной универсальной установки пожаротушения, на основании которой была разработана методика тушения пожаров на транспорте универсальной установкой пожаротушения.

Ключевые слова: универсальная установка пожаротушения, макет, методика тушения, оценка эффективности, огнетушащее вещество, транспорт

METHOD OF EXTINGUISHING FIRES IN TRANSPORT WITH A UNIVERSAL FIRE EXTINGUISHING SYSTEM

M.R. Sytdykov; A.G. Shilov; O.A. Rybin.

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

The article presents a method for extinguishing fires in transport with a universal fire extinguishing system, formulated on the basis of tests conducted on the layout of an experimental a universal fire extinguishing system. The article presents an assessment of the effectiveness of the layout of an experimental universal fire extinguishing system, based on which a method for extinguishing fires in transport with a universal fire extinguishing system was developed.

Keyword: universal fire extinguishing system, layout, extinguishing method, efficiency assessment, fire extinguishing agent, transport

С каждым годом количество транспортных средств увеличивается, создаются и используются новые типы материалов в их конструкциях, что существенно усложняет процесс тушения. Не все виды транспортных средств используются в городских условиях, также они могут выполнять свои функции в особых климатических условиях, и отдалённых местах с малоразвитой инфраструктурой. Это означает, что чрезвычайные ситуации (ЧС) при их эксплуатации могут возникнуть как на земле, в воздухе, так и на воде. В некоторых случаях не получится ликвидировать очаг возгорания, просто залив его водой или пеной. В таких случаях необходимо учитывать вид транспортного средства, конструкцию, вид топлива, а также наличие дополнительных аккумуляторов (для транспортных средств с гибридными двигателями) [1].

Именно поэтому методы тушения пожаров на транспорте нуждаются в постоянном внимании и обновлении. При создании нового пожарно-технического вооружения (ПТВ) необходимы совершенно другие методы, отвечающие особенностям конструкций и характеристикам. Зачастую, таких методов вовсе не существует, и их необходимо создавать под конкретное устройство.

По статистике, самым опасным транспортным средством считается автомобиль. Автомобили используют не только для перевозки людей, но и не приспособленных для этого грузов, которые могут послужить причиной возникновения ДТП, а как следствие – возгорания и распространения огня.

Организовывая тушение пожаров на автомобильном транспорте, необходимо помнить о ряде важных особенностей:

- высокой скорости распространения пламени и температуре пожара;
- невысокой огнестойкости конструкций автомобилей (идет быстрый процесс плавления кузова);
- возможности взрыва газовых баллонов (транспорт с двигателями, приспособленными к работе на метане или пропане).

Для железнодорожного транспорта причины возникновения ЧС отличаются от автомобильного. Вместе с этим и масштабы происшествия будут более серьезными, поскольку свыше 40 % населения в России используют железнодорожный транспорт для перемещений по территории страны и ближнего зарубежья. На долю грузооборота приходится примерно 65 % от общего объема, большая часть которого это: легковоспламеняющиеся и горючие жидкости, твердые горючие вещества, опасные химические и радиоактивные вещества. Основными причинами возникновения ЧС являются:

- сход состава с рельсов;
- самовозгорание и взрыв пожароопасного груза;
- повреждение опасного груза;
- наезд на другое транспортное средство;
- столкновение поездов.

К железнодорожному транспорту также относится и метрополитен, выполняющий единственную функцию – перевозку людей. Ввиду подземного расположения, метрополитен является одним из самых сложных объектов в плане тушения пожара с высоким уровнем потенциальной смертности в случае возникновения ЧС. В замкнутом пространстве огонь распространяется быстрее, а продукты горения способны быстро заполнить свободное пространство.

Обстановка с авиационным транспортом куда сложнее прочих. Сейчас не будем говорить о пожарах внутри самолетов во время полётов, поскольку универсальная установка пожаротушения не подразумевает под собой расположения внутри самолетов с целью обеспечения пожарной безопасности. Главной целью универсальной установки пожаротушения (УУПТ) для авиатранспорта является обеспечение пожарной безопасности на земле. Главной угрозой является находящееся на борту авиатопливо в больших объемах. При экстренной посадке может произойти удар самолета о землю, в этом случае происходит повреждение баков и электропитания, топливо разливается и мгновенно воспламеняется. В такой ситуации пассажиры и экипаж отрезаны от эвакуационных путей.

В случае возникновения пожаров на судах необходимо в первую очередь понимать их расположение и удаленность от других судов и объектов инфраструктуры. При возгорании на открытой воде УУПТ следует располагать непосредственно на судне как оборудование, обеспечивающее пожарную безопасность в процессе эксплуатации, и на протяжении всего пути следования. Также УУПТ может находиться на территории порта [2].

Для тушения пожаров необходимо обеспечить выдачу запасов огнетушащего вещества (ОТВ) из сосудов УУПТ. Для каждого вида ОТВ этот процесс отличается. В описании процесса по выдаче ОТВ используются обозначения, представленные на схеме УУПТ (рис. 1).

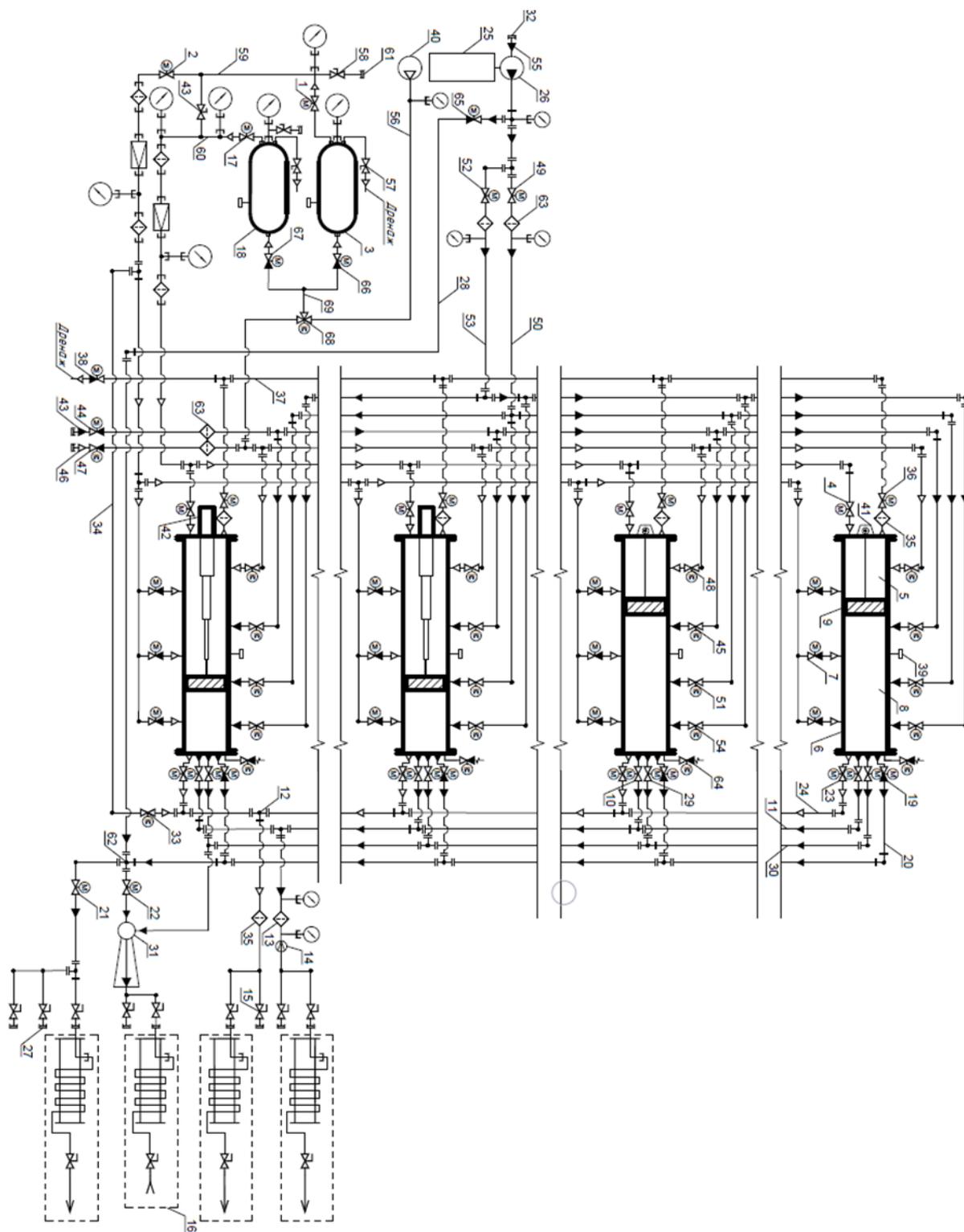


Рис. 1. Схема УПТ [3]:

- 1, 2, 4, 10, 17, 21, 22, 23, 29, 33, 34, 49, 52, 65 – задвижки с электроприводом; 3, 18 – модули газового тушения; 5 – полости сосудов для подачи газа на перемещение разделителей; 6 – сосуды в форме труб для хранения и вытеснения ОТВ (условно показаны только четыре сосуда по количеству видов ОТВ); 7 – задвижка с электроприводом и обратным клапаном системы аэрации порошка; 8 – полости сосудов для хранения и вытеснения запаса ОТВ; 9 – эластичные разделители сред; 11 – трубопровод выдачи твердых ОТВ (порошок); 12 – тройник соединения трубопроводов твердых и жидких ОТВ; 13 – фильтр-калибратор частиц порошка (со встроенным сборником отсеянных частиц); 14 – измеритель расхода аэрозоля; 15, 43, 57, 58 – краны шаровые; 16 – ручные стволы; 19, 38, 44, 47, 66, 67 – задвижки

с электроприводом и обратным клапаном; 20 – трубопровод выдачи жидких ОТВ (вода); 24 – трубопровод выдачи ОТВ (огнетушащего газа); 25 – двигатель внутреннего сгорания (дизельный); 26 – самовсасывающий центробежный насос; 27, 32, 61 – напорные патрубки; 28 – трубопровод выдачи воды из самовсасывающего центробежного насоса; 30 – трубопровод выдачи жидких ОТВ (пенообразователь); 31 – пеносмеситель; 34, 59, 60 – трубопровод подачи огнетушащего газа; 35 – фильтры воздушные дренажа; 37 – трубопровод дренажа; 39 – датчики наполнения сосудов ОТВ; 40 – компрессор воздушный; 41 – лебедка; 42 – гидравлический цилиндр; 43 – трубопровод загрузки твердых ОТВ (порошок); 45, 48, 51, 54 – задвижка с электроприводом системы наполнения сосудов ОТВ; 46 – трубопровод заправки огнетушащего газа; 50 – трубопровод загрузки жидких ОТВ (пенообразователь); 53 – трубопровод загрузки жидких ОТВ (вода); 55 – трубопровод забора жидких ОТВ; 56 – трубопровод заправки баллонов сжатым воздухом; 62 – тройник соединения трубопроводов твердых и жидких ОТВ; 63 – фильтры системы наполнения сосудов ОТВ; 64 – задвижка с электроприводом и обратным клапаном системы контроля давления в сосуде с ОТВ (имеет режимы: «контроль давления» с автоматическим срабатыванием, «открыто», «закрыто»); 68 – кран трехходовой с электроприводом; 69 – трубопровод заправки баллонов огнетушащим газом (ОГ)

Выдача огнетушащих порошковых составов. Открывается задвижка с электроприводом (17) и ОГ из баллонов (18) через задвижку с электроприводом (4) поступает в полость (5) сосуда (6), также открывается задвижка с электроприводом (1) и (2) для доставки ОГ из баллона (3) через задвижку с электроприводом и обратным клапаном (7) в полость (8), обеспечивая аэрацию порошка.

Давление газа в полости (5) будет обеспечивать движение разделителя (9) для вытеснения аэрированного порошка из полости (8), проходящего через задвижку с электроприводом (10) по трубопроводу выдачи (11), тройник (12), фильтр-калибратор (13), измеритель расхода (14), ручной кран (15) в ручной ствол (16).

Выдача воды. Открывается задвижка с электроприводом (17) и ОГ из баллонов (18) через задвижку с электроприводом (4) поступает в полость (5) сосуда (6), обеспечивая вытеснение воды из полости (8), путем движения разделителя (9). Вода проходит через задвижку с электроприводом и обратным клапаном (19) по трубопроводу выдачи (20), тройник (12), крестовину (62), задвижку с электроприводом (22), ручной кран (15) в ручной ствол (16).

В случае отсутствия воды в сосудах (6) используется выдача воды из внешних источников. Вода попадает из трубопровода забора жидких ОТВ (55) через напорный патрубок (32) в насос (26), проходит через тройник (12), трубопровод выдачи (28), задвижку с электроприводом и обратным клапаном (65), крестовину (62), задвижку с электроприводом (21), кран (15) и поступает в ручной ствол (16) или напорные патрубки (27).

Выдача ОГ. ОГ, находясь под давлением в сосуде (6), проходит через задвижку с электроприводом (23) по трубопроводу (24), тройник (12), ручной кран (15) в ручной ствол (16).

Выдача воздушно-механической пены. Воздушно-механическую пену получают за счет одновременного вытеснения воды и пенообразователя из содержащих их сосудов. Для этого открывается задвижка с электроприводом (17), ОГ из баллонов (18) через задвижку с электроприводом (4) поступает в полости (5) сосуда (6), перемещая разделители (9).

Вода и пенообразователь поступают из содержащих их сосудов через задвижку с электроприводом (29) для пенообразователя, задвижку с электроприводом и обратным клапаном (19) для воды, далее по трубопроводам (30) и (20) соответственно, крестовины (12) в пеносмеситель (31), затем через кран (15) поступает в ручной ствол (16) или напорные патрубки (27).

Образование раствора пенообразователя происходит в пеносмесителе (31). Регулировка концентрации раствора (кратность) осуществляется путем поворота ручки на пеносмесителе (31).

В случае отсутствия воды в сосудах (6) используется подвод воды из внешних источников. Вода попадает из трубопровода забора жидких ОТВ (55) через напорный патрубок (32) в насос (26), проходит через крестовину (12), трубопровод выдачи (28), задвижку с электроприводом и обратным клапаном (65), задвижку с электроприводом (22) в пеносмеситель (31), затем через кран (15) поступает в ручной ствол (16) или напорные патрубки (27).

Алгоритм применения УУПТ представлен на рис. 2.

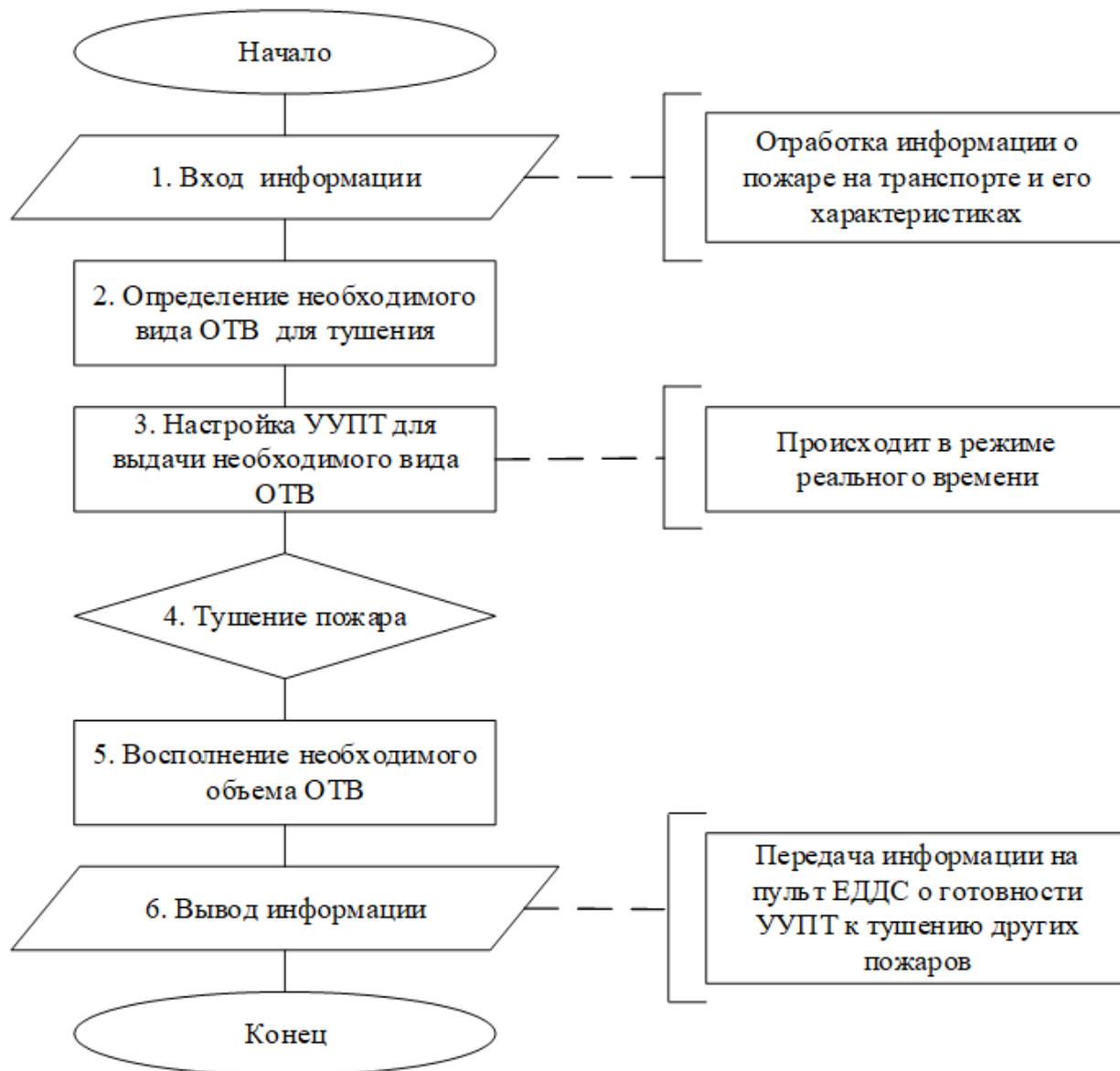


Рис. 2. Алгоритм тушения пожаров УУПТ (ЕДДС – единая дежурно-диспетчерская служба)

Любое создаваемое оборудование нуждается в оценке его эффективности по профилю применения. На основании системного подхода к проведению исследования, позволившего

произвести комплексное изучение установок пожаротушения как комплекса взаимосвязанных элементов (систему) с точки зрения системного анализа, возможно использовать методологию представления объектов в качестве системы и провести их анализ.

В теории систем [4–7] описаны три типа: простая, сложная и большая система. Простая система состоит только из элементов и компонентов, которые способны полностью описать ее свойства. Сложная система включает одну или несколько подсистем со своими целевыми функциями. И, наконец, большая система имеет многоуровневую иерархическую структуру из элементов различной природы. УУПТ по своей сложности может быть отнесена к большой технической системе, в структуре которой большое количество отдельных сложных технических элементов, которые взаимодействуют друг с другом для выполнения основных задач УУПТ. Все параметры этих сложных систем тесно связаны между собой. УУПТ может быть представлена в виде иерархической структуры подсистем различной сложности (рис. 3).

К подсистеме первого уровня можно отнести вид унифицированной оболочки, от которой напрямую зависит выбор варианта используемых сосудов, а также дополнительного оборудования, необходимого для обеспечения автономной работы. Это должно рассматриваться в разрезе ее конструктивных и эксплуатационных особенностей. На втором уровне должна рассматриваться сама установка пожаротушения, размещенная внутри унифицированной оболочки, которая, в целом, характеризует эффективность всей УУПТ. На последующих уровнях должны рассматриваться вспомогательные группы агрегатов, обеспечивающие полный цикл работы УУПТ: двигатель внутреннего сгорания (ДВС), насосная установка, емкости для хранения и выдачи ОТВ, запасы ОГ, пульт управления, ПТВ.



Рис. 3. Схема концепции УУПТ

При оценке УУПТ как большой системы считаем необходимым руководствоваться рядом критериев.

Адекватность – соответствие УУПТ потребностям подразделений федеральной противопожарной службы (ФПС) МЧС России, объектов защиты, населения, параметрам пожарной обстановки в гарнизонах и реальным условиям их удовлетворения, а также достигаемое разработкой, конструированием и реализацией готовой к применению УУПТ

нормативных, технологических, технических, организационных, оперативно-тактических мероприятий и связанных с применением соответствующих людских и технических ресурсов противопожарной службы [4–8].

Эффективность – свойство объекта (УУПТ), определяющее степень его адаптивности к использованию по назначению в заданном диапазоне условий эксплуатации.

Результативность – свойство, позволяющее оценить максимальную эффективность функционирования УУПТ при минимизации затрат на его содержание.

Конструкция и техническая компоновка УУПТ в некотором исполнении по представленным выше критериям может быть представлена в виде структурно-функциональной схемы связей [9] (рис. 4).

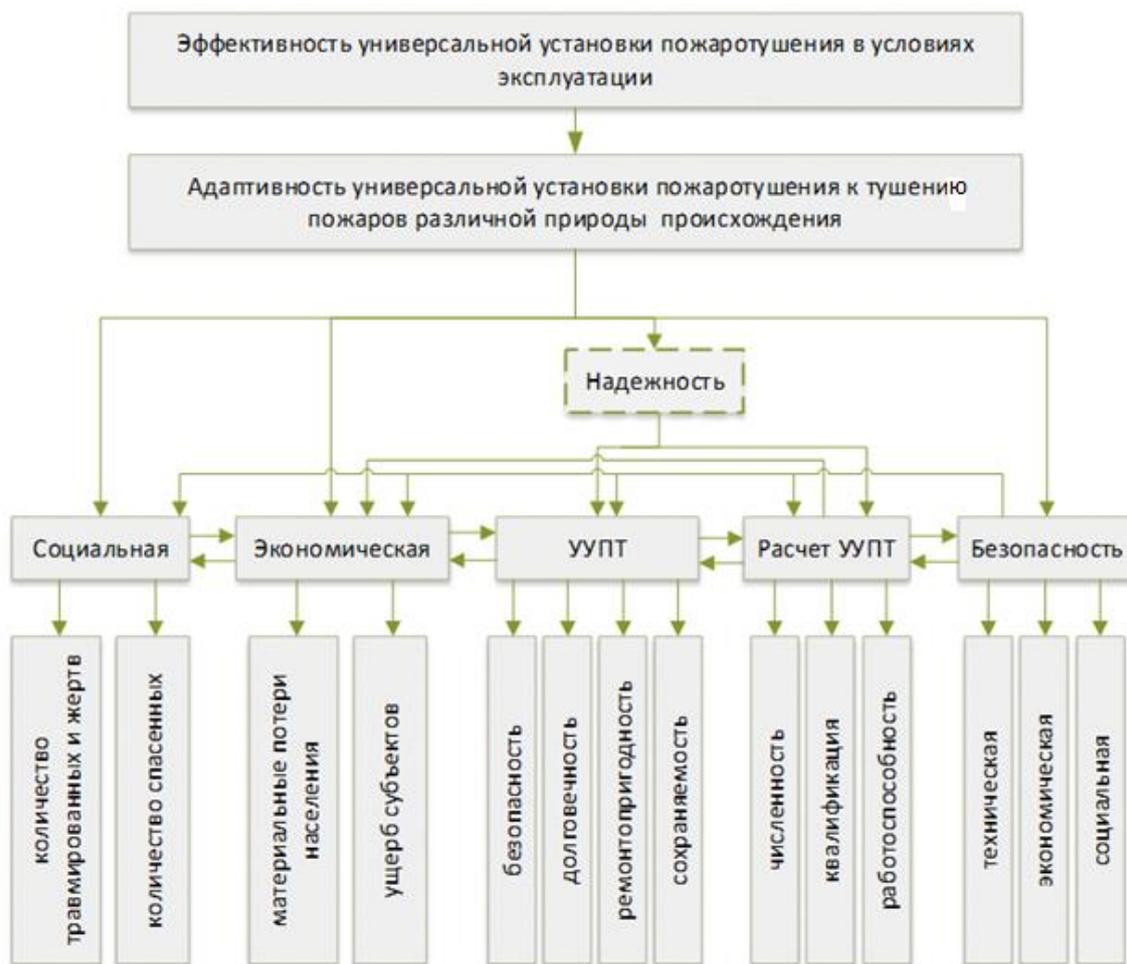


Рис. 4. Структурно-функциональная схема связей при рассмотрении адаптивности и эффективности функционирования УУПТ

Данные, представленные в статье, показывают:

- важность использованного макета экспериментальной УУПТ для разработки методики тушения пожаров на транспорте предлагаемой УУПТ;
- возможность создания УУПТ в масштабе для применения по назначению подразделениями ФПС МЧС России;
- реальность применения предлагаемой методики тушения пожаров на транспорте УУПТ.

Литература

1. Веттегрень В.И., Ложкин В.Н., Савин М.А. Эффективная эксплуатация основных пожарных автомобилей при низких температурах: монография. 2-е изд., перераб. и доп. Екатеринбург: УРИ ГПС МЧС России, 2019. 357 с.
2. Сытдыков М.Р., Шилов А.Г., Поляков А.С. О показателях результативности мобильных установок пожаротушения // Проблемы управления рисками в техносфере. 2020. № 1 (53). С. 37–43.
3. Универсальная установка пожаротушения МПК А62С 13/00 (2006.01): пат. 195837. Рос. Федерация / Кожевин Д.Ф., Поляков А.С., Сытдыков М.Р., Шилов А.Г.; заявитель и патентообладатель – Кожевин Д.Ф., Поляков А.С., Сытдыков М.Р., Шилов А.Г. № 2019130908, заяв. 30.09.2019; опубл. 06.02.2020, Бюл. №4-2020, 06.02.2020.
4. Антонов А.В. Системный анализ: учеб. для вузов. М.: Высш. шк., 2004. 454 с.
5. Дружинин В.В. Вопросы военной системотехники. М.: Воениздат, 1976. 224 с.
6. Брушлинский Н.Н. Системный анализ деятельности Государственной противопожарной службы: учебник. М.: МИПБ МВД России, 1998. 258 с.
7. Белов П.Г. Системный анализ и моделирование опасных процессов в техносфере: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений. М.: Изд. центр «Академия», 2011. 512 с.
8. Бояршинов А.П., Ишков А.М., Теличка В.П. Техническая эксплуатация автомобилей в условиях Севера: учеб. пособие. Якутск: Изд-во Якутск. ун-та, 1996. 274 с.
9. Тушение пожаров на транспорте. URL: <https://storeint.ru/sredstva-i-sposob-tusheniya-pozharov-na-transporte/> (дата обращения: 28.05.2020).

References

1. Vettegren' V.I., Lozhkin V.N., Savin M.A. Effektivnaya ekspluatatsiya osnovnykh pozharnykh avtomobilej pri nizkih temperaturah: monografiya. 2-e izd., pererab. i dop. Ekaterinburg: UrI GPS MCHS Rossii, 2019. 357 s.
2. Sytdykov M.R., Shilov A.G., Polyakov A.S. O pokazatelyah rezul'tativnosti mobil'nyh ustanovok pozharotusheniya // Problemy upravleniya riskami v tekhnosfere. 2020. № 1 (53). S. 37–43.
3. Universal'naya ustanovka pozharotusheniya MPK A62C 13/00 (2006.01): pat. 195837. Ros. Federaciya / Kozhevin D.F., Polyakov A.S., Sytdykov M.R., Shilov A.G.; zayavitel' i patentoobladatel' – Kozhevin D.F., Polyakov A.S., Sytdykov M.R., Shilov A.G. № 2019130908, zayav. 30.09.2019; opubl. 06.02.2020, Byul. №4-2020, 06.02.2020.
4. Antonov A.V. Sistemnyj analiz: ucheb. dlya vuzov. M.: Vyssh. shk., 2004. 454 s.
5. Druzhinin V.V. Voprosy voennoj sistemotekhniki. M.: Voenizdat, 1976. 224 s.
6. Brushlinskij N.N. Sistemnyj analiz deyatel'nosti Gosudarstvennoj protivopozharnoj sluzhby: uchebnik. M.: MIPB MVD Rossii, 1998. 258 s.
7. Belov P.G. Sistemnyj analiz i modelirovanie opasnykh processov v tekhnosfere: ucheb. posobie dlya stud. vyssh. ucheb. zavedenij. M.: Izd. centr «Akademiya», 2011. 512 s.
8. Boyarshinov A.P., Ishkov A.M., Telichka V.P. Tekhnicheskaya ekspluatatsiya avtomobilej v usloviyah Severa: ucheb. posobie. Yakutsk: Izd-vo YAkutsk. un-ta, 1996. 274 s.
9. Tushenie pozharov na transporte. URL: <https://storeint.ru/sredstva-i-sposob-tusheniya-pozharov-na-transporte/> (data obrashcheniya: 28.05.2020).

УДК 656.13

МЕТОД ПРОГНОЗИРОВАНИЯ И МОНИТОРИНГА ЧРЕЗВЫЧАЙНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ АВТОТРАНСПОРТА НА НАСЕЛЕНИЕ ГОРОДОВ АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЫ

Б.В. Гавкалюк, кандидат технических наук, доцент;

И.А. Онищенко.

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

Описывается метод экспериментально-расчетного прогнозирования и мониторинга чрезвычайного воздействия автотранспорта на население городов Арктической зоны, учитывающий экстремально высокие выбросы поллютантов на режимах пуска и прогрева двигателя и выпускной системы в условиях отрицательных температур. Кроме того, представлены результаты его апробации на примере определения количественных характеристик эмиссии угарного газа, углеводородов и оксидов азота современными легковыми дизельными и бензиновыми автомобилями экологических классов Евро 3 – Евро 5 в климатических условиях Арктики.

Ключевые слова: чрезвычайная ситуация, Арктическая зона, загрязнение воздуха, автотранспорт, экстремальные климатические условия

METHOD FOR FORECASTING AND MONITORING THE EMERGENCY IMPACT OF VEHICLES ON THE POPULATION OF CITIES IN THE ARCTIC ZONE

B.V. Gavkaluk; I.A. Onischenko.

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

The article describes a method of experimental and computational forecasting and monitoring of the emergency impact of vehicles emissions on the population of the cities of the Arctic zone. It takes into account extremely high emissions of pollutants at cold start and warm up at extremely low ambient temperature. In addition, the paper presents the results of its approbation, namely, determining the quantitative characteristics of the emission of carbon monoxide, hydrocarbons and nitrogen oxides by diesel and gasoline Euro 3 – Euro 5 passenger cars in the Arctic climate.

Keywords: emergency, Arctic zone, air pollution, road transport, extreme climatic conditions

Природные условия Арктики сами по себе оказывают негативное влияние на здоровье населения. Суровый климат, экстремально низкая температура окружающей среды, экстремально низкая инсоляция («световой голод») во время полярной ночи вызывают истощение организма человека, сужение его пределов толерантности. Дополнительное негативное воздействие, оказываемое на население загрязнением воздушной среды, усугубляет риск преждевременного развития патологических изменений и может приводить к преждевременной смертности [1–3].

Загрязнение атмосферы урбанизированных территорий Арктики связано, главным образом, с деятельностью тяжелой и горнодобывающей промышленности. В то же время в последние два десятилетия существенно выросла роль автотранспорта, о чем свидетельствуют количественные показатели качества воздуха по уровню загрязнения основными поллютантами [4, 5]. В г. Мурманске в 2018–2019 гг. зимой имели место

превышения концентрации оксидов азота и монооксида углерода до 2 ПДК_{МР}, и наблюдалась высокая среднемесячная концентрация бенз(а)пирена – 2,5 ПДК_{СС}. В г. Архангельске, согласно отчету [5], в зимний период 2019 г. концентрация NO₂ все время находилась на уровне 2 ПДК_{СС}, а в январе был зафиксирован чрезвычайно высокий уровень бенз(а)пирена – 13,9 ПДК_{МР}. Город Норильск постоянно входит в антирекордный список городов России с крайне высоким загрязнением атмосферного воздуха [5].

Анализ данных экспериментального мониторинга свидетельствует о том, что уровень загрязнения воздуха зимой значительно выше, чем летом. Это может быть связано с деятельностью предприятий теплоэнергетики и возрастанием автотранспортных выбросов в условиях низких температур.

Последняя из проблем, несмотря на свою актуальность, изучена слабо.

Разработка экспериментально-расчетного метода для мониторинга и прогнозирования чрезвычайного воздействия выбросов современных автомобилей на жителей городов Арктической зоны с учетом каталитической трансформации поллютантов оказалась актуальной и своевременной.

Предложенный метод учитывает зависимость снижения эффективности терموкаталитических конверторов современных автомобилей на режимах пуска и прогрева двигателя и выпускной системы автомобиля от температуры окружающей среды, а также включает физико-математическую модель каталитической трансформации примесных компонентов отработавших газов, построенную на теоретических представлениях о переносе тепла и веществ, а также кинетической теории катализа.

Катализ складывается из процессов изменения вещества и энергетических характеристик системы. Он включает, с одной стороны, адсорбцию веществ в активном слое, последующую их каталитическую трансформацию, транспортировку продуктов реакции в пространство канала, а с другой стороны, теплопередачу от газа твердой фазе и, наоборот, теплоперенос, тепловыделение в результате экзотермических реакций превращения вредных веществ. В общем случае уравнения материального и энергетического баланса для реагирующих веществ могут быть представлена в следующих аналитических формах [6, 7]:

– в газовой фазе:

$$\frac{\partial T}{\partial t} + U \frac{\partial T}{\partial x} + V \frac{\partial T}{\partial y} + W \frac{\partial T}{\partial z} = a_x \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + a_y \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} + a_z \frac{\partial^2 T}{\partial z^2} + \frac{q'}{\partial z^2}; \quad (1)$$

$$\frac{\partial C}{\partial t} + U \frac{\partial C}{\partial x} + V \frac{\partial C}{\partial y} + W \frac{\partial C}{\partial z} = D_x \frac{\partial^2 C}{\partial x^2} + D_y \frac{\partial^2 C}{\partial y^2} + D_z \frac{\partial^2 C}{\partial z^2} + r'; \quad (2)$$

– в активном слое:

$$\frac{dC_{CO}}{dt} = \frac{k_{CO} C_{CO} (C_{O_2} + C_{O_{2,s}})}{F(c,T)}; \quad (3)$$

$$\frac{dC_{CH}}{dt} = \frac{k_{CH} C_{CH} (C_{O_2} + C_{O_{2,s}})}{F(c,T)}; \quad (4)$$

$$\frac{dC_{NO_X}}{dt} = \frac{k_{NO_X} C_{NO_X}}{F(c,T)}; \quad (5)$$

$$F(c,T) = (1 + K_1 C_{CO} + K_2^2 C_{CH})^2 \cdot (1 + K_2 C_{CO}^2 C_{CH}^2) \cdot (1 + K_4 C_{NO_X}^{0.7}); \quad (6)$$

– адсорбция:

$$\frac{dC_{O_{2,s}}}{dt} = k C_{O_2} (C_S - C_{O_{2,s}}), \quad (7)$$

где a – коэффициент температуропроводности; C – концентрация вещества; D – постоянная диффузии; F – корректирующая функция; k – константа скорости реакции; K – постоянная

адсорбции; q' – теплота, выделяющаяся при каталитической реакции; g' – вещество, образующееся при каталитической реакции; t – время; T – температура; U, V, W – координаты скорости; x, y, z – пространственные координаты; s – адсорбция; S – состояние насыщения.

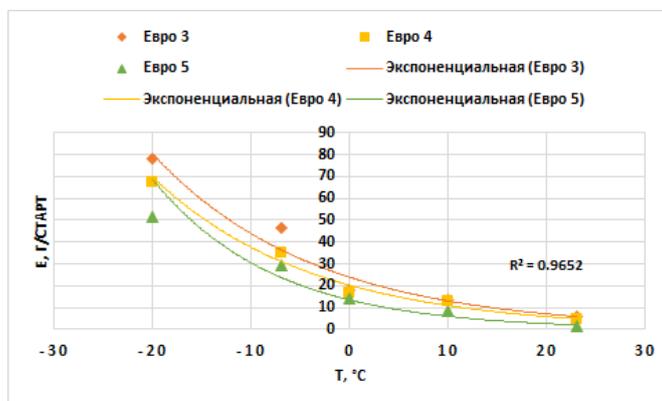
В уравнении (1) первый член отражает локальные изменения температуры, а в уравнении (2) – концентрации вещества в газовой фазе. При этом предполагается полный теплообмен между газом и промежуточным слоем, который определяет температуру пористой структуры. Следующие три слагаемых (2) представляют перенос вещества в потоке газа. Перенос перпендикулярно направлению потока осуществляется посредством диффузии (первые три слагаемых правой части). Последние слагаемые отражают массовые (2) и энергетические (1) изменения на поверхности активного слоя, в основе которых лежат экзотермические реакции.

Реакции превращения поллютантов протекают в каталитически активных центрах на поверхности промежуточного слоя. Химическому превращению предшествует адсорбция реагентов на поверхности катализатора. Скорость реакции зависит от распределения компонентов вещества на поверхности, которое, в свою очередь, зависит от десорбции продуктов реакции. Такое уравнение (2) выражает суммарный эффект от адсорбции, реакции и десорбции, который определяет локальную скорость реакции в активном слое.

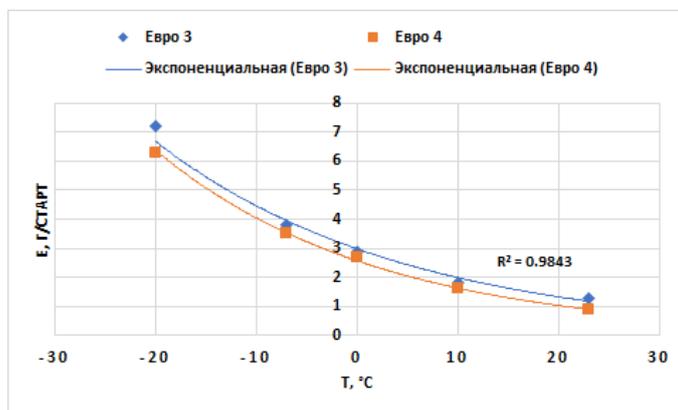
Уравнения (3–5) представляют выражения для скорости каталитической трансформации CO, CH и NO_x, выведенных на основе кинетики Лэнгмюра-Хиншельвуда; уравнение (6) – выражение для фактора ингибирования каталитического процесса; уравнение (7) – уравнение адсорбции кислорода.

Разработанная модель была верифицирована и оптимизирована по результатам экспериментальных исследований, в которых было задействовано 13 легковых бензиновых автомобилей экологических классов Евро 3, Евро 4 и Евро 5 и три легковых дизельных автомобиля Евро 3 и Евро 4. Измерения концентраций CO, CH и NO_x проводили с использованием соответствующего газоаналитического оборудования (газоанализаторов Testo-300 XXL (Testo/Германия), «Инфракар 10.02» (ООО «Альфа-динамика»/Россия) на автомобилях с холодными двигателями, находившимися в состоянии покоя до испытаний не менее шести часов при положительной температуре окружающей среды и не менее трех часов – при отрицательной. Измерения проводили при температурах наружного воздуха -20 °С, -7 °С, 0 °С, +10 °С, +23 °С. Каждую серию экспериментов повторяли от трех до пяти раз.

В качестве примера на рис. 1, 2 представлены результаты экспериментально-расчетной оценки влияния температуры окружающей среды на выбросы CO, CH с отработавшими газами (ОГ) легковых автомобилей экологических классов Евро 3 – Евро 5 при работе двигателя и выпускной системы в режиме пуска и прогрева.

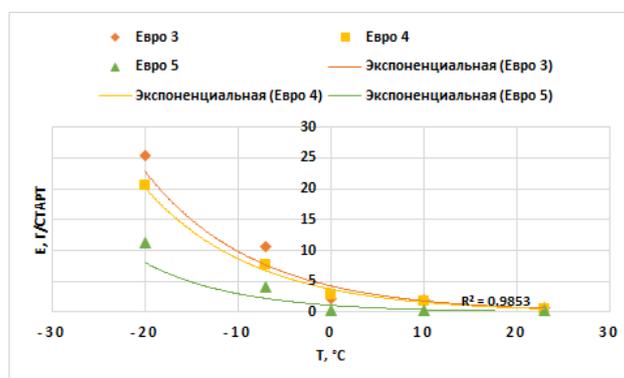


а)

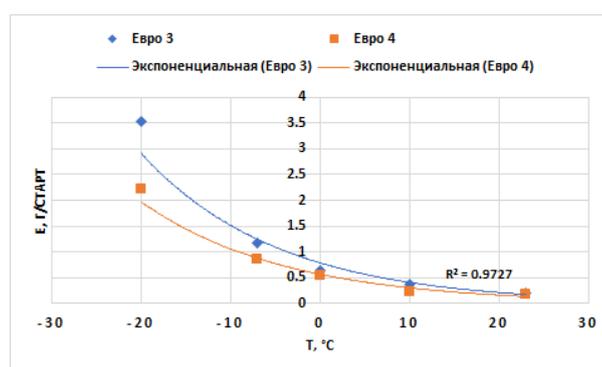


б)

Рис. 1. Эмиссия угарного газа, г/старт, бензиновыми (а) и дизельными (б) двигателями легковых автомобилей при пуске и прогреве двигателя и выпускной системы ОГ в зависимости от температуры наружного воздуха



а)



б)

Рис. 2. Эмиссия углеводородов, г/старт, бензиновыми (а) и дизельными (б) двигателями легковых автомобилей при пуске и прогреве двигателя и выпускной системы ОГ в зависимости от температуры наружного воздуха

Результаты проведенных экспериментально-расчетных исследований показали, что выбросы опасных компонентов современных бензиновых и дизельных легковых

автомобилей эффективно снижаются с помощью каталитических нейтрализаторов, за исключением режима холодного пуска и прогрева двигателя и выпускной системы ОГ. Эффективность каталитических нейтрализаторов в период старта и прогрева существенно зависит от температуры окружающей среды:

– для автомобилей с бензиновыми двигателями экологических классов Евро 3, Евро 4 и Евро 5 при температуре $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ количество CO, эмитируемое за время прогрева двигателя, соответственно в 12,8, 14,9 и 34,5 раза выше, чем при температуре $23\text{ }^{\circ}\text{C}$;

– количество CH – выше в 35,6, 40,8 и 49,2 раза соответственно. В отличие от CO и CH, показатели выбросов NO_x в режиме пуска двигателя значительно в меньшей степени различались для экологических классов Евро 3 – Евро 5 и в значительно меньшей степени зависели от температуры наружного воздуха.

Для автомобилей с дизельными двигателями также прослеживалась тенденция роста выбросов CO, CH и NO_x по мере снижения температуры окружающей среды, но, ожидаемо, значительно менее выраженная – отношение показателей выбросов по CO, CH и NO_x при $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ и $23\text{ }^{\circ}\text{C}$ составили соответственно 5,5–7,1, 13,7–16,7 и 4,5–4,8 раз.

Результаты расчета хорошо согласуются с собственными экспериментальными данными [8, 9] и данными, опубликованными в открытой печати зарубежными учеными [10, 11], что позволило их использовать при разработке официальных методических рекомендаций для расчетов загрязнения атмосферы, в том числе «Методики определения выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух от передвижных источников для проведения сводных расчетов загрязнения атмосферного воздуха», утвержденной приказом Минприроды России от 27 ноября 2019 г. № 804, зарегистрированной в Минюсте России 24 декабря 2019 г. № 56957 и вступившей в действие 6 января 2020 г.

Литература

1. Ложкин В.Н., Ложкина О.В., Гавкалюк Б.В. Методические подходы контроля промышленной санитарно-гигиенической безопасности транспортных и стационарных дизельных установок в Арктике // Проблемы управления рисками в техносфере. 2019. № 2 (50). С. 58–64.
2. Российский и международный опыт разработки планов действий по защите здоровья населения от климатических рисков / Б.А. Ревич // Гигиена и санитария. 2020. Т. 99. № 2. С. 176–181.
3. Ревич Б.А. Риски здоровью населения в «горячих точках» от химического загрязнения арктического макрорегиона // Проблемы прогнозирования. 2020. № 2 (179). С. 148–157.
4. Обзор состояния и загрязнения окружающей среды в Российской Федерации за 2018 год. М.: Росгидромет, 2019. 225 с.
5. О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2017 году: Государственный доклад // Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации. URL: <https://gosdoklad-ecology.ru/2017/arkticheskaya-zona-rossiyskoy-federatsii/sostoyanie-okruzhayushchey-sredy/> (дата обращения: 20.11.2020).
6. Ложкин В.Н., Онищенко И.А., Ложкина О.В. Уточненная аналитическая модель катализа отработавших газов в условиях низких температур // Науч.-аналит. журн. «Вестник С.-Петербур. ун-та ГПС МЧС России». 2017. № 4. С. 78–85.
7. Ложкин В.Н., Онищенко И.А., Ложкина О.В. Расчетное исследование пожароопасных режимов работы каталитических нейтрализаторов в условиях Арктики // Науч.-аналит. журн. «Вестник С.-Петербур. ун-та ГПС МЧС России». 2016. № 3. С. 7–14.
8. Ложкина О.В., Онищенко И.А. Анализ опасного загрязнения атмосферного воздуха крупных городов Арктической зоны отработавшими газами транспортных средств // Проблемы управления рисками в техносфере. 2020. № 3 (55). С. 20–26.
9. Ложкина О.В., Онищенко И.А. Методика оценки выбросов опасных компонентов отработавших газов при пуске и прогреве двигателей автотранспортных средств

в климатических условиях Арктики // Науч.-аналит. журн. «Вестник С.-Петербур. ун-та ГПС МЧС России». 2020. № 3. С. 30–37.

10. Weilenmann M., Favez J.-Y., Alvarez R. Cold-start emissions of modern passenger cars at different low ambient temperatures and their evolution over vehicle legislation categories // Atmospheric Environment. 2009. V. 43. P. 2419–2429.

11. Weilenmann M., 2005. Regulated and nonregulated diesel and gasoline cold-start emissions at different temperatures // Atmospheric Environment. 2005. V. 39. P. 2433–2441.

References

1. Lozhkin V.N., Lozhkina O.V., Gavkalyuk B.V. Metodicheskie podhody kontrolya promyshlennoj sanitarno-gigienicheskoj bezopasnosti transportnyh i stacionarnyh dizel'nyh ustanovok v Arktike // Problemy upravleniya riskami v tekhnosfere. 2019. № 2 (50). S. 58–64.

2. Rossijskij i mezhdunarodnyj opyt razrabotki planov dejstvij po zashchite zdorov'ya naseleniya ot klimaticheskikh riskov / B.A. Revich [et al.] // Gigiena i sanitariya. 2020. T. 99. № 2. S. 176–181.

3. Revich B.A. Riski zdorov'yu naseleniya v «goryachih tochkah» ot himicheskogo zagryazneniya arkticheskogo makroregiona // Problemy prognozirovaniya. 2020. № 2 (179). S. 148–157.

4. Obzor sostoyaniya i zagryazneniya okruzhayushchej sredy v Rossijskoj Federacii za 2018 god. M.: Rosgidromet, 2019. 225 s.

5. O sostoyanii i ob ohrane okruzhayushchej sredy Rossijskoj Federacii v 2017 godu: Gosudarstvennyj doklad // Ministerstvo prirodnyh resursov i ekologii Rossijskoj Federacii. URL: <https://gosdoklad-ecology.ru/2017/arkticheskaya-zona-rossiyskoj-federatsii/sostoyanie-okruzhayushchej-sredy/> (data obrashcheniya: 20.11.2020).

6. Lozhkin V.N., Onishchenko I.A., Lozhkina O.V. Utochnennaya analiticheskaya model' kataliza otrabotavshih gazov v usloviyah nizkih temperatur // Nauch.-analit. zhurn. «Vestnik S.-Peterb. un-ta GPS MCHS Rossii». 2017. № 4. S. 78–85.

7. Lozhkin V.N., Onishchenko I.A., Lozhkina O.V. Raschetnoe issledovanie pozharoopasnyh rezhimov raboty kataliticheskikh nejtralizatorov v usloviyah Arktiki // Nauch.-analit. zhurn. «Vestnik S.-Peterb. un-ta GPS MCHS Rossii». 2016. № 3. S. 7–14.

8. Lozhkina O.V., Onishchenko I.A. Analiz opasnogo zagryazneniya atmosfernogo vozduha krupnyh gorodov Arkticheskoy zony otrabotavshimi gazami transportnyh sredstv // Problemy upravleniya riskami v tekhnosfere. 2020. № 3 (55). S. 20–26.

9. Lozhkina O.V., Onishchenko I.A. Metodika ocenki vybrosov opasnyh komponentov otrabotavshih gazov pri puske i progreve dvigatelej avtotransportnyh sredstv v klimaticheskikh usloviyah Arktiki // Nauch.-analit. zhurn. «Vestnik S.-Peterb. un-ta GPS MCHS Rossii». 2020. № 3. S. 30–37.

10. Weilenmann M., Favez J.-Y., Alvarez R. Cold-start emissions of modern passenger cars at different low ambient temperatures and their evolution over vehicle legislation categories // Atmospheric Environment. 2009. V. 43. P. 2419–2429.

11. Weilenmann M., 2005. Regulated and nonregulated diesel and gasoline cold-start emissions at different temperatures // Atmospheric Environment. 2005. V. 39. P. 2433–2441.

ПОЖАРНАЯ ТАКТИКА, ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОЦЕССОВ ГОРЕНИЯ И ТУШЕНИЯ

УДК 614.842/847

ОБ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПЕРЕНОСНЫХ ОГNETУШИТЕЛЕЙ ПРИ ТУШЕНИИ ТВЕРДЫХ ГОРЮЧИХ МАТЕРИАЛОВ АВТОМОБИЛЕЙ

Д.С. Куприн;

**А.С. Поляков, доктор технических наук, профессор,
заслуженный деятель науки Российской Федерации.**

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

Рассмотрены основные подходы к оценке эффективности огнетушителей. Представлен вывод формулы безразмерного показателя эффективности переносных огнетушителей. Приведены результаты экспериментов по определению угла наклона поверхности очага пожара, при котором на ней удерживается наносимое при пожаре огнетушащее вещество. Получены результаты сравнительных огневых испытаний огнетушителей порошковых и с быстротвердеющей пеной. Проведено сравнение их эффективности с помощью сформированного показателя эффективности.

Ключевые слова: показатель эффективности, огнетушитель, быстротвердеющая пена, огнетушащий порошок, тушение пожара, испытания

ABOUT EFFICIENCY OF HANDLE FIRE-EXTINGUISHERS FOR THE AUTOMOBILE SOLID COMBUSTIBLE MATERIALS FIRE-EXTINGUISHING

D.S. Kuprin; A.S. Polyakov.

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

In the article main approaches of the fire-extinguishers efficiency evaluation are considered. The formula derivation for the non-dimensional index of the handle fire-extinguishers efficiency is presented. Results of the experimental evaluation of the slope of the fire asset surface on which fire-extinguishing substance is able to be hold on during the fire are shown. Results of the comparative fire tests of the powder fire-extinguishers and fire-extinguishers with fast-hardening foam are received. Comparison of these fire-extinguishers efficiency is made with using of the developed efficiency index.

Keywords: efficiency index, fire-extinguisher, fast-hardening foam, fire-extinguishing powder, fire-fighting, tests

Эффективность изделия определяется отношением полученного результата к затратам, потраченным для его достижения. В связи с этим эффективность переносных огнетушителей рассмотрена в следующей последовательности:

- проанализированы существующие взгляды к определению эффективности огнетушителей;
- сформировано аналитическое выражение показателя эффективности огнетушителей;
- проведена экспериментальная проверка аналитического выражения показателя эффективности огнетушителей.

1. Обзор существующих взглядов по определению эффективности огнетушителей.

Существует достаточно широкий спектр различных огнетушителей [1–3]. Для проведения адекватного сравнения их эффективности необходимы методики ее определения.

Разные ученые определяют эффективность огнетушителей различными путями [4–8].

Пивоваров В.В. показал, что время тушения связано с интенсивностью подачи огнетушащего состава соотношением [4]:

$$\tau_T = \frac{(h + \beta g)\varphi}{g - g_{кр}},$$

где τ_T – время тушения, [с]; h – толщина слоя огнетушащего состава, [м]; β – коэффициент пропорциональности, [м²/с*кг]; g – интенсивность подачи огнетушащего состава, [кг/м²*с]; $g_{кр}$ – критическая интенсивность подачи огнетушащего состава, [кг/м²*с]; φ – огнетушащая концентрация, [кг/м³].

Кроме того, им выявлена взаимосвязь между оптимальной и критической интенсивностью подачи:

$$g = 2,4 - g_{кр}.$$

Также установлено, что расчет минимального удельного расхода следует проводить по следующей формуле:

$$q_{min} = 5,8h\varphi.$$

Отмечается, что разработанная методика не дает возможности провести комплексную оценку уровня качества огнетушителей. Интегральный показатель, полученный в итоге на основе регрессионного анализа, не раскрывает сути процесса тушения, а только отражает отношение единичного параметра (огнетушащей способности) к цене огнетушителя [1].

Сытдыков М.Р. предлагает проводить оценку огнетушителей через безразмерный комплексный показатель [5]:

$$\eta_{OP} = \frac{\left(\frac{M_{опс}^2 * l}{P * \tau^4}\right) + A_1}{P * V_r}, \quad (1)$$

где $M_{опс}$ – масса заряда огнетушащего порошкового средства, [кг]; l – длина струи огнетушащего порошкового средства, [м]; P – рабочее давление в огнетушителе, [кг/м²*с²]; τ – время истечения огнетушащего порошкового средства, [с]; A_1 – работа, затраченная на приведение огнетушащего порошкового средства в аэрозольное состояние в ходе адиабатного процесса расширения воздуха; V_r – объем газа в огнетушителе, [м³].

Величина $\left(\frac{M_{опс}^2 * l}{P * \tau^4}\right)$ является полезной энергией, совершающей вытеснение и доставку массы заряда порошка в очаг пожара из огнетушителя, а произведение $(P * V_r)$ – полной (суммарно затраченной) ее величиной [5].

Данная методика имеет преимущество в том, что опирается на сущность коэффициента полезного действия, который наглядно характеризует эффективность использования огнетушителя.

Однако показатель (1) имеет существенное ограничение по применению, так как разработан исключительно для оценки эффективности порошковых огнетушителей с учетом особенностей истечения порошковых огнетушащих средств.

Кожевин Д.Ф. предлагает оценку эффективности огнетушителей, определяющую теплофизическую сущность горения и тушения и конструктивные характеристики оцениваемого огнетушителя, по следующим параметрам [6]:

- 1) флегматизирующая концентрация огнетушащего вещества (ОТВ), C_{ϕ} , [кг/м³];
- 2) низшая теплота сгорания пожарной нагрузки, Q , [Дж/кг];
- 3) площадь пожара, S , [м²];
- 4) теплопоглощение, q , [Дж/кг];
- 5) эквивалентная площадь распыла ОТВ при нормальных условиях, F , [м²];
- 6) масса горючего вещества, $m_{гор}$, [кг];
- 7) масса ОТВ, $m_{зар}$, [кг].

К показателям конструктивных характеристик огнетушителя отнесены:

- 1) масса огнетушителя без заряда, M , [кг];
- 2) диаметр поперечного сечения огнетушителя, d , [м];
- 3) высота огнетушителя, h , [м];
- 4) давление в огнетушителе, P , [Па];
- 5) дальность подачи ОТВ (длина струи), L , [м];
- 6) длительность полного истечения ОТВ, τ , [с].

Методом анализа размерностей им сформирован обобщенный комплексный рейтинговый показатель:

$$\pi_p = \frac{m_{зар}^2 q F P L^3}{Q m_{гор} S^{2,5} C_{\phi} M h d (\tau)^{-2}}$$

Числитель этого показателя отражает эффект тушения пожара, а знаменатель содержит показатели, не способствующие этому [6].

Преимущество данной методики состоит в учете значительного количества теплофизических характеристик горения и тушения и конструктивных характеристик огнетушителя, что позволяет наиболее полно и объективно оценивать его эффективность.

Вместе с тем сравнительная оценка эффективности огнетушителей базируется на структуре показателей эффективности огнетушителей, комплексно учитывающих их нормированные единичные технические параметры, то есть носит исключительно теоретический характер. Огневые сравнительные испытания по тушению модельных очагов пожара при этом не проводились.

Сорокин И.А. сформировал безразмерный комплекс, отражающий эффективность конструкции огнетушителя [7]:

$$\pi_{ЭК} = \frac{Q_{ОТВ}}{P L_{стр} \tau_{вых}}, \quad (2)$$

где $\pi_{ЭК}$ – показатель эффективности конструкции огнетушителя; $Q_{ОТВ}$ – расход ОТВ, [кг/с]; P – давление в огнетушителе, [кг/м²·с²]; $L_{стр}$ – длина струи ОТВ, [м]; $\tau_{вых}$ – время выхода ОТВ, [с] [7].

Преимущество показателя (2) заключается в иллюстрации конструктивной эффективности огнетушителя. При этом ставится задача максимизации расхода ОТВ, который напрямую влияет на скорость тушения пожара.

Недостаток предложенного показателя в том, что огнетушащая эффективность, то есть эффективность самого ОТВ, никак не учитывается. Ее предложено оценивать, исходя из ранга потушенного модельного очага пожара, по методике [9].

Абдурагимов И.М. предложил показатель эффективности тушения следующего вида [8]:

$$\Pi_{ЭТ} = \frac{F_{П}}{V_{ОС}t_T},$$

где $F_{П}$ – площадь пожара, [м²]; $V_{ОС}$ – общий объем огнетушащего средства, затраченного в процессе тушения данного пожара [л]; t_T – полное время тушения пожара, [с].

Достоинство данного показателя состоит в наглядности и простоте использования при сравнении различных ОТВ. Вместе с тем он не учитывает многих характеристик огнетушителей и не пригоден для оценки их эффективности.

2. Авторские предложения по показателю эффективности огнетушителей.

На основании анализа цитируемых работ и собственного опыта тушения пожаров при формировании показателя эффективности огнетушителя использованы следующие характеристики (в том числе те, которые ранее в исследованиях не применялись):

- 1) площадь поверхности объекта пожара, F , [м²];
- 2) угол наклона поверхности объекта пожара, [градус];
- 3) конечная температура поверхности объекта пожара, T_K , [°С];
- 4) разность температур поверхности объекта пожара, ΔT , [°С];
- 5) время ликвидации пламенного горения, $\tau_{лпг}$, [с];
- 6) время с момента ликвидации пламенного горения до момента полного окончания подачи ОТВ на очаг пожара, $\Delta\tau$, [с];
- 7) толщина слоя ОТВ, образованного на поверхности потушенного объекта пожара, h , [м];
- 8) объем использованного ОТВ на тушение, $V_{отв}$, [м³].

Следовательно, показатель эффективности огнетушителя в общем виде должен быть записан таким образом:

$$\Pi_{ЭО} = f(F, \sin\alpha, T_K, \Delta T, \tau_{лпг}, \Delta\tau, h, V_{отв}). \quad (3)$$

В этом уравнении безразмерная величина $\sin\alpha$ характеризует угол наклона защищаемой поверхности горящего материала.

Как видно из уравнения (3), семь из восьми величин имеют размерности: м, °С, с. В соответствии с π -теоремой, из них сформированы четыре частных безразмерных показателя эффективности (табл. 1).

Таблица 1. Сформированные частные показатели эффективности

№	Уравнения связи в общем виде	Корни уравнения	Сформированные показатели	Физическая сущность показателей
1	$\pi_1 = hF^{x_1}\tau_{лпг}^{y_1}T_K^{z_1}$	$X_1 = -0,5, Y_1 = 0, Z_1 = 0$	$\pi_1 = \frac{h}{\sqrt{F}}$	Относительная толщина слоя ОТВ
2	$\pi_2 = \Delta\tau F^{x_2}\tau_{лпг}^{y_2}T_K^{z_2}$	$X_2 = 0, Y_2 = -1, Z_2 = 0$	$\pi_2 = \frac{\Delta\tau}{\tau_{лпг}}$	Относительное время формирования слоя ОТВ на поверхности
3	$\pi_3 = \Delta T F^{x_3}\tau_{лпг}^{y_3}T_K^{z_3}$	$X_3 = 0, Y_3 = 0, Z_3 = -1$	$\pi_3 = \frac{\Delta T}{T_K}$	Относительная степень охлаждения объекта пожара в процессе тушения
4	$\pi_4 = V_{отв} F^{x_4}\tau_{лпг}^{y_4}T_K^{z_4}$	$X_4 = -1,5, Y_4 = 0, Z_4 = 0$	$\pi_4 = \frac{V_{отв}}{F^{1,5}}$	Относительный объем ОТВ

Из них образован обобщенный показатель, включающий в себя симплексы с π_1 по π_4 :

$$\pi = \frac{\pi_1\pi_2\pi_3}{\pi_4} = \frac{h\Delta\tau\Delta T F}{\tau_{лпг}T_K V_{отв}}. \quad (4)$$

В числитель формулы (4) также необходимо ввести безразмерный множитель $\sin \alpha$.
Окончательная формула комплексного безразмерного показателя эффективности огнетушителя выглядит следующим образом:

$$P_{\text{эо}} = \frac{h\Delta\tau\Delta TF\sin\alpha}{\tau_{\text{лг}}T_{\text{к}}V_{\text{омв}}} \quad (5)$$

Числитель показателя $P_{\text{эо}}$ характеризует результат тушения объекта пожара, знаменатель – ресурсы, затраченные на его тушение. Соответственно, чем выше значение показателя, тем выше эффективность огнетушителя.

3. Экспериментальная проверка аналитического выражения показателя эффективности огнетушителей.

Во всех сравнительных испытаниях применяли огнетушители ОПТТ-6 (с быстротвердеющей пеной) и ОП-6(з)-АВСЕ (порошковый).

Для определения $\sin \alpha$ (с целью сокращения необходимого количества огневых испытаний) разработан экспериментальный стенд (рис. 1), который позволял использовать образцы основных твердых материалов, применяемых в автомобилях: резина, твердый пластик, натуральная кожа, окрашенная сталь.

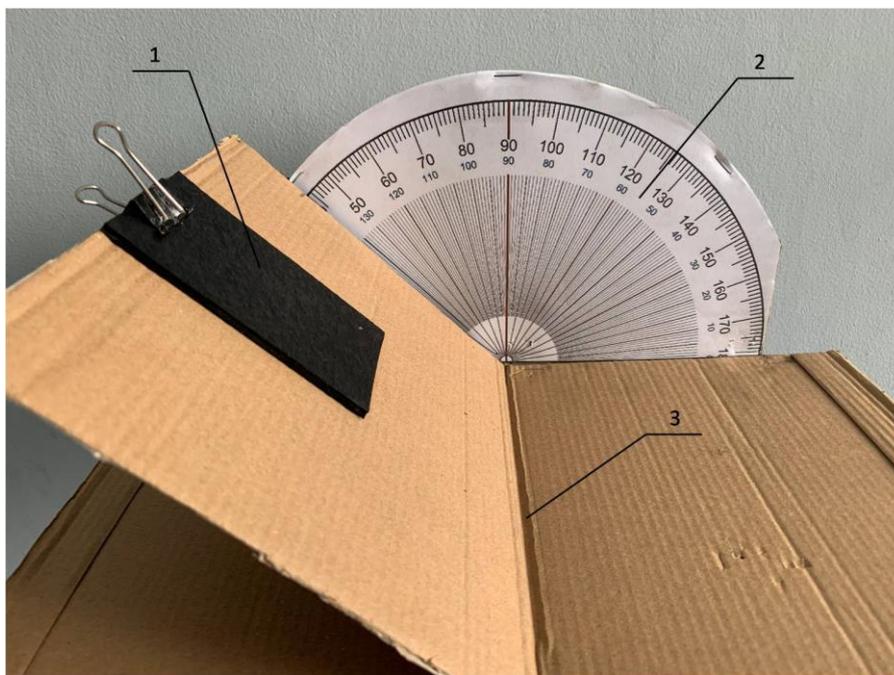


Рис. 1. Экспериментальный стенд для определения угла наклона защищаемой поверхности: 1 – образец защищаемой поверхности; 2 – шкала угла наклона; 3 – наклоняемая платформа

На расположенный горизонтально образец материала (1) наносят ОТВ из огнетушителя в количестве, при котором на поверхности создается слой ОТВ толщиной 3 мм. Образец крепят на платформе (3), после чего ее плавно поднимают со скоростью 2 °/с. По шкале (2) следят за углом наклона. Платформу поднимают до тех пор, пока с поверхности образца не начнет стекать или обсыпаться ОТВ. Искомым углом наклона является максимальный угол наклона платформы, при котором ОТВ не стекает или не сыпается с поверхности образца. Для каждого вида ОТВ и материала образца проводят четыре параллельных испытания и вычисляют среднее значение угла.

Результаты проведенных испытаний приведены в табл. 2.

Таблица 2. Значения углов наклона образцов с нанесенными на их поверхности ОТВ

Материал образца	Быстротвердеющая пена					Огнетушащий порошок				
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	Среднеарифметическое значение	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	Среднеарифметическое значение
Окрашенная сталь	50°	60°	55°	60°	56°	45°	35°	35°	40°	39°
Твердый пластик	55°	65°	70°	70°	65°	35°	35°	30°	30°	33°
Резина	70°	80°	90°	90°	83°	40°	40°	40°	35°	39°
Натуральная кожа	80°	80°	85°	85°	83°	40°	40°	45°	40°	41°

Следующий этап определения $\sin \alpha$ состоял в подтверждении значений углов (табл. 2) результатами огневых испытаний.

Для этого образцы материалов крепили на верхней грани модельного очага пожара (рис. 2) под углами наклона согласно табл. 2 (среднеарифметические значения).



Рис. 2. Образцы твердых горючих материалов, закрепленные на модельном очаге пожара ранга 1А: 1 – модельный очаг пожара 1А; 2 – образец из резины; 3 – образец из окрашенной стали; 4 – образец из натуральной кожи; 5 – образец из пластика

Остальные величины формулы (5) также определяли в ходе огневых испытаний по методике [9] на модельном очаге пожара ранга 1А.

Основные пожароопасные свойства данных материалов и древесины представлены в работах [10, 11].

Для вычисления показателя эффективности огнетушителя по формуле (5) непосредственно перед началом тушения измеряют температуру поверхности очага пожара, в процессе испытания замеряют время ликвидации пламенного горения и общее время подачи ОТВ, после тушения замеряют толщину слоя ОТВ на очаге пожара, температуру поверхности очага пожара и количество израсходованного на тушение ОТВ.

Результаты проведенных испытаний приведены в табл. 3.

Таблица 3. Результаты огневых испытаний по тушению модельных очагов пожара 1А

Показатель	Огнетушитель ОПТ-6					Огнетушитель ОП-6(з)-АВСЕ				
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	Средне ариф. знач.	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	Средне ариф. знач.
$T_K, ^\circ\text{C}$	52	47	68	54	55	126	157	143	185	153
$\Delta T, ^\circ\text{C}$	596	565	597	635	599	526	521	518	508	518
$h, \text{м}$	0,0020	0,0020	0,0015	0,0015	0,0018	0,0010	0,0010	0,0010	0,0010	0,0010
$\tau_{\text{ЛПГ}}, \text{с}$	18	21	23	16	20	45	51	48	53	49
$\Delta\tau, \text{с}$	54	51	45	57	51	22	17	17	11	17
$V_{\text{ОТВ}}, \text{м}^3$	0,0060					0,0048*				
$F, \text{м}^2$	4,7									

*объем огнетушащего порошка в огнетушителе ОП-6 определен с помощью заполнения им мерной емкости и уплотнения порошка путем постукивания емкости о твердую поверхность в течение 5 мин

В процессе огневых испытаний слои ОТВ с данных поверхностей не стекали и не ссыпались. Таким образом, значения углов, указанных в табл. 2, подтверждены.

Среднеарифметическое значение угла наклона образцов разных материалов с нанесенной на их поверхности быстротвердеющей пеной составляет 72° против 38° с огнетушащим порошком.

Соответственно, показатель эффективности огнетушителя с быстротвердеющей пеной ОПТ-6 составляет $P_{30} = 37,24$. Порошковый огнетушитель ОП-6(з)-АВСЕ имеет $P_{30} = 0,71$.

Выводы:

1. Предлагаемый безразмерный комплексный показатель эффективности огнетушителя (5) учитывает опосредованные характеристики огнетушащей способности ОТВ (продолжительность ликвидации пламенного горения и подачи ОТВ на очаг пожара, разность температур поверхности объекта пожара до и после его тушения, наклон поверхности объекта пожара), которые ранее в научных работах не использовались, поэтому может считаться более достоверным.

2. Достоверность и точность комплексного показателя эффективности (5) подтверждена результатами огневых испытаний огнетушителя с быстротвердеющей пеной ОПТ-6 и огнетушителя порошкового ОП-6(з)-АВСЕ, по которым огнетушитель ОПТ-6 превосходит ОП-6(з)-АВСЕ более чем в 50 раз.

3. Представленные результаты теоретического и экспериментального исследования методов оценки эффективности огнетушителей более полно отражают объективную реальность, сложившуюся при испытаниях этих изделий, и позволяют применять их для практического использования.

Литература

1. Собурь С.В. Огнетушители: учеб.-справ. пособие. 11-е изд., с изм. М.: ПожКнига, 2018. 80 с.
2. Thyer A.M. A review of installations, standards and design requirements of fixed and on-board fire suppression systems // Health and Safety Laboratory. United Kingdom. 2005. 31 p.
3. 5 best fire extinguishers for cars (review and buying guide) in 2019. URL: <https://www.carbibles.com/best-fire-extinguishers-reviewed/> (дата обращения: 02.10.2020).
4. Пивоваров В.В. Разработка тактико-технических показателей и оценка эффективности огнетушителей: автореф. дис. ... канд. техн. наук. М.: ВИПТШ, 1988. 22 с.
5. Сытдыков М.Р. Методика оценки эффективности порошкового огнетушителя со встроенной пористой емкостью (применительно к пожароопасным производственным

объектам нефтебаз): дис. ... канд. техн. наук. СПб.: С.-Петербург. ун-т ГПС МЧС России, 2013. 115 с.

6. Кожевин Д.Ф. Методика комплексной оценки эффективности огнетушителей: дис. ... канд. техн. наук. СПб.: С.-Петербург. ун-т ГПС МЧС России, 2011. 120 с.

7. Сорокин И.А., Поляков А.С., Кожевин Д.Ф. Методика оценки эффективности конструкции порошковых огнетушителей // Науч.-аналит. журн. «Вестник С.-Петербург. ун-та ГПС МЧС России». 2020. № 2. С. 16–23.

8. Абдурагимов И.М., Куприн Г.Н., Куприн Д.С. Быстротвердеющие пены – новая эра в борьбе с лесными пожарами // Издательство «Пожары и ЧС». 2016. № 2. С. 7–13.

9. ГОСТ Р 51057–2001. Техника пожарная. Огнетушители переносные. Общие технические требования. Методы испытаний. М.: Изд-во стандартов, 2002.

10. Корольченко А.Я., Корольченко Д.А. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов и средства их тушения: справочник. М.: Ассоциация «Пожнаука», 2004. Ч. 1. 713 с.

11. Корольченко А.Я., Корольченко Д.А. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов и средства их тушения: справочник. М.: Ассоциация «Пожнаука», 2004. Ч. 2. 774 с.

References

1. Sobur' S.V. Ognetchiteli: ucheb.-sprav. posobie. 11-e izd., s izm. M.: PozhKniga, 2018. 80 s.

2. Thyer A.M. A review of installations, standards and design requirements of fixed and on-board fire suppression systems // Health and Safety Laboratory. United Kingdom. 2005. 31 p.

3. 5 best fire extinguishers for cars (review and buying guide) in 2019. URL: <https://www.carbibles.com/best-fire-extinguishers-reviewed/> (data obrashcheniya: 02.10.2020).

4. Pivovarov V.V. Razrabotka taktiko-tekhnicheskikh pokazatelej i ocenka effektivnosti ognetchitelej: avtoref. dis. ... kand. tekhn. nauk. M.: VIPTSH, 1988. 22 s.

5. Sytdykov M.R. Metodika ocenki effektivnosti poroshkovogo ognetchitelya so vstroennoj poristoj emkost'yu (primenitel'no k pozharoopasnym proizvodstvennym ob'ektam neftebaz): dis. ... kand. tekhn. nauk. SPb.: S.-Peterb. un-t GPS MCHS Rossii, 2013. 115 s.

6. Kozhevin D.F. Metodika kompleksnoj ocenki effektivnosti ognetchitelej: dis. ... kand. tekhn. nauk. SPb.: S.-Peterb. un-t GPS MCHS Rossii, 2011. 120 s.

7. Sorokin I.A., Polyakov A.S., Kozhevin D.F. Metodika ocenki effektivnosti konstrukcii poroshkovyh ognetchitelej // Nauch.-analit. zhurn. «Vestnik S.-Peterb. un-ta GPS MCHS Rossii». 2020. № 2. S. 16–23.

8. Abduragimov I.M., Kuprin G.N., Kuprin D.S. Bystrotverdeyushchie peny – novaya era v bor'be s lesnymi pozharami // Izdatel'stvo «Pozhary i CHS». 2016. № 2. S. 7–13.

9. GOST R 51057–2001. Tekhnika pozharnaya. Ognetchiteli perenosnye. Obshchie tekhnicheskie trebovaniya. Metody ispytaniy. M.: Izd-vo standartov, 2002.

10. Korol'chenko A.Ya., Korol'chenko D.A. Pozharovzryvoopasnost' veshchestv i materialov i sredstva ih tusheniya: spravochnik. M.: Associaciya «Pozhnauka», 2004. Ch. 1. 713 s.

11. Korol'chenko A.Ya., Korol'chenko D.A. Pozharovzryvoopasnost' veshchestv i materialov i sredstva ih tusheniya: spravochnik. M.: Associaciya «Pozhnauka», 2004. Ch. 2. 774 s.

УДК 614.845

ОГНЕТУШИТЕЛИ: ИСТОРИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ, СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ, ИННОВАЦИОННЫЕ РЕШЕНИЯ, ТРЕБОВАНИЯ ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВА

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

М.А. Марченко, кандидат технических наук, доцент;

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

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

Приводится краткая историческая справка и сведения об огнетушителях на современном этапе. Отражены проблемные вопросы. Рассмотрены инновационные технические решения и изменения в нормативной базе. Представлен анализ эффективности огнетушителей.

Ключевые слова: огнетушитель, эффективность, техническое решение, конструкция, правила, нормы

FIRE EXTINGUISHERS: HISTORICAL ASPECT, CURRENT STATE, INNOVATIVE SOLUTION, LEGAL REQUIREMENT

A.I. Presnov; M.A. Marchenko; A.A. Pechurin.

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

Provides a brief historical background and information about fire extinguishers at the present stage. Reflected problematic issues. Considered innovative technical solutions and changes in the regulatory framework. The analysis of the effectiveness of fire extinguishers.

Keywords: fire extinguisher, efficiency, technical solution, design, regulations, norms

Разработке эффективных методов и созданию устройств для тушения пожаров с каждым годом в России уделяется всё большее внимание: внедряются современные инновационные технологии, вносятся изменения в законодательство, применяются более прогрессивные подходы.

Эффективным средством предотвращения крупных пожаров являются огнетушители, которые как первичные средства пожаротушения обеспечивают пожарную безопасность объектов различной направленности. В соответствии с ГОСТ 12.2.047–86 [1] под термином огнетушитель понимается переносное или передвижное устройство для тушения очагов пожара за счёт выпуска запасённого огнетушащего вещества.

Первый огнетушитель был изобретён в начале XVIII в. в Германии и представлял собой деревянную бочку, заполненную водой. Внутри бочки размещался запал с чёрным порохом с выведенным наружу фитилём. С зажжённым фитилём такая бочка закатывалась в очаг пожара, где происходил её взрыв, и всё содержимое бочки и продукты горения запала оказывали тушащее действие на пламя.

Первый прототип современного огнетушителя был изобретён в Англии в начале XIX в. Он представлял собой металлический сосуд цилиндрической формы, заполненный водой или водой с добавлением поташа (K_2CO_3), которая находилась в сосуде под давлением сжатого воздуха и выпускалась при открытии крана.

В середине XIX в. в Германии были изобретены огнетушащие коробки, которые начинялись смесью серы (66 %), селитры (30 %) и угля (4 %), с небольшим порохом зарядом. Заряд приводился в действие с помощью запала. Коробка забрасывалась в очаг

пожара. При сгорании смеси выделялись газы, оказывающие ингибирующее действие на процесс горения.

В конце XIX в. в России был создан огнетушитель «Пожарогас Шефталя», который представлял собой шестигранную картонную коробку, заполненную огнетушащими веществами: смесью сульфата аммония или квасцов (солей), гидрокарбоната натрия, инфузорной земли и другими веществами. Внутри коробки вставлялся картонный стакан 3 (рис. 1), в который помещался спрессованный из нескольких слоев бумаги полый картонный патрон 4. Патрон наполнялся пороховой массой, от которой на верхнее днище огнетушителя выводился бикфордов шнур 6, оканчивающийся пороховой ниткой 7. Пороховая нитка закрывалась картонным футляром 8, который имел ленту для быстрого срывания футляра и обнажения пороховой нити. Бикфордов шнур (фитиль) изолировался от окружающих его солей плотной картонной трубкой 9; при этом шнур на всем своем протяжении внутри изоляционной трубки соединялся с тремя–четырьмя хлопушками 10.

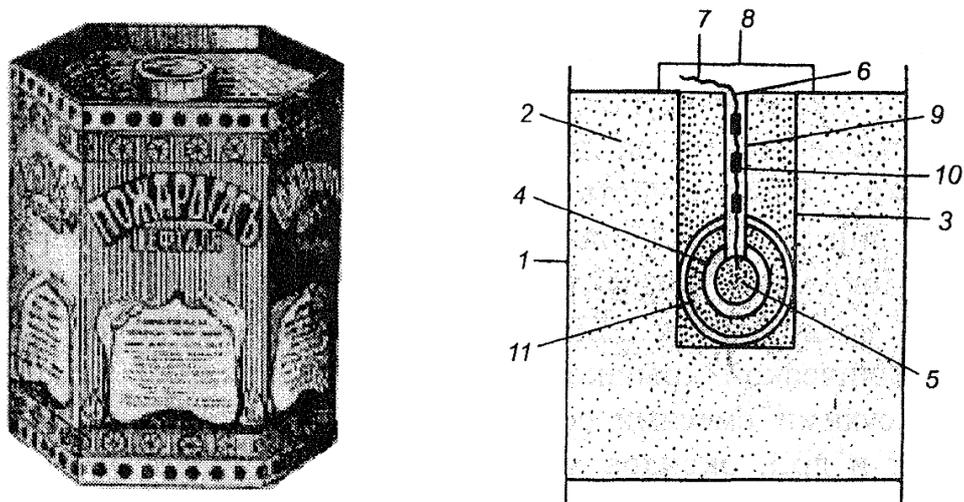


Рис. 1. Огнетушитель «Пожарогас Шефталя»:

1 – коробка; 2 – огнетушащий состав; 3 – картонный стакан; 4 – картонный патрон;
5 – пороховой заряд; 6 – бикфордов шнур; 7 – пороховая нитка; 8 – футляр; 9 – изоляционная трубка; 10 – хлопушка; 11 – пороховой слой

Огнетушитель «Пожарогас» изготовлялся трех объемов: на 4, 6 и 8 кг огнетушащего вещества.

В случае необходимости применения с огнетушителя срывалась защитная лента и поджигалась пороховая нить. После чего огнетушитель через дверь или окно забрасывался в горящее помещение. При горении бикфордова шнура через каждые три–четыре секунды взрывались соединённые со шнуром хлопушки, предупреждающие о скором наступлении взрыва. Через 12...15 сек. происходил взрыв, в результате которого заряд расплылся в горящем помещении и пламя гасилось, в том числе и силою мощной воздушной волны. Взрыв огнетушителя «Пожарогас» представлял опасность для людей, и поэтому в 20-х гг. XX в. от его применения отказались.

Примерно в это же время в России был разработан способ тушения горючих жидкостей при помощи пены, получаемой в результате химической реакции между щелочным и кислотным растворами. Этот способ тушения был положен в основу действия химического пенного огнетушителя, который с некоторыми изменениями в конструкции и заряде широко применялся для защиты объектов различного назначения вплоть до XXI в. Во второй половине и в конце XX в. из химических пенных огнетушителей наибольшее применение получили огнетушители: ОХП-10 и ОХВП-10, работа которых основана на вытеснении огнетушащего состава под действием избыточного давления, создаваемого

углекислым газом. Такой длительный период существования химических пенных огнетушителей в СССР и далее в России объясняется тем, что они дешёвы и просты в эксплуатации. При этом они имеют и ряд существенных недостатков: необходимость переворачивания для приведения в действие, отсутствие возможности прерывания подачи огнетушащего вещества, высокая коррозионная активность заряда и его недостаточная стойкость, низкая эффективность при тушении пожара и др. Поэтому в 70-е гг. отечественной промышленностью вместо огнетушителей ОХП-10 был организован выпуск воздушно-пенных огнетушителей ОВП-5 и ОВП-10 с зарядом на основе 6 % водного раствора пенообразователя ПО-1 и конструктивному исполнению с газовым баллоном. В это же время для защиты промышленных объектов получил распространение огнетушитель ОВП-100 в передвижном исполнении. Рабочее давление в корпусе ОВП-100 создавалось с помощью двухлитрового баллона с вытесняющим газом расположенного снаружи корпуса огнетушителя.

В начале XX в. для тушения электрооборудования стали применять двуокись углерода (CO_2), которая в сжиженном и газообразном состояниях находилась внутри стального баллона с головкой вентильного типа. Такой баллон с соответствующими конструктивными доработками и дополнительно укомплектованный насадкой в виде металлического раструба получил название – огнетушитель углекислотный. Такие углекислотные огнетушители в зависимости от конструктивного исполнения раструба осуществляют тушение загораний диоксидом углерода в газо- или снегообразном виде.

Первый модельный ряд порошковых огнетушителей изготовила в 1912 г. компания Total (Германия). В данных огнетушителях выброс порошка производился с использованием углекислого газа, содержащегося в отдельном баллоне – прототип современных огнетушителей с газовым баллоном. Со временем конструкция порошковых огнетушителей менялась, добавлялись насадки и распылители, улучшались качества порошка и способность его хранения.

В СССР первые порошковые огнетушители стали производиться в 30-е гг., но из-за низкого качества порошков не получили широкого распространения. Способ тушения пожаров различными огнегасящими порошковыми составами получил интенсивное развитие в середине XX в. В конце 60-х гг. выпускался огнетушитель ОП-1 «Спутник», который представлял собой пластиковую ёмкость объёмом один литр, заполненную огнетушащим порошком (ОП). Порошок из неё подавался в очаг пожара методом встряхивания. В 70-е гг. отечественной промышленностью были выпущены первые закачные порошковые огнетушители, в которых огнетушащее вещество всегда находилось под давлением.

К концу 80-х гг. отечественной промышленностью освоен выпуск порошковых огнетушителей с газовым баллоном вместимостью 2, 5 и 10 л (ОП-2, ОП-5 и ОП-10) и 10-литрового ОП-10(з) закачного типа, а несколько позднее (в 90-х гг.) по аналогу передвижного огнетушителя ОВП-100 был изготовлен ОП-100. В дальнейшем огнетушители ОВП-100 и ОП-100 были унифицированы между собой. В это же время для тушения сложных очагов пожаров был создан комбинированный передвижной огнетушитель ОК-100, который включал в себя порошковый и воздушно-пенный огнетушители с сосудами для огнетушащего порошка и водного раствора пенообразователя по 50 л каждый, смонтированных на одной тележке. В дальнейшем такой тип огнетушителя не получил распространения для защиты объектов и был снят с производства.

В 60–70-е гг. отечественной промышленностью для защиты автотранспортных средств (тушение загораний легковоспламеняющихся и горючих жидкостей) выпускались ручные углекислотно-бромэтиловые огнетушители ОБУ-3 и ОБУ-7 и аэрозольный хладоновый огнетушитель ОАХ. Зарядами данных огнетушителей служат составы на основе галоидированных углеводородов: бромистого этила, бромистого метилена, тетрафтордибромэтана (хладона 114В2) и др. По огнетушащей способности эти огнетушители значительно эффективнее углекислотных. Но, несмотря на высокую огнетушащую способность бром и фторсодержащих хладонов, хладоновые огнетушители

не получили развития из-за запрета использования этих веществ в огнетушителях, связанного с их разрушительным воздействием на озоновый слой.

В настоящее время в России на базе международных стандартов были разработаны национальные нормативные документы на огнетушители. Так переносные огнетушители должны соответствовать требованиям ГОСТ Р 51057–2001 [2], передвижные – ГОСТ Р 51017–2009 [3]. Конструкция огнетушителя должна также отвечать требованиям Правил промышленной безопасности опасных производственных объектов, на которых используется оборудование, работающее под избыточным давлением [4]. Генераторы огнетушащего аэрозоля переносные должны изготавливаться в соответствии с требованиями ГОСТ Р 53285–2009 [5]. Производство огнетушителей получило научно-техническое развитие. Обобщается опыт изготовления и эксплуатации огнетушителей. Конструкции огнетушителей постоянно совершенствуются, ведутся работы по созданию эффективных хладоновых огнетушителей. Разрабатываются новые типы, модели и конструкции огнетушителей.

Анализ эффективности огнетушителей на современном этапе показал следующее.

Водные огнетушители просты, достаточно дешевы и доступны, обладают таким достоинством, как безопасность средства тушения. Вода не способна нанести значительный ущерб предметам в зоне возгорания, кроме того, тонкораспылённая вода способствует поглощению и вытеснению дыма и токсичных газов из помещения. В тоже время водные огнетушители имеют целый ряд недостатков. Они имеют ограниченную область применения: невысокий ранг очага по классам пожаров А и В. Их, как правило, не рекомендуется применять для ликвидации пожаров электрооборудования, находящегося под напряжением, сильно нагретых и расплавленных веществ, а также веществ, взаимодействие с водой которых может привести к взрывоопасному выбросу и выделению токсичных газов. В итоге, водные огнетушители не имеют широкого распространения на объектах различного назначения. Тем не менее огнетушащая эффективность тонкораспыленной воды показывает перспективность использования водных огнетушителей.

Воздушно-эмульсионные огнетушители (ОВЭ) имеют все положительные качества водных огнетушителей. Они также экологически безопасны, не причиняют особого вреда органам дыхания, обладают охлаждающим эффектом и снижают задымлённость. Кроме того, они показывают высокую эффективность при использовании тонкораспыленной струи огнетушащего вещества для тушения твёрдых материалов и горючих жидкостей. Экономично расходуется огнетушащее вещество. Некоторые модели ОВЭ можно эксплуатировать при отрицательных температурах (до -40°C), использовать для тушения электрооборудования под напряжением свыше 1 000 В и горючих газов. Их недостаток – высокая стоимость, но он оправдан высокой эффективностью и универсальностью огнетушителя.

Воздушно-пенные огнетушители обладают целым рядом недостатков: замерзание рабочего раствора при высоких отрицательных температурах, высокая коррозионная активность рабочего раствора, невозможность применения для ликвидации возгорания оборудования, находящегося под электрическим напряжением, ограничения в плане тушения типов горящих материалов. При этом их преимущество – длительность работы, которая значительно превосходит все прочие виды огнетушителей.

В настоящее время инновационный способ получения воздушно-механической пены компрессионным методом применяется и при изготовлении передвижных огнетушителей. Завод пожарных автомобилей «Спецавтотехника» (г. Екатеринбург) реализует передвижные огнетушители – установки пожаротушения компрессионной пеной NATISK моделей 35BL, 50BL и 100BL, принцип действия которых основан на применении давления сжатого воздуха для образования и подачи огнетушащего вещества. Данный способ получения огнетушащей пены показал высокую эффективность использования заряда огнетушащего вещества (по объёму) как при тушении твёрдых горючих веществ (древесина, бумага, уголь, текстиль, каучук, пластмасса), так и горючих жидкостей (бензин, нефтепродукты, парафины).

Технология тушения пожаров быстротвердеющей пеной также не осталась без внимания огнетушителей. ООО НПО «СОПОТ» (Санкт-Петербург) разработало и производит новый тип воздушно-пенных огнетушителей – огнетушители твёрдопенного тушения, предназначенные для тушения пожаров твёрдых горючих материалов (класс А) быстротвердеющей пеной. Быстротвердеющая пена – двухкомпонентная композиция (смесь) на основе оксида кремния (SiO_2). Она представляет собой огнетушащую пену, в которой в процессе её получения (генерации) и подачи протекает процесс полимеризации. Таким образом, она из обычной воздушно-механической пены переходит в твёрдое состояние. Такая пена обладает механической прочностью и термостабильностью: длительное время не разрушается под воздействием источника открытого пламени. По конструктивному исполнению данный тип огнетушителей относится к закачным (огнетушащее вещество находится под давлением сжатого воздуха). Основными частями таких огнетушителей являются ёмкости с огнетушащим веществом и отвердителем, генератор пены низкой кратности с эжектируемым устройством. При работе огнетушителя, сразу после подачи и стабилизации пенной струи (примерно через одну секунду), необходимо подать отвердитель и произвести его смешивание с огнетушащим веществом.

К достоинствам порошковых огнетушителей относят их универсальность применения (возможность тушения пожаров различных классов). В зависимости от вида используемого ОП способны ликвидировать пожары почти всех классов. Они имеют высокую огнетушащую способность, за счёт чего являются наиболее экономически выгодными средствами пожаротушения, исходя из показателя «отношение стоимости огнетушителя к площади тушения». Температурный диапазон их применения, как правило, имеет значения от -50° до $+50^\circ$ С. Отдельные модели ОП (по заявлению производителя) можно применять для тушения электрооборудования, находящегося под напряжением до 5 000 В. При этом в отличие от огнетушителей на водной основе, они не обладают охлаждающим эффектом, а при работе загрязняют порошок защищаемый объект. ОП присуще склонность к комкованию и слеживанию. Все конструкции порошковых огнетушителей (закачные, с газовым баллоном или газогенерирующим устройством), оборудованные сифонной трубкой, имеют общий недостаток, связанный с неполнотой выхода ОП из корпуса огнетушителя вследствие возможности образования в нижней части его корпуса воздушной воронки. С целью устранения указанного недостатка учёные Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России разработали новую (без сифонной трубки) конструкцию порошкового огнетушителя с пористой ёмкостью для хранения огнетушащего порошкового состава, которая исключает выход воздуха из корпуса огнетушителя, минуя слой порошка. Новая конструкция порошкового огнетушителя содержит в корпусе 1 (рис. 2) сосуд 2 с огнетушащим порошковым составом. Верхняя часть сосуда 2 выполнена из сплошного материала, средняя и нижняя части из пористых материалов. Причём пористый материал имеет распределение пор по размерам, исключающим высыпание ОП внутрь корпуса огнетушителя (например пористая резина). В верхней части корпуса 1 расположена клапанная коробка 7 с запорно-регулирующей арматурой (клапана 4 и 5), которая соединена трубопроводом 8 с запорным вентилем 6.

Закачивание в корпус огнетушителя вытесняющего газа осуществляется при открытом вентиле 6 по трубопроводу 8 через клапана 4, выполняющие роль обратных клапанов. При открытии вентиля 6 и сбросе давления в корпусе клапанной коробки 7 открывается клапан 5 и огнетушащий порошковый состав выбрасывается из корпуса огнетушителя по трубопроводу 8.

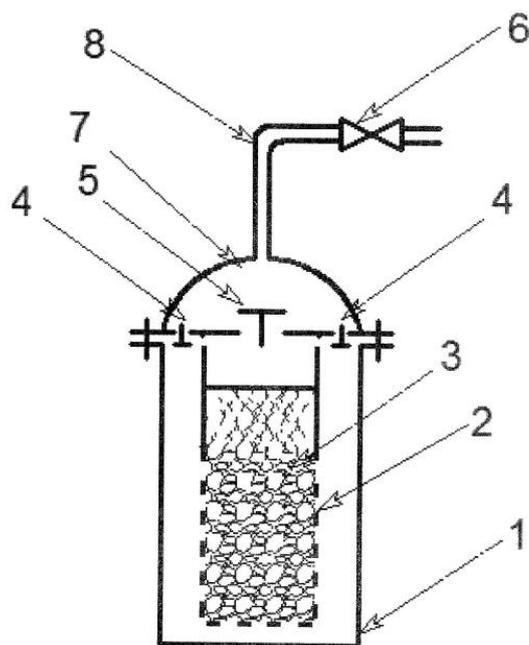


Рис. 2. Схема конструкции порошкового огнетушителя с пористой ёмкостью для хранения огнетушащего вещества: 1 – корпус огнетушителя; 2 – сосуд из пористого материала; 3 – ОП; 4 – клапана закачки вытесняющего газа; 5 – клапан подачи ОП; 6 – запорный вентиль; 7 – клапанная коробка; 8 – трубопровод

Новую конструкцию переносного порошкового огнетушителя закачного типа производит ООО «Пожнотех» (Москва) – самосрабатывающий огнетушитель двойного назначения «Автоном». В головку данного огнетушителя с запорно-пусковым устройством встроен спринклерный механизм, срабатывающий при превышении температурного порога в 68 °С. Огнетушитель рекомендован для размещения в местах, где невозможно постоянное присутствие человека. Он может использоваться в двух режимах: ручном и автономном. В ручном режиме при возникновении возгорания в присутствии человека огнетушитель используется как обычный переносной огнетушитель закачного типа. В автономном режиме он выполняет функцию модуля порошкового пожаротушения, в котором для запуска и тушения используется спринклерный механизм.

В последнее время для защиты небольших производственных или складских помещений без постоянного пребывания людей находят применение самосрабатывающие порошковые огнетушители. Они устанавливаются с помощью держателя над местом возможного загорания и автоматически срабатывают от тепловых проявлений пожара, то есть самоактивируются под воздействием открытого пламени. Он сочетает в себе свойства теплового извещателя, источника создания давления для подачи в зону горения ОП и корпуса для его хранения.

Углекислотные огнетушители наиболее применимы для тушения электрооборудования, находящегося под напряжением до 10 кВ. Они не оставляют следов после пожара: CO₂ в ходе тушения быстро испаряется. При тушении в окружающем воздухе не происходит накопление большого количества мелких частиц, как при использовании порошковых огнетушителей. К недостаткам углекислотных огнетушителей относят: инертность углекислоты, вероятность повреждения объекта тушения из-за тепловых деформаций, возможное образование разрядов статического электричества на раструбе, негативное воздействие углекислого газа на организм человека и опасность обморожения, зависимость интенсивности выхода огнетушащего вещества от изменения температуры.

Главным преимуществом хладоновых огнетушителей является их способность тушения пожаров без нанесения ущерба защищаемому имуществу. Огнетушащее вещество полностью испаряется. Хладоновые огнетушители обладают высокой огнетушащей

способностью, практически вдвое выше углекислотных огнетушителей (огнетушащий эффект достигается уже при концентрации хладона в атмосфере около 15 %). Имеют широкий температурный диапазон использования от – 40° до +50 °С. Ограничением более широкого распространения хладоновых огнетушителей считается их высокая цена, которая в несколько раз может превышать стоимость аналогичного углекислотного или порошкового огнетушителя. В целом эти огнетушители позиционируются как премиальные. Существенным недостатком хладоновых огнетушителей является токсичное воздействие хладона и продуктов его пиролиза в очаге пожара на организм человека. Кроме того, хладон обладает повышенной коррозионной активностью при контакте с парами или каплями воды и разрушающим действием (отдельных хладонов) на озоновый слой атмосферы.

Генераторы огнетушащего аэрозоля переносные (ГАОП) показали высокую эффективность при тушении различных пожаров в замкнутых объемах. Их рекомендуют в качестве первичных средств пожаротушения при локализации и тушении пожаров в замкнутых помещениях, особенно в случаях затрудненного доступа или угрозы жизни личного состава противопожарных формирований. Заполнение помещения огнетушащим аэрозолем практически не зависит от расположения самих генераторов. Где бы они не находились, аэрозолеобразующий огнетушащий состав воздействует на весь доступный объем. Газоаэрозольная смесь, выделяющаяся при срабатывании генератора, не токсична, но оказывает раздражающее действие на слизистые оболочки органов дыхания, поэтому их запрещают применять в помещениях, в которых находятся люди, и на путях эвакуации. Недостатком ГАОП является узкая область применения: они не предназначены для тушения пожаров на открытой местности (только объёмное тушение). Возможность самопроизвольного (случайного) запуска требует дополнительных мер безопасности при их эксплуатации. Ограничивает их использование и возможность получения дополнительного очага пожара – на практике зафиксированы случаи возгорания генератора при его работе.

В настоящее время, в соответствии с требованиями [6] в России изготавливают ранцевые огнетушители, в том числе и с моторизированным и пневматическим приводом. Ранцевые моторизованные огнетушители с гидронасосом, имеющим привод от двигателя внутреннего сгорания, позволяют в разы, по сравнению с огнетушителями с ручным приводом, увеличить подачу и напор огнетушащего вещества и таким образом получить тонкораспылённую струю. Ранцевые огнетушители с пневматическим приводом отличаются дополнительной комплектацией баллона для сжатого газа.

По аналогу передвижных воздушно-пенных огнетушителей NATISK завод пожарных автомобилей «Спецавтотехника» (г. Екатеринбург) изготавливает ранцевый огнетушитель – мобильная установка пожаротушения компрессионной пеной модель 12BL, принцип действия которого также основан на применении давления сжатого воздуха для подачи и образования компрессионной пены.

В целом преимуществом ранцевых огнетушителей считается их мобильность. Они, в отличие от других, удобнее в переноске и применении. Ранцевые огнетушители с ручным приводом отличаются простым устройством, легким весом и низкой стоимостью, из-за чего распространены на предприятиях лесного хозяйства. Ранцевые моторизованные огнетушители с пневматическим приводом имеют повышенную дальность огнетушащей струи и позволяют тушить пожары классов А, В и Е (до 1 000 В) тонкораспылённой водой или растворами огнетушащих веществ. Некоторые модели могут комплектоваться дыхательной системой, что несомненно расширяет возможности использования огнетушителя. Кроме основного назначения ранцевые огнетушители можно использовать в хозяйстве для опрыскивания садов, лесов при борьбе с вредителями. Недостатком ранцевых огнетушителей ручного типа является повышенная физическая нагрузка на работающего, небольшая дальность действия, невозможность формирования тонкораспылённой струи жидкости. Главный недостаток ранцевых моторизованных огнетушителей с пневматическим приводом является их большой вес и громоздкость

конструкции, что создаёт сложности при переноске и транспортировке. Они требуют более трудоёмкого технического обслуживания и дополнительных расходных материалов.

В последние годы в России произошли изменения, касающиеся подхода к оснащению объектов огнетушителями. До 20 сентября 2017 г. в России действовала версия Правил противопожарного режима (ППР) в редакции постановления Правительства Российской Федерации от 17 февраля 2014 г. № 113 и предыдущие версии, утверждённые соответствующими постановлениями Правительства Российской Федерации. В соответствии с этим документом требования к оснащению огнетушителями основаны на требованиях к массе (объёму) огнетушителя и типу его заряда, также расстояния от возможного очага пожара до места размещения огнетушителя.

ППР в редакции постановления Правительства Российской Федерации от 20 сентября 2016 г. № 947 и последующих редакциях, в том числе и постановлении Правительства Российской Федерации от 16 сентября 2020 г. № 1479, указывают на более прогрессивный ранговый подход к выбору огнетушителей, который выражается в требованиях к рангу очага пожара (Приложение № 1 [7]). Таким образом, огнетушащая способность определяется возможностью тушения очага определённого ранга на определённом объекте защиты.

Приложение 1
к Правилам противопожарного режима в Российской Федерации,
утверждённым постановлением Правительства РФ № 1479 от 16.09. 2020 г.

Нормы обеспечения переносными огнетушителями объектов защиты в зависимости от их категорий по пожарной и взрывопожарной опасности и класса пожара
(за исключением автозаправочных станций)

Категория помещения по пожарной и взрывопожарной опасности	Класс пожара	Огнетушители с рангом тушения модельного очага
А, Б, В1 – В4	А	4А
	В	144В
	С	(4А, 144В, С) или (144В, С)
	Д	Д
	Е	(55В, С, Е)
Г, Д	А	2А
	В	55В
	С	(2А, 55В, С) или (55В, С)
	Д	Д
	Е	(55В, С, Е)
Общественные здания	А	2А
	В	55В
	С	(2А, 55В, С) или (55В, С)
	Е	(55В, С, Е)

Примечания: 1. В помещениях, в которых находятся разные виды горючего материала и возможно возникновение различных классов пожара, используются универсальные по области применения огнетушители.

2. Допускается использовать иные средства пожаротушения, обеспечивающие тушение соответствующего класса пожара и ранг тушения модельного очага пожара, в том числе генераторы огнетушащего аэрозоля переносные.

3. Выбор типа огнетушителя должен быть определён с учётом обеспечения безопасности его применения для людей и имущества.

В настоящее время при выборе и определении необходимого количества огнетушителей дополнительно к требованиям ППР необходимо использовать требования [2, 3] к переносным и передвижным огнетушителям по тушению ими определённого ранга модельного очага пожара при определённом количестве огнетушащего вещества, заряженного в огнетушитель. Например, при выборе огнетушителей для помещений в здании общественного назначения при классе пожара «А», с учётом рекомендаций [8], требуются огнетушители с рангом тушения модельного очага «2А». Такой ранг имеют переносные огнетушители с количеством огнетушащего вещества, заряженного в огнетушитель [2]:

– порошковые 4 или 5 кг;

– водные, воздушно-эмульсионные и воздушно-пенные 7–9 л.

Что касается количественного состава огнетушителей, то за последние годы произошли изменения в нормативно-правовой базе, направленные на повышение степени защиты объектов промышленности первичными средствами пожаротушения. Так, ППР в редакции постановления Правительства Российской Федерации от 20 сентября 2016 г. № 947 (и последующих редакциях) требует оснащать здания и сооружения производственного и складского назначения передвижными огнетушителями (в соответствии с Приложением 2 к ППР [9]) в дополнении к переносным. Также введены некоторые уточнения при определении количества и размещении переносных огнетушителей: расстояние от возможного очага пожара до места размещения переносного огнетушителя определяется с учётом перегородок, дверных проёмов, возможных заграждений, оборудования. При этом допускается использовать иные средства пожаротушения, обеспечивающие тушение соответствующего класса пожара и ранг тушения модельного очага пожара, в том числе ГАОП. В Приложении № 2 (1) ППР в редакции постановления Правительства Российской Федерации от 7 марта 2019 г. № 248 представлены нормы обеспечения огнетушителями железнодорожного подвижного состава также с ранговым подходом к выбору огнетушителей.

ППР [7] уточняют требования по оснащению передвижными огнетушителями, указывая на площадь здания и сооружения производственного и складского назначения, которая принимается более 500 м², и не требуют оснащения передвижными огнетушителями зданий и сооружений категории Д по взрывопожарной и пожарной опасности. Кроме того, ППР [7] указывают на необходимость обеспечения безопасности людей и имущества при выборе типа огнетушителя.

Анализ эффективности огнетушителей показал, что не существует универсального огнетушителя, как говорится, на все случаи жизни. Каждый тип огнетушителей имеет достоинства и недостатки. Поэтому при выборе огнетушителя необходимо чётко представлять, какие из его отрицательных или положительных свойств являются главными, то есть определяющими возможность его применения для защиты конкретного объекта.

Литература

1. ГОСТ 12.2.047–86. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Пожарная техника. Термины и определения // StandartGOST.ru. URL: <https://standartgost.ru/> (дата обращения: 10.10.2020).

2. ГОСТ Р 51057–2001. Техника пожарная. Огнетушители переносные. Общие технические требования. Методы испытаний // StandartGOST.ru. URL: <https://standartgost.ru/> (дата обращения: 10.10.2020).

3. ГОСТ Р 51017–2009. Техника пожарная. Огнетушители передвижные. Общие технические требования. Методы испытаний // StandartGOST.ru. URL: <https://standartgost.ru/> (дата обращения: 10.10.2020).

4. Федеральные нормы и Правила в области промышленной безопасности «Правила промышленной безопасности опасных производственных объектов, на которых используется оборудование, работающее под избыточным давлением»: приказ Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 25 марта 2014 г. № 116. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

5. ГОСТ Р 53285–2009. Техника пожарная. Генераторы огнетушащего аэрозоля переносные. Общие технические требования методы испытаний // StandartGOST.ru. URL: <https://standartgost.ru/> (дата обращения: 10.10.2020).

6. ГОСТ Р 53291–2009. Техника пожарная. Переносные и передвижные устройства пожаротушения с высокоскоростной подачей огнетушащего вещества. Общие технические требования. Методы испытаний // StandartGOST.ru. URL: <https://standartgost.ru/> (дата обращения: 10.10.2020).

7. Правила противопожарного режима в Российской Федерации: постановление Правительства Рос. Федерации от 16 сент. 2020 г. № 1479. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

8. СП 9.13130.2009. Техника пожарная. Огнетушители. Требования к эксплуатации. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

9. Правила противопожарного режима в Российской Федерации: постановление Правительства Рос. Федерации от 25 апр. 2012 г. № 390. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

References

1. GOST 12.2.047–86. Sistema standartov bezopasnosti truda (SSBT). Pozharnaya tekhnika. Terminy i opredeleniya // StandartGOST.ru. URL: <https://standartgost.ru/> (data obrashcheniya: 10.10.2020).

2. GOST R 51057–2001. Tekhnika pozharnaya. Ognetchiteli perenosnye. Obshchie tekhnicheskie trebovaniya. Metody ispytaniy // StandartGOST.ru. URL: <https://standartgost.ru/> (data obrashcheniya: 10.10.2020).

3. GOST R 51017–2009. Tekhnika pozharnaya. Ognetchiteli peredvizhnye. Obshchie tekhnicheskie trebovaniya. Metody ispytaniy // StandartGOST.ru. URL: <https://standartgost.ru/> (data obrashcheniya: 10.10.2020).

4. Federal'nye normy i Pravila v oblasti promyshlennoj bezopasnosti «Pravila promyshlennoj bezopasnosti opasnyh proizvodstvennyh ob"ektov, na kotoryh ispol'zuetsya oborudovanie, rabotayushchee pod izbytochnym davleniem»: prikaz Federal'noj sluzhby po ekologicheskomu, tekhnologicheskomu i atomnomu nadzoru ot 25 marta 2014 g. № 116. Dostup iz sprav.-pravovoj sistemy «Konsul'tantPlyus».

5. GOST R 53285–2009. Tekhnika pozharnaya. Generatory ognetchashchego aerezolya perenosnye. Obshchie tekhnicheskie trebovaniya metody ispytaniy // StandartGOST.ru. URL: <https://standartgost.ru/> (data obrashcheniya: 10.10.2020).

6. GOST R 53291–2009. Tekhnika pozharnaya. Perenosnye i peredvizhnye ustrojstva pozharotusheniya s vysokoskorostnoj podachej ognetchashchego veshchestva. Obshchie tekhnicheskie trebovaniya. Metody ispytaniy // StandartGOST.ru. URL: <https://standartgost.ru/> (data obrashcheniya: 10.10.2020).

7. Pravila protivopozharnogo rezhima v Rossijskoj Federacii: postanovlenie Pravitel'stva Ros. Federacii ot 16 sent. 2020 g. № 1479. Dostup iz sprav.-pravovoj sistemy «Konsul'tantPlyus».

8. SP 9.13130.2009. Tekhnika pozharnaya. Ognetchiteli. Trebovaniya k ekspluatatsii. Dostup iz sprav.-pravovoy sistemy «Konsul'tantPlyus».

9. Pravila protivopozharnogo rezhima v Rossijskoj Federacii: postanovlenie Pravitel'stva Ros. Federacii ot 25 apr. 2012 g. № 390. Dostup iz sprav.-pravovoy sistemy «Konsul'tantPlyus».

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ, КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ТЕОРИИ УПРАВЛЕНИЯ СЛОЖНЫХ ПРОЦЕССОВ

УДК 519.8

КРИТЕРИИ 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 особенности выбора и обоснования критериев эффективности инженерного обеспечения действий спасательных формирований, влияющего на эффективность выполнения ими задач.

Ключевые слова: инженерное обеспечение действий спасательных формирований, управление, критерии эффективности

CRITERIA FOR THE EFFECTIVENESS OF ENGINEERING SUPPORT ACTIONS OF RESCUE GROUPS

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 them. A.A. Blagonravova of Russian academy of sciences.

V.A. Onov. Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia

The article considers the features of selecting and justifying criteria for the effectiveness of engineering support for rescue units, which affects the effectiveness of their tasks.

Keywords: engineering support of rescue units ' actions, management, efficiency criteria

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.

Под системой инженерного обеспечения действий группировки спасательных сил понимается [3] совокупность взаимосвязанных и взаимодействующих штатных и приданных инженерных подразделений, других формирований, привлекаемых для выполнения задач инженерного обеспечения и применяемых по единому замыслу, а также имеющих и создаваемых объектов (систем объектов), используемых в интересах инженерного обеспечения действий группировки спасательных сил. Система инженерного обеспечения действий группировки спасательных сил рассматривается как совокупность трех подсистем: инженерной, других формирований, выполняющих задачи инженерного обеспечения, и систем объектов:

$$C_{\text{ИОДГС}} = C_u + C_{\text{рвс}} + C_{\text{об}},$$

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.

В качестве критериев эффективности ее функционирования могут быть приняты показатели, характеризующие боеготовность инженерных подразделений, повышение их возможностей и возможностей других формирований по выполнению задач инженерного обеспечения, успех их выполнения.

Система инженерного обеспечения должна отвечать определенным требованиям, основные из которых: 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.

Инженерное обеспечение спасательных формирований охватывает разноплановые задачи, решаемые ими при ведении различных действий, при совершении маневра, передвижений, расположении на месте, такие как:

- инженерная разведка зоны чрезвычайной ситуации, возможных путей выдвижения в неё, местности и объектов;
- фортификационное и инженерное оборудование районов развертывания пунктов управления, районов размещения спасательных формирований, пострадавшего населения, безопасных районов, устройство инженерных сооружений для жилья и быта;
- производство разрушений, устройство проездов и проходов в завалах и разрушениях, обеспечение преодоления районов разрушений;
- устройство переходов через препятствия;
- проверка на минирование участков местности и объектов, где спасательные формирования планируют выполнять задачи, уничтожение (обезвреживание) взрывоопасных предметов;
- подготовка и содержание путей движения, маневра и эвакуации;
- обеспечение преодоления затоплений, оборудование и содержание переправ через водные преграды;
- оборудование и содержание пунктов добычи и очистки воды;
- проведение инженерных мероприятий по маскировке, скрытие и имитация районов и объектов;
- полевое электроснабжение;
- эксплуатация и ремонт инженерно-технических средств;
- оборудование посадочных площадок для вертолетов;
- ликвидация последствий применения противником оружия массового поражения, разрушений объектов;
- проведение инженерных мероприятий по тушению пожаров и др.

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 .

Критерий эффективности $K_{ЭИО}$ системы инженерного обеспечения действий группировки спасательных сил $C_{ИОДГС}$ можно определить по формуле [3]:

$$K_{ЭИО} = \frac{W(C_o, C_{ИОДГС}) - W(C_o, \bar{C}_{ИОДГС})}{W(C_o, C_{ИОДГС})}, \quad (1)$$

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.

Для оценки эффективности инженерного обеспечения спасательных формирований в целом и отдельных его задач должен быть определен и обоснован критерий эффективности функционирования рассматриваемой системы.

Применительно к оценке эффективности операций, функционирования различных систем может быть дано конкретное понятие: критерий эффективности является мерой достижения цели (целей) действий, мерой успешности выполнения поставленных задач [4, 5].

При исследовании систем военного назначения (спасательных воинских центров МЧС России) может быть использовано понятие «критерий боевой эффективности», который определяется как показатель, по численному значению которого можно оценивать эффективность техники и действий.

Любые системы создаются для достижения четко определенных целей (операции, на марше, при других действиях). При этом важным является оценка степени достижения поставленной цели системой, то есть эффективности ее функционирования. Поэтому говоря об эффективности инженерного обеспечения, понимаем под этим степень его влияния на выполнение спасательными формированиями задач в условиях конкретной обстановки.

Что касается каждой отдельной задачи инженерного обеспечения, то, наряду с оценкой степени ее влияния на выполнение спасательными формированиями задач, правомерно оценивать эффективность ее выполнения только по степени соответствия выполненного объема задачи требуемому.

Поэтому целесообразно использовать такие понятия, как [3]:

– внешние критерии эффективности инженерного обеспечения, к которым можно отнести «критерий эффективности инженерного обеспечения» и «критерий эффективности задачи инженерного обеспечения»;

– внутренние критерии эффективности инженерного обеспечения, к которым можно отнести «критерии эффективности выполнения задачи инженерного обеспечения».

Для оценки эффективности систем (действий, операций), имеющих несколько целей, при обосновании решений используется [3, 5] система критериев, характеризующих различные факторы, определяющие ход и исход действий. На основе анализа целей операции, наиболее существенных ее показателей из системы критериев выбирается один критерий, который определяется как главный, основной или общий.

В качестве главного критерия может приниматься и критерий, который получают различными способами на основе системы критериев, каждый из которых определяется как частный показатель эффективности. Такой критерий, получаемый на основе частных, называется обобщенным критерием эффективности. Количественное выражение критерия эффективности является показателем эффективности.

Наряду с понятием «критерий эффективности», важным является понятие «критерий оптимальности» [1], под которым понимается количественный показатель эффективности, принимающий предельное (максимальное или минимальное) значение. Соответствующее

ему решение часто определяют как целесообразное или оптимальное. Следовательно, по степени приближения критерия эффективности к критерию оптимальности можно судить об эффективности соответствующих решений или действий. Поэтому критерий оптимальности можно определить как значение показателя эффективности, достигаемое при наиболее целесообразном, оптимальном решении или действии.

Численные значения критериев эффективности, как правило, должны носить сравнительный характер, то есть характеризоваться отношением значений показателей операций, которые могут быть достигнуты, к оптимальным или требуемым значениям показателей. Значения показателей, которые могут быть достигнуты, определяются на основе применения соответствующих математических моделей или задач.

В общем случае показатели, характеризующие ход или исход операции, или функционирования системы, обозначаются через W или V , которые являются функцией двух групп величин:

$$W = F(\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n, \beta_1, \beta_2, \dots, \beta_m), \quad (2)$$

где α_i – параметры, на которые лицо, принимающее решение, оказывать влияние не может; β_j – параметры, характеризующие принимаемое решение (способ действий) и зависящие от лица, принимающего решение.

К первой группе относятся параметры, определяющие условия выполнения задачи и другие данные, которые не зависят от принимающего решения.

Ко второй – параметры, которые непосредственно определяют решение или возможные способы действий.

В качестве показателей могут выступать: объемы задач инженерного обеспечения, выполняемых за определенное время, темп выполнения задачи, достигаемая очередь инженерного оборудования, живучесть – сохраненный потенциал и др.

Значение показателя W , вычисленное для наиболее рационального (оптимального) решения, то есть при наиболее рациональных (оптимальных) значениях параметров управления $\beta_j = \beta_j^{opt}$, дает численное значение критерия оптимальности W_{opt} .

В ряде случаев определение показателя W_{opt} является затруднительным, и вместо этого значения принимается значение W_{mp} , то есть значение, которое необходимо достичь, или требуемый показатель.

С учетом этого, критерии эффективности операций строятся, как правило, на основе соотношений [1]:

$$K_{\text{Э}} = \frac{W}{W_{opt}}; \quad (3)$$

$$K_{\text{Э}} = \frac{W}{W_{mp}}, \quad (4)$$

где W – показатель эффективности операции, соответствующий любому оцениваемому решению β_j ; W_{mp} – требуемое значение показателя эффективности.

Критерии вида (3, 4) носят сравнительный характер и их значения лежат, как правило, в пределах от 0 до 1. Сравнение расчетного показателя с оптимальным или требуемым позволяет оценить любое принимаемое решение, достигаемый при этом результат. Полученный расчетный темп переправы через водную преграду в зоне возможного катастрофического затопления или подготовки пути, равный, например, $V=2$ км/ч, вряд ли о чем-либо говорит, если его не сравнить с требуемым V_{mp} , равным, например, $V_{mp}=3$ км/ч. Используя выражение (4), получаем $K_{\text{Э}}=2/3=0,67$.

С позиций системного подхода эффективность функционирования некоторой подсистемы инженерного обеспечения C_1 на уровне системы C_0 (спасательного

формирования или группировки спасательных сил) оценивается приращением показателя W , то есть «вкладом» ее в общий показатель эффективности функционирования системы C_0 .

Аналогично (1) критерий эффективности функционирования подсистемы C_1 в системе C_0 определится из выражения:

$$K_{\mathcal{E}} = \frac{W(C_0, C_1) - W(C_0, \bar{C}_1)}{W(C_0, C_1)}, \quad (5)$$

где $W(C_0, C_1)$ – показатель функционирования системы C_0 при наличии в ней подсистемы C_1 ; $W(C_0, \bar{C}_1)$ – то же в предположении, что подсистема C_1 не функционирует.

При оптимальном функционировании подсистемы C_1 соотношение (5) показывает ее максимальный вклад в функционирование системы C_0 , что характеризуется значением $K_{\mathcal{E}}^{opt}$. Зная величину $K_{\mathcal{E}}^{opt}$, можно оценить степень использования потенциальных возможностей подсистемы C_1 для любого оцениваемого варианта, приняв в качестве такого показателя отношение $K_{\mathcal{E}}/K_{\mathcal{E}}^{opt}$.

Для обоснования $K_{\mathcal{E}}$ важное значение имеет правильное определение смыслового содержания величин W , характеризующих ход операции или ее исход – конечную цель, результат. Например, при инженерном оборудовании пункта временного размещения, безопасного района этими параметрами могут быть: достигаемые объемы инженерного оборудования за имеющееся время, живучесть и др. Таким образом, смысловое содержание показателя операции определяется ее целью и характеристиками, отражающими наиболее существенные стороны процесса и его конечный результат.

Основной принцип выбора $K_{\mathcal{E}}$ состоит в установлении строгого соответствия между целью, которая должна быть достигнута в результате планируемых действий (операций) и избираемым критерием.

Таким образом, для того, чтобы обосновать принимаемый критерий (критерии) эффективности, необходимо:

- четко сформулировать цель (цели), которая должна быть достигнута в результате планируемых действий – операции;
- определить содержание показателей, наиболее существенно характеризующих процесс функционирования системы и конечный результат действий;
- в соответствии с этим принять критерий эффективности или систему критериев (частных показателей);
- в системе критериев определить основной (главный) либо обосновать правило получения главного критерия на основе частных критериев, который должен, как правило, характеризовать конечный результат операции.

Важным положением при выборе $K_{\mathcal{E}}$ является его конструктивность, то есть возможность вычисления при различных значениях исходных параметров. Это в первую очередь определяется математической моделью, которая принята для описания реального процесса функционирования системы. Показатель эффективности должен быть критичным к исходным параметрам управления $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_m$, то есть изменять свое значение при изменении этих параметров.

Важнейшим положением, обеспечивающим объективную оценку эффективности операции по принятому критерию, является адекватность модели, то есть правильное отражение реального процесса с помощью соответствующей математической модели.

Рассмотрим изложенные положения к выбору критериев эффективности инженерного обеспечения применительно к отдельным задачам.

Пример. Инженерное обеспечение переправы через водную преграду в зоне возможного катастрофического затопления.

В ходе ликвидации последствий наводнения на маршрутах эвакуации и путях маневра спасательными силами и средствами возникает необходимость преодоления водных преград как естественных, так и образованных в результате подъема воды и затопления оврагов, других низменных мест.

Переpravой называется участок водной преграды с прилегающей к нему местностью, оборудованный для преодоления водной преграды [6]. В зависимости от обстановки, характера водной преграды, наличия переправочно-мостовых средств и конструкций различают следующие виды переправ:

- десантные (на табельных самоходных переправочно-десантных средствах, на судах речного флота, на десантных и рыбацких лодках, на местных плавательных средствах, вплавь);
- паромные (на самоходных паромах; на паромах, собираемых из понтонных парков; на паромах, собираемых из местных плавательных средств и материалов);
- мостовые (по постоянным мостам, наплавным, низководным, высоководным и механизированным мостам);
- вброд, по дну и по глубоким бродам и т.д.

Для устройства десантных переправ используются гусеничные плавающие транспортеры (ПТС), десантные и надувные лодки, другие средства.

Для устройства паромных переправ используются гусеничные самоходные паромы (ГСП), паромно-мостовые машины (ПММ) и паромы, буксируемые катером. Для устройства мостовых переправ могут применяться танковые механизированные мосты (МТУ-20, -72), понтонно-мостовой парк (ПМП), тяжелый механизированный мост (ТММ) и др.

При разрушении мостов возможно строительство низководных мостов малых пролетов с использованием специальных мостостроительных средств типа мостостроительных установок и комплектов мостостроительных средств УСМ и УСМ-2, рассчитанных на выполнение основных мостостроительных операций, а также применение автомобильных кранов и различных устройств для выполнения отдельных операций.

При этом ликвидация последствий наводнений характеризуется значительными масштабами работ в условиях ограниченного времени. Успешное решение задачи возможно лишь при наличии тщательно проведенной заблаговременной подготовки органов управления и привлекаемых сил.

Основной целью инженерного обеспечения будем считать обеспечение переправы через водную преграду спасательным подразделением (элементом группировки спасательных сил) в заданном темпе V_{mp} .

Величина V_{mp} может рассматриваться как оптимальный, требуемый темп переправы через водную преграду.

В качестве показателя, характеризующего основное содержание инженерного обеспечения переправы, следует принять расчетный темп переправы через водную преграду. В соответствии с формулой (2) запишем это в виде модели, позволяющей для конкретных условий (силы, средства, способ переправы, данные о водной преграде и др.), рассчитать темп переправы через водную преграду спасательным подразделением (элементом группировки спасательных сил):

$$V_0^{иоф} = V_0 (\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n, \beta_1, \beta_2, \dots, \beta_m).$$

В соответствии с формулой (4) в качестве критерия эффективности инженерного обеспечения переправы через водную преграду следует принять:

$$K_{э}^{иоф} = \frac{V_0^{иоф}}{V_{mp}}. \quad (6)$$

Если в результате моделирования $V_0^{иоф}$ окажется больше V_{mp} , то это свидетельствует о том, что возможности по переправе через водную преграду выше, чем требуется.

Рассмотрим этот же пример по выбору показателя эффективности с позиций системного подхода. В качестве системы C_0 примем спасательное подразделение (элемент группировки спасательных сил), а цель его функционирования – переправа через водную преграду.

Подсистемой является система инженерного обеспечения переправы, то есть соответствующие силы и средства, которую обозначим через C_1 .

Тогда в соответствии с формулой (5):

$$K_{\text{Э}}^{\text{НОФ}} = \frac{V(C_0, C_1) - V(C_0, \bar{C}_1)}{V_{\text{тр}}}, \quad (7)$$

где $V(C_0, C_1)$ – темп переправы через водную преграду при инженерном обеспечении действий спасательного подразделения (элемента группировки спасательных сил), реализующего возможный вид переправы; $V(C_0, \bar{C}_1)$ – тоже при отсутствии инженерного обеспечения действий спасательного подразделения.

Если переправа без инженерного обеспечения невозможна, то величина $V(C_0, C_1)$ равна нулю и выражения (6) и (7) будут совпадать.

Инженерное обеспечение не является самоцелью и его эффективность должна оцениваться по влиянию на выполнение задач спасательными формированиями, то есть по конечному результату в интересах функционирования более общей системы. По своему содержанию показатели эффективности инженерного обеспечения должны строго соответствовать целям инженерного обеспечения, отражать параметры, характеризующие процесс подготовки и ведения действий, выполнения задач.

Следовательно, критерии эффективности инженерного обеспечения должны характеризовать успех задачи (задач) как степень обеспечения выполнения задач спасательными формированиями (системой более высокого уровня). Такого рода критерии называются критериями эффективности задач K_z и для системы инженерного обеспечения эти критерии являются внешними.

Рассматривая эффективность инженерного обеспечения, правомерной является задача обоснования критериев оценки эффективности выполнения как отдельных задач инженерного обеспечения, так и комплекса задач, то есть критериев функционирования системы инженерного обеспечения как самостоятельной системы. При этом критерии эффективности инженерного обеспечения должны характеризовать успех выполнения каждой задачи (комплекса задач), как степень достижения определенной цели, состоящей в выполнении задачи (задач) в заданные сроки и в полном объеме $K_{\text{вз}}$, например, отношение достигаемой живучести спасательных формирований к требуемой, отношение подготавливаемого количества (протяженности) путей к требуемому и др. Для системы инженерного обеспечения эти критерии являются внутренними.

Различие в понятиях «эффективность выполнения задач» и «эффективность задач» применительно к основным задачам инженерного обеспечения показано на примере содержания таблицы: третья колонка отражает понятие показателей эффективности выполнения задач инженерного обеспечения, а четвертая – показателей эффективности этих задач как результата их влияния (вклада) на выполнение задач спасательными формированиями.

Один и тот же успех выполнения задачи (задач) инженерного обеспечения может оказывать различное влияние на действия спасательных формирований, следовательно, эффективность задачи (задач) существенно зависит от тесной увязки ее с характером действий спасательных формирований, временем, местом и другими условиями выполнения отдельных задач и их комплекса в интересах обеспечиваемой системы.

Таблица. Внутренние и внешние критерии эффективности выполнения отдельных задач инженерного обеспечения спасательными формированиями

№ пп	Основные задачи инженерного обеспечения	Критерии (показатели)	
		эффективность выполнения задачи	эффективность задачи (комплекса задач)
1.	Инженерная разведка	Отношение количества разведанных объектов (площади) к требуемому	Влияние на темп движения, выполнения задач
2.	Инженерное или фортификационное оборудование	Отношение достигаемой живучести населения, личного состава к требуемой	Влияние на живучесть населения, личного состава (сохранение потенциала)
3.	Производство разрушений	Отношение продельваемой площади разрушений к требуемой	Влияние на темп продвижения или ввода сил в зону чрезвычайной ситуации
4.	Продельвание проходов при поиске взрывоопасных предметов или при разминировании местности	Отношение количества продельваемых проходов к требуемому	Влияние на достижение требуемого темпа разминирования местности
5.	Выполнение задач скрытия и имитации	Снижение вероятности обнаружения объектов	Влияние на живучесть населения, личного состава (сохранение потенциала)
6.	Подготовка и содержание путей	Отношение подготавливаемого количества (протяженности) путей к требуемому или темпа подготовки путей к требуемому	Влияние на вероятность достижения требуемого темпа подготовки путей
7.	Оборудование и содержание переправ через водные преграды	Отношение подготавливаемого количества переправ к требуемому для переправы в установленные сроки	Степень достигаемого темпа переправы к требуемому

Успех выполнения задачи инженерного обеспечения зависит от следующих основных параметров [1]: объема задачи, времени, имеющегося на ее выполнение, сил и средств, нормативов и условий (местность, время года, суток, возможности и др.). Объем задачи и время, которые обуславливаются обстановкой, называются требуемыми или заданными величинами и обозначаются, соответственно, Q_{mp} и T_{mp} . Тогда средний темп (скорость) выполнения задачи определяется из соотношения:

$$V_{TP} = \frac{Q_{mp}}{T_{mp}}. \quad (8)$$

Величина V_{TP} отражает требуемый темп выполнения задачи, то есть такой, при котором обеспечивается выполнение задачи в требуемом объеме за заданное время. Понятие «темп выполнения задачи» наиболее применимо к таким задачам, как подготовка и содержание путей, оборудование и содержание переправ, однако его можно применить и для задачи продельвания проходов в разрушениях. Выполняемый объем задачи или достигаемый темп ее выполнения в условиях данной обстановки принято называть расчетным, так как обычно он определяется расчетным путем, и его принято обозначать Q_{pc} , V_{pc} .

Объем задачи Q_{pc} , который может быть выполнен имеющимися силами (C) за заданное время T_{mp} в данных условиях, является функцией этих параметров и, в общем случае, может быть определен с помощью выражения:

$$Q_{pc}=f(C, T_{tr}, q, K_y, K_c),$$

где q – единичный или тактический норматив выполнения задачи одним расчетом или спасательным подразделением; K_y – коэффициент условий выполнения задачи; K_c – коэффициент, учитывающий способ выполнения задачи.

Расчетный средний темп выполнения задачи за время T_{mp} определяется по формуле:

$$V_{PC} = \frac{Q_{PC}}{T_{mp}} . \quad (9)$$

Для пояснения сущности расчета рассмотрим пример, связанный с подготовкой путей: требуется подготовить путь протяженностью 80 км в течение двух суток. Для выполнения задачи назначены два инженерно-дорожных спасательных подразделения. Норматив для средних условий одним подразделением равен $q=40$ км/сут. По формуле (8) определяем:

$$V_{mp} = \frac{Q_{mp}}{T_{mp}} = \frac{80}{2} = 40 \text{ км/сут.}$$

Тогда:

$$Q_{pc}=f(C, q, T_{tr}, K_y, K_c).$$

При $C=2$, $T_{mp}=2$ сут, $q=40$ км/сут и условиях выполнения задачи, которые характеризуются коэффициентами $K_y=0,5$, $K_c=0,8$,

$$Q_{pc}=2 \cdot 40 \cdot 2 \cdot 0,5 \cdot 0,8=64 \text{ км.}$$

Расчетный темп выполнения задачи, в соответствии с формулой (9):

$$V_{PC} = \frac{64}{2} = 32 \text{ км/сут.}$$

Величины Q_{pc} и V_{pc} следует рассматривать как математические ожидания соответствующих случайных величин, так как точное определение их не представляется возможным.

Под эффективностью выполнения рассматриваемой задачи будем понимать степень соответствия достигаемого темпа требуемому темпу подготовки пути в условиях конкретной обстановки. В соответствии с этим, показатель эффективности может быть вычислен по формуле вида:

$$K_{B3} = \frac{Q_{PC}}{Q_{TP}} = \frac{V_{PC}}{V_{TP}} . \quad (10)$$

При значениях показателя, близких к единице, можно считать, что задача в полном (требуемом) объеме (по математическому ожиданию) будет выполнена в заданное время.

Вариант, когда показатель эффективности выполнения задачи K_{B3} окажется больше единицы, будет свидетельствовать о том, что возможности подразделений выше требуемых в рассматриваемых условиях. В этом случае можно считать, что надежность выполнения задачи увеличивается. Показатель K_{B3} часто называют коэффициентом выполнения задачи [1].

Практика показывает, что ориентировочно его не следует иметь выше 1,2–1,3. В рассматриваемом примере, применив формулу (10), получим:

$$K_{вз} = \frac{64}{80} = \frac{32}{40} = 0,8.$$

Поставленная задача назначенными силами может быть выполнена.

В ряде задач понятие «выполнение задачи» не имеет столь определенного смысла, как в приведенном примере. Поэтому целесообразно выделять два класса задач инженерного обеспечения:

– первый – задачи, для которых результат может быть оценен двумя состояниями: задача выполнена, задача не выполнена (путь подготовлен, мост построен и др.);

– второй – задачи, для которых результат может быть оценен более, чем двумя состояниями: задача не выполнена, выполнена частично, выполнена полностью (количество переправленных людей, количество переправленной или восстановленной техники, проделанных проходов в завалах и др.).

Для задач первого класса критерий эффективности может быть определен как в приведенном примере или в качестве критерия эффективности принимается вероятность выполнения задачи:

$$K_{вз} = P(A),$$

где A – событие, состоящее в том, что задача выполнена.

Для задач второго класса вводится градация степени их выполнения: выполнена, выполнена частично, не выполнена. Практика показывает [1], что степень выполнения требуемого объема задачи $Q_{тр}$ для большинства задач может быть выражена следующим образом:

– $Q_{рс} \leq (0,2 - 0,3) \cdot Q_{тр}$ – задача не выполнена;

– $0,3 \cdot Q_{тр} < Q_{рс} < 0,8 \cdot Q_{тр}$ – задача выполнена частично;

– $Q_{рс} \geq 0,8 \cdot Q_{тр}$ – задача выполнена.

В этом случае эффективность выполнения задачи предлагается выражать вероятностями соответствующих событий, например, вероятность выполнения задачи равна:

$$P(A) = P(Q_{рс} \geq 0,8 \cdot Q_{тр}).$$

В более общем случае, полагая случайными величинами объем задачи, который может быть выполнен имеющимися силами в заданное время $Q_{рс}$, и требуемый объем $Q_{тр}$, в качестве критерия эффективности выполнения задачи можно принять вероятность события, что $Q_{рс} \geq Q_{тр}$:

$$K_{вз} = P(Q_{рс} \geq Q_{тр}).$$

Вычисление показателя эффективности выполнения задачи по этой формуле трудоемко и требует знания законов распределения величин $Q_{рс}$ и $Q_{тр}$.

Оценки такого вида, как правило, нужны при проведении исследований, а определение критериев вида (10) – в штабных задачах (моделях).

Возрастание сложности задач, к решению которых должны быть готовы спасательные формирования, требует применения для обоснования принимаемых решений методов математического моделирования, обеспечивающих прогнозирование результатов планируемых действий.

Приведенные примеры и рекомендации по применению методов исследования операций для моделирования действий спасательных формирований могут служить основой для совершенствования работы органов управления всех уровней и обоснования комплекса средств для выполнения профессиональных задач. Особое внимание при этом целесообразно

уделять построению математических моделей и методик, обеспечивающих поддержку принятия решений в реальном масштабе времени.

Теоретическое значение изложенных положений заключается в развитии теории оценки эффективности инженерного обеспечения действий спасательных формирований, позволяющей выявлять направления его совершенствования с целью выполнения задач спасательными формированиями.

Литература

1. Исследование операций: учебник / Л.А. Егоров [и др.]; под ред. Б.Н. Юркова. М.: Военно-инженерная академия, 1990. 529 с.
2. Чуев Ю.В. Исследование операций в военном деле. М.: Воениздат, 1970. 256 с.
3. Седнев В.А., Седнев А.В., Онов В.А. Системный подход к оценке эффективности инженерного обеспечения действий спасательных формирований // Науч.-аналит. журн. «Вестник С.-Петерб. ун-та ГПС МЧС России». 2020. № 1. С. 111–121.
4. Технология повышения эффективности управления территориями на основе интеграции автоматизированных систем и информационных ресурсов / В.А. Седнев [и др.] // Экономика и менеджмент систем управления. 2013. Т. 8. № 2. С. 68–78.
5. Седнев В.А., Седнев А.В. Оценка эффективности применения программно-аппаратных платформ // Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций. 2019. № 6. С. 46–52.
6. Наставление по организации и технологии ведения АСДНР при чрезвычайных ситуациях. Ч. 3: Организация и технология ведения АСДНР при наводнениях и катастрофических затоплениях местности. М.: ВНИИ ГОЧС, 2001. 166 с.

References

1. Issledovanie operacij: uchebnik / L.A. Egorov [i dr.]; pod red. B.N. Yurkova. M.: Voenno-inzhenernaya akademiya, 1990. 529 s.
2. Chuev Yu.V. Issledovanie operacij v voennom dele. M.: Voenizdat, 1970. 256 s.
3. Sednev V.A., Sednev A.V., Onov V.A. Sistemnyj podhod k ocenke effektivnosti inzhenernogo obespecheniya dejstvij spasatel'nyh formirovanij // Nauch.-analit. Zhurn. «Vestnik S.-Peterb. un-ta GPS MCHS Rossii». 2020. № 1. S. 111–121.
4. Tekhnologiya povysheniya effektivnosti upravleniya territoriyami na osnove integracii avtomatizirovannyh sistem i informacionnyh resursov / V.A. Sednev [i dr.] // Ekonomika i menedzhment sistem upravleniya. 2013. T. 8. № 2. S. 68–78.
5. Sednev V.A., Sednev A.V. Ocenka effektivnosti primeneniya programmno-apparatnyh platform // Problemy bezopasnosti i chrezvychajnyh situacij. 2019. № 6. S. 46–52.
6. Nastavlenie po organizacii i tekhnologii vedeniya ASDNR pri chrezvychajnyh situacijah. Ch. 3: Organizaciya i tekhnologiya vedeniya ASDNR pri navodneniyah i katastroficheskikh zatopleniyah mestnosti. M.: VNII GOCHS, 2001. 166 s.

Материал поступил в редакцию 15 октября 2020 г.; принят к публикации 30 ноября 2020 г.

УДК 621.391

СИНТЕЗ ШУМОВ В СИСТЕМЕ АВТОМАТИЧЕСКОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ MathCAD

С.В. Дворников, доктор технических наук, профессор;

С.С. Дворников, кандидат технических наук.

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

А.Ф. Крячко, доктор технических наук, профессор.

Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения

Представлены алгоритмы синтеза шумов гауссовой структуры, разработанных в системе автоматизированного проектирования MathCAD с использованием модуля «Programming Toolbar» из состава специальной панели инструментов. Дано пояснение особенностей практической реализации исходных кодов. Приведены иллюстрации эпюров синтезированных выборок и построения гистограмм. Показана особенность применения гистограмм при решении радиотехнических задач.

Ключевые слова: алгоритмы синтеза шумов гауссовой структуры, система автоматизированного проектирования MathCAD, модуль «Programming Toolbar»

SYNTHESIS OF NOISE IN THE SYSTEM AUTOMATIC DESIGN MathCAD

S.V. Dvornikov; S.S. Dvornikov.

Military academy of communications of Marshal of the Soviet Union S.M. Budyonny.

A.F. Kryachko. Saint Petersburg state university of aerospace instrumentation

Algorithms for synthesizing noise of a Gaussian structure developed in the MathCAD computer-aided design system using the Programming Toolbar module from a special toolbar are presented. An explanation of the features of the practical implementation of source codes is given. The illustrations of the plots of the synthesized samples and the construction of histograms are given. The feature of the use of histograms in solving radio engineering problems is shown.

Keywords: Gaussian structure noise synthesis algorithms, MathCAD computer-aided design system, Programming Toolbar module

Как правило, научное исследование предполагает проведение практических экспериментов или хотя бы компьютерного моделирования [1], поскольку результаты экспериментов являются мерилом истинности разработанных теоретических знаний. Инструментом апробации выступают различные системы автоматического проектирования (САПР), к числу которых относится и САПР MathCAD, разработанная профессором Массачусетского технологического института А. Раздовом [2]. Дружественный интерфейс и удобство пользования САПР MathCAD обеспечило ему широкое распространение в научной и учебной среде, о чем свидетельствуют многочисленные издания самоучителей и руководств пользователю [3, 4]. Большим успехом данная САПР пользуется у специалистов электро и радиотехники [5]. Таким образом, на современном этапе САПР MathCAD является мощным инструментом для анализа и синтеза сложных процессов в различных отраслях науки.

В рамках дальнейшего совершенствования алгоритмов обработки сигналов, представленных в работе [6], в настоящей статье рассмотрены особенности синтеза шумовых реализаций с помощью встроенных функций САПР MathCAD.

Особенности синтеза шумовых реализаций

Поскольку в радиотехнике большинство задач связаны с решением вопросов обнаружения, распознавания и оценкой помехоустойчивости сигналов в шумах различной интенсивности [7–9], то для моделирования таких процессов необходимо помимо сигналов, синтезировать и шумы. В частности, в работе [6] предложено для этого использовать встроенную функцию САПР MathCAD «rnd(N)» (здесь и далее синтаксис функций и переменных представлен в соответствии с требованиями САПР MathCAD). Данная функция имеет достаточно простую семантику, то есть, задавая величину N и используя «rnd(N)», получаем случайным образом число в диапазоне [0; N]. Тогда, задавая вектор $i := 0..1023$, можно получить на первый вид достаточно простой алгоритм синтеза случайной последовательности значений в диапазоне [-1; 1]:

$$V1_i := \text{rnd}(2) - 1. \quad (1)$$

Другой алгоритм на основе встроенной функции «rnd(N)», предложенный в работе [6], который также может рассматриваться для синтеза случайной последовательности, используемой в качестве шума, имеет следующий синтаксис в САПР MathCAD:

$$V2_i := \sigma \sqrt{-\ln[\text{rnd}(1)]} \cos[2\pi \text{rnd}(1)], \quad (2)$$

где σ^2 – величина, определяющая дисперсии вектора V2.

На рис. 1 представлены временные фрагменты, синтезированные на основе алгоритмов (1) и (2).

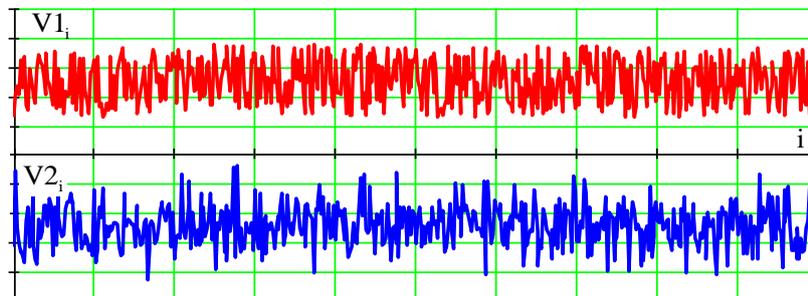


Рис. 1. Временное представление фрагментов синтезированного шума

Однако визуальный анализ не дает достаточного представления о свойствах функций, синтезируемых в соответствии с алгоритмами (1) и (2). С этой целью предлагается использовать встроенную функцию «hist(intvls, data)» из состава встроенных опций «Insert», раздел «Function». Функция «hist(intvls, data)» возвращает гистограмму данных в виде вектора, который характеризует частоту попадания в каждый из интервалов, определяемых intvls, амплитудных значений data.

Для непосредственного применения функции «hist(intvls, data)» целесообразно определить размерность вектора intvls. Поэтому посредством встроенных функций «floor» и «ceil» вычислим наименьшее и наибольшее целые значения обрабатываемого вектора шума.

Для рассматриваемого случая, соответственно:

$$N_{\min} := \text{floor}(\min(V1));$$

$$N_{\max} := \text{ceil}(\max(V1)).$$

Далее зададим размерность гистограммы res , где $k:=0..res$, и вычислим шаг следования гистограммы:

$$step := \frac{N_{max} - N_{min}}{res}. \quad (3)$$

Зная (3), можно определить вектор $intvls$:

$$intvls := N_{min} + step \cdot k.$$

И на его основе синтезировать гистограмму анализируемого вектора шума:

$$V1hist := \frac{hist(intvls, V1)}{N \cdot step}. \quad (4)$$

Алгоритм (4) является универсальным, поскольку позволяет получать нормированные значения гистограммы.

На рис. 2 показаны гистограммы для синтезированных векторов шума $V1$ и $V2$.

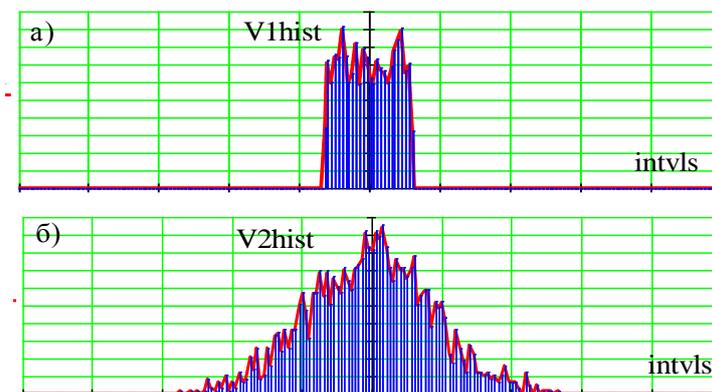


Рис. 2. Гистограммы распределения: вектора шума: а) $V1$; б) $V2$

Полученный результат достаточно интересен. Так распределение вектора шума $V1$ далеко от нормального закона. В тоже время распределение вектора шума $V2$ в большей степени соответствует нормальному закону. В поздних версиях САПР MathCAD появилась встроенная функция « $dnorm(x, \mu, \sigma)$ », которая возвращает плотность вероятности для значения x . А параметры μ и σ определяются распределением нормального закона [10]:

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} \exp\left[-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}\right].$$

Выбор $\mu=0$ и $\sigma=1$ позволяет получить выборку, аналогичную выборке $V2$.

Так на рис. 3 а (вверху) показана выборка $V3$, сформированная на основе « $dnorm(x, \mu, \sigma)$ », рядом с выборкой $V2$, рис. 3 а (внизу). На рис. 3 б показаны гистограммы $V2hist$ и $V3hist$ соответственно выборок $V2$ и $V3$.

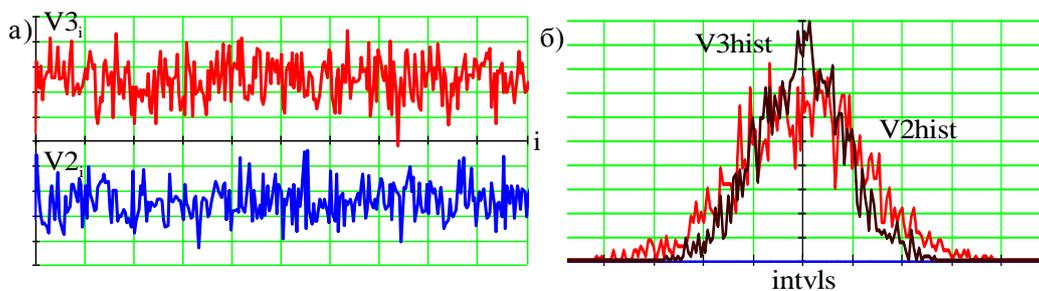


Рис. 3. а) временные представления выборок шума;
б) гистограммы выборок шума

Визуальный анализ указывает на близость структур рассмотренных выборок как на уровне их временного представления, так и на уровне гистограмм. Однако удобство синтеза алгоритма «dnorm(x, μ, σ)» делает его более предпочтительным.

Анализ распределений реализаций сигналов в шумах

В радиотехнике достаточно часто приходится работать с реализациями сигналов, полученными на фоне шумов. Поэтому интересным видятся их распределения, в частности, при решении различного класса задач, связанных с выбором порога принятия решения [11–15]. Для дальнейшего моделирования воспользуемся алгоритмами синтеза сигналов, представленных в работе [6]. Так, на рис. 4 а показаны временные реализации и гистограммы выборки сигнала амплитудной манипуляции А (АМ), в шумах при отношении мощности сигнала к спектральной плотности мощности шума (ОСШ) на уровне 10 дБ. На рис. 4 б представлены гистограммы выборки шума V3hist и сигнала АМ в шумах V4hist.

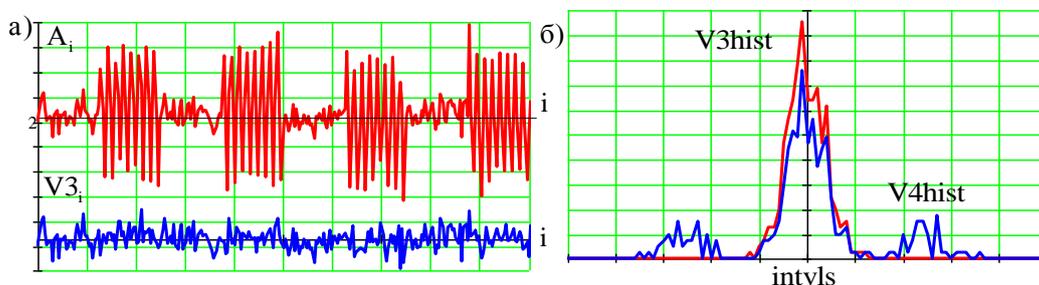


Рис. 4. Временные представления а) выборок сигнала АМ при ОСШ 10 дБ и шума;
б) гистограммы выборок шума и сигнала АМ при ОСШ 10 дБ

На рис. 5 показан алгоритм синтеза сигнала АМ в САПР MathCAD.

$$\begin{array}{l}
 \underline{A} := \left| \begin{array}{l}
 I \leftarrow M \\
 \text{for } i \in 0..K - 1 \\
 \quad \text{for } d \in 0..I - 1 \\
 \quad \quad z1_{i+d \cdot K} \leftarrow \sin\left(2 \cdot \pi \cdot \frac{i}{K} \cdot F1\right) \cdot D_d \\
 X \leftarrow z1
 \end{array} \right.
 \end{array}$$

Рис. 5. Код алгоритма формирования сигнала АМ в САПР MathCAD

Проведенное моделирование показало, что гистограммы сигналов частотной и фазовой манипуляций имеют близкую структуру. В частности, на рис. 6 а, в качестве примера, показаны временные реализации и гистограммы выборки сигнала частотной манипуляции Z (ЧМ) в шумах при ОСШ, равном 10 дБ. На рис. 6 б представлены гистограммы выборки шума V3hist и сигнала ЧМ в шумах V5hist.

На рис. 7 представлен алгоритм синтеза сигнала ЧМ, в соответствии с работой [6]. Следует отметить, что в алгоритмах рис. 5 и 7 D_d – вектор, определяющий порядок следования информационных символов (порядок смены частоты в сигнале ЧМ).

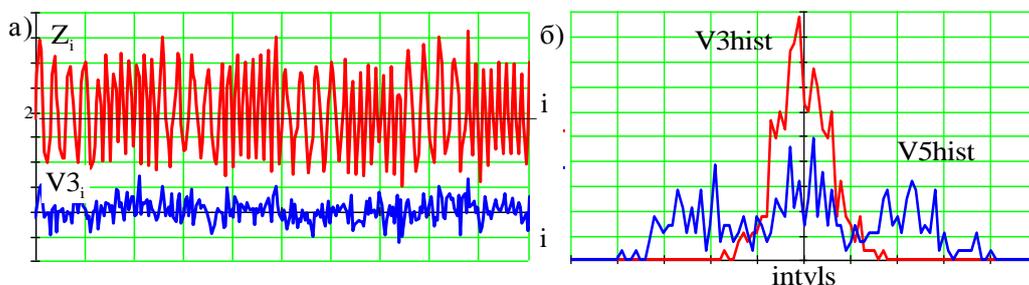


Рис. 6. Временные представления а) выборок сигнала ЧМ при ОСШ 10 дБ и шума; б) гистограммы выборок шума и сигнала ЧМ при ОСШ 10 дБ

$$\begin{array}{l}
 Z := \left\{ \begin{array}{l}
 I \leftarrow M \\
 \text{for } i \in 0..K - 1 \\
 \quad \text{for } d \in 0..I - 1 \\
 \quad \quad \left\{ \begin{array}{l}
 z2_{i+d \cdot K} \leftarrow \sin\left(2 \cdot \pi \cdot \frac{i}{K} \cdot F1\right) \cdot (D_d) \\
 z1_{i+d \cdot K} \leftarrow \sin\left(2 \cdot \pi \cdot \frac{i}{K} \cdot F2\right) \cdot (1 - D_d)
 \end{array} \right. \\
 X \leftarrow z1 + z2
 \end{array} \right.
 \end{array}$$

Рис. 7. Код алгоритма формирования сигнала ЧМ в САПР MathCAD

Результаты проведенного моделирования достаточно интересны тем, что полученные гистограммы выборок зашумленных сигналов не подчиняются нормальному закону распределения, и имеют локальные максимумы в районе центрального значения амплитуды и ее крайних значений, что, в принципе, соответствует структуре модулированного сигнала на основе гармонического колебания. В тоже время распределение шумовой выборки имеет тем более ярко выраженный пик в нулевой отметке, чем меньше уровень шума, определяемый дисперсией. Вместе с тем гистограмма характеризует частоту проявления амплитудных значений, то есть фактически определяет распределение плотности вероятности. В теории обнаружения сигналов [16] распределение плотности вероятности используется для определения порога принятия решения (ППР), например, при обнаружении [7] или распознавании [17]. При этом ППР определяется как граница распределения выборок шума и сигнала в шумах. На рис. 8 показан принцип выбора ППР по критерию идеального наблюдателя [16].

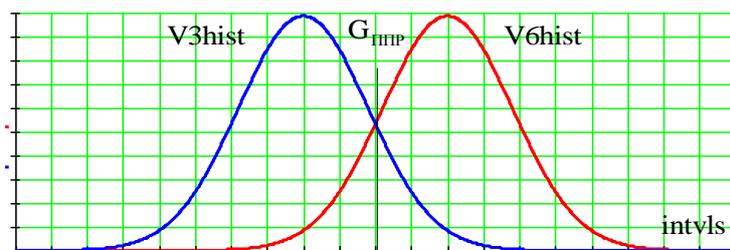


Рис. 8. Плотности распределения вероятностей шума V3hist и сигнала в шумах V6hist

Однако такой характер гистограмм соответствует условиям обнаружения импульса положительной полярности V7 (рис. 9), но никак ни сигналов, синтезируемых на основе гармонических колебаний.

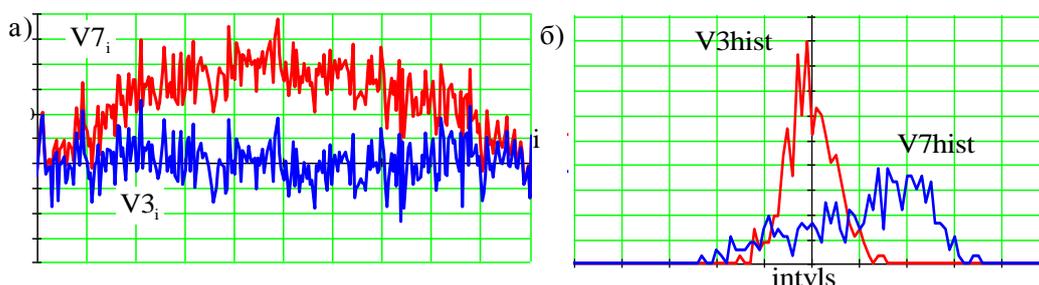


Рис. 9. Временные представления: а) выборка шума и импульса положительной полярности при ОСШ 10 дБ; б) гистограммы выборки шума и импульса при ОСШ 10 дБ

На рис. 9 выборки V3 и V7 представлены без смещения, то есть в системе реального отсчета времени. Результат рис. 9 б отражает характер принятия решения при демодуляции однополярных импульсов [17].

Проведенный в статье анализ алгоритмов синтеза шума показывает, что они соответствуют требованиям, предъявляемым к шумам гауссовой структуры, поэтому могут использоваться при моделировании в ходе обнаружения сигналов [7], распознавания [8, 17], демодуляции [15, 18], а также других задач радиотехники.

Очевидно, что предложенные алгоритмы являются не единственными возможными для САПР MathCAD, при том, что сам программный продукт продолжает развиваться и совершенствоваться.

Дальнейшее направление исследования авторы связывают с разработкой в САПР MathCAD алгоритмов свертки и корреляции, используемых в процедурах обработки сигналов [19].

Литература

1. Основы научных исследований / В.А. Акимов [и др.] // Подготовка и аттестация научных и научно-педагогических кадров в системе МЧС России. М.: ФГУ ВНИИ ГОЧС, 2011. С. 11–56.
2. Allen & Darrel Projects. URL: www.razdow.com (дата обращения: 11.06.2020).
3. Кирьянов Д. MATHCAD 15/ MATHCAD PRIME 1. СПб.: БХВ-Петербург, 2012. 432 с.
4. Mathcad Step by Step Tutorials for Beginners. Electronics Believer Your Online Teacher. URL: <http://electronicsbeliever.com/mathcad-step-by-step-tutorials-for-beginners/> (дата обращения: 20.06.2020).

5. Королук Ю.Ф. Создание универсальных программ расчета режимов электрических сетей в системе MATHCAD // Вести высших учебных заведений Черноземья. 2008. № 1 (11). С. 31–34.
6. Дворников С.В., Дворников С.С., Крячко А.Ф. Компактные алгоритмы синтеза манипулированных сигналов в MathCAD // Науч.-аналит. журн. «Вестник С.-Петерб. ун-та ГПС МЧС России». 2020. № 4. С. 42–50.
7. Дворников С.В. Метод обнаружения сигналов диапазона ВЧ на основе двухэтапного алгоритма принятия решения // Научное приборостроение. 2005. Т. 15. № 3. С. 114–119.
8. Способ распознавания радиосигналов: пат. RU 2261476 С1 / Аладинский В.А. и др. заявл. 26.01.2004; опубл. 27.09.2005, Бюл. № 27. URL: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_37956434_36936776.pdf (дата обращения: 20.06.2020).
9. Структурно-функциональная модель сигнального созвездия с повышенной помехоустойчивостью / С.В. Дворников [и др.] // Информация и космос. 2015. № 2. С. 4–7.
10. Вентцель Е.С. Теория вероятностей. 10-е изд., стер. М.: Academia, 2005. 576 с.
11. Выбор порога чувствительности для систем диагностики / Д.А. Соловьев [и др.] // Спецтехника и связь. 2012. № 1. С. 35–38.
12. Демодуляция сигналов ОФТ на основе адаптивного порога / С.В. Дворников [и др.] // Вопросы радиоэлектроники. Сер.: Техника телевидения. 2013. № 2. С. 90–97.
13. Влияние нелинейности, решающей функции порогового устройства, на характеристики обнаружения радиосигналов / Г.С. Нахмансон [и др.] // Нелинейный мир. 2019. Т. 17. № 3. С. 36–44.
14. Самойленко Д.В., Еремеев М.А., Финько О.А. Повышение информационной живучести группы робототехнических комплексов методами модулярной арифметики // Наукоемкие технологии в космических исследованиях Земли. 2018. Т. 10. № 2. С. 62–77.
15. Способ демодуляции сигналов с относительной фазовой модуляцией (варианты): пат. RU 2439819 С1 / Аверьянов А.В. и др. заявл. 24.11.2010; опубл. 10.01.2012, Бюл. № 1. URL: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_37484330_60440652.pdf. (дата обращения: 20.06.2020).
16. Ван Трис Г. Теория обнаружения, оценок и модуляции. Т. 1: Теория обнаружения, оценок и линейной модуляции. М.: Книга по Требованию, 2013. 742 с.
17. Способ распознавания радиосигналов: пат. RU 2356064 С2 / Дворников С.В. и др. заявл. 24.04.2007; опубл. 20.05.09, Бюл. № 14. URL: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_37685534_24898507.pdf (дата обращения: 20.06.2020).
18. Дворников С.В., Алексеева Т.Е. Распределение Алексеева и его применение в задачах частотно-временной обработки сигналов // Информация и космос. 2006. № 3. С. 9–20.
19. Применение методов частотно-временной обработки акустических сигналов для анализа параметров реверберации / А.А. Алексеев [и др.] // Научное приборостроение. 2001. Т. 11. № 1. С. 65–76.

References

1. Osnovy nauchnyh issledovaniy / V.A. Akimov [i dr.] // Podgotovka i attestaciya nauchnyh i nauchno-pedagogicheskikh kadrov v sisteme MCHS Rossii. M.: FGU VNII GOCHS, 2011. S. 11–56.
2. Allen & Darrel Projects. URL: www.razdow.com (data obrashcheniya: 11.06.2020).
3. Kir'yanov D. MATHCAD 15/ MATHCAD PRIME 1. SPb.: BHV-Peterburg, 2012. 432 s.
4. Mathcad Step by Step Tutorials for Beginners. Electronics Believer Your Online Teacher. URL: <http://electronicsbeliever.com/mathcad-step-by-step-tutorials-for-beginners/> (data obrashcheniya: 20.06.2020).

5. Korolyuk Yu.F. Sozdanie universal'nyh programm rascheta rezhimov elektricheskikh setej v sisteme MATHCAD // Vesti vysshih uchebnyh zavedenij CHernozem'ya. 2008. № 1 (11). S. 31–34.
6. Dvornikov S.V., Dvornikov S.S., Kryachko A.F. Kompaktnye algoritmy sinteza manipulirovannyh signalov v MathCAD // Nauch.-analit. zhurn. «Vestnik S.-Peterb. un-ta GPS MCHS Rossii». 2020. № 4. S. 42–50.
7. Dvornikov S.V. Metod obnaruzheniya signalov diapazona VCH na osnove dvuhetapnogo algoritma prinyatiya resheniya // Nauchnoe priborostroenie. 2005. T. 15. № 3. S. 114–119.
8. Sposob raspoznavaniya radiosignalov: pat. RU 2261476 C1 / Aladinskij V.A. i dr. ot 26.01.2004; opubl. 27.09.2005, Byul. № 27. URL: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_37956434_36936776.pdf (data obrashcheniya: 20.06.2020).
9. Strukturno-funktional'naya model' signal'nogo sozvezdiya s povyshennoj pomekhoustojchivost'yu / S.V. Dvornikov [i dr.] // Informaciya i kosmos. 2015. № 2. S. 4–7.
10. Ventcel' E.S. Teoriya veroyatnostej. 10-e izd., ster. M.: Academia, 2005. 576 s.
11. Vybor poroga chuvstvitel'nosti dlya sistem diagnostiki / D.A. Solov'ev [i dr.] // Spectekhnika i svyaz'. 2012. № 1. S. 35–38.
12. Demodulyaciya signalov OFT na osnove adaptivnogo poroga / S.V. Dvornikov [i dr.] // Voprosy radioelektroniki. Ser.: Tekhnika televideniya. 2013. № 2. S. 90–97.
13. Vliyanie nelinejnosti, reshayushchej funkcii porogovogo ustrojstva, na harakteristiki obnaruzheniya radiosignalov / G.S. Nahmanson [i dr.] // Nelinejnyj mir. 2019. T. 17. № 3. S. 36–44.
14. Samojlenko D.V., Ereemeev M.A., Fin'ko O.A. Povyshenie informacionnoj zhivuchesti gruppy robototekhnicheskikh kompleksov metodami modulyarnoj arifmetiki // Naukoemkie tekhnologii v kosmicheskikh issledovaniyah Zemli. 2018. T. 10. № 2. S. 62–77.
15. Sposob demodulyacii signalov s odnositel'noj fazovoj modulyaciej (varianty): pat. RU 2439819 C1 / Aver'yanov A.V. i dr. ot 24.11.2010; opubl. 10.01.2012, Byul. № 1. URL: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_37484330_60440652.pdf. (data obrashcheniya: 20.06.2020).
16. Van Tris G. Teoriya obnaruzheniya, ocenok i modulyacii. T. 1: Teoriya obnaruzheniya, ocenok i linejnoj modulyacii. M.: Kniga po Trebovaniyu, 2013. 742 s.
17. Sposob raspoznavaniya radiosignalov: pat. RU 2356064 C2 / Dvornikov S.V. i dr. ot 24.04.2007; opubl. 20.05.09, Byul. № 14. URL: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_37685534_24898507.pdf (data obrashcheniya: 20.06.2020).
18. Dvornikov S.V., Alekseeva T.E. Raspredelenie Alekseeva i ego primenenie v zadachah chastotno-vremennoj obrabotki signalov // Informaciya i kosmos. 2006. № 3. S. 9–20.
19. Primenenie metodov chastotno-vremennoj obrabotki akusticheskikh signalov dlya analiza parametrov reverberacii / A.A. Alekseev [i dr.] // Nauchnoe priborostroenie. 2001. T. 11. № 1. S. 65–76.

УДК 004.056.5

МЕТОДИКА ПРИМЕНЕНИЯ ПРОЦЕССА ВЫБОРА КОНТРМЕР НА ОСНОВЕ ИГРОВОГО ПОДХОДА

А.В. Мелешко;

В.А. Десницкий, кандидат технических наук.

Санкт-Петербургский Федеральный исследовательский центр

Российской академии наук;

Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации

Российской академии наук

Представлена адаптация методики по выбору мер противодействия сетевым атакам усиления пропускной способности DNS к классу атак типа переполнения. Взаимодействие между субъектами сети представлено в виде математической игры с пошаговой передачей хода. Выбор контрмер осуществляется на каждом ходу защитника. К особенностям адаптированной методики относятся способы изменения характеристик нападающего и защитника на основе относительных величин интенсивности легитимных и атакующих пакетов.

Ключевые слова: контрмера, игровой подход, выбор контрмер

A GAME BASED TECHNIQUE FOR APPLICATION OF COUNTERMEASURE SELECTION PROCESS

A.V. Meleshko; V.A. Desnitsky.

Saint-Petersburg Federal research center of the Russian academy of sciences;

Saint-Petersburg institute for informatics and automation of the Russian academy of sciences

The paper presents adaptation of a countermeasure selection technique for network DNS amplification attacks to the class of flood attacks. The interaction between the entities of the network is presented in the form of a mathematical game with a step-by-step transfer of the course. The choice of countermeasures is performed on each move of the defender. The peculiarities of the adapted technique include ways of changing the characteristics of the attacker and defender on the base of the relative intensity values of legitimate and attacking packets.

Keywords: countermeasure, game approach, countermeasure selection

В настоящее время все большее значение приобретают сетевые атаки на различные информационно-телекоммуникационные системы и механизмы защиты от них. Чтобы минимизировать влияние атаки на систему необходимо правильно и своевременно выработать контрмеры, нацеленные на осуществление эффективного противодействия. Основной вклад статьи – разработанная методика применения процесса выбора контрмер на основе игрового подхода, позволяющая динамически подстраивать систему защиты с учетом текущих действий нападающего.

В работе [1] описываются возможные виды атак на сеть и набор контрмер, включающих применение шифрования, перенастройку параметров сетевого брандмауэра, преобразование сетевых адресов, включение антивирусных приложений, управление безопасностью на основе политики безопасности. В работе [2] описываются контрмеры для противодействия атакам типа распределённый отказ в обслуживании (DDoS). Авторы проводят эксперимент с использованием фильтров на основе кластера для защиты от DDoS.

Сначала создается профиль трафика с использованием неконтролируемого обучения, а далее профилированный трафик пропускается через фильтры различной мощности.

В работе [3] предложены контрмеры против атаки усиления полосы пропускания DNS. Атака представляет собой атаку отказа в обслуживании, при которой сеть компьютеров атакует DNS-сервер ответами на несуществующие запросы. Авторы используют средство проверки вероятностной модели PRISM, чтобы моделировать и оценить атаки DNS. Они предлагают три контрмеры: фильтрацию пакетов, случайные отбрасывания пакетов и агрессивные попытки получения легитимных пакетов. При помощи фильтрации и случайных отбрасываний пытаются идентифицировать источники атак и блокировать трафик, исходящий от них, тогда как контрмера агрессивных попыток направлена на увеличение процента легитимного DNS-трафика. Для оценки эффективности контрмер авторы [3] предлагают вычислительные затраты, которые отражаются в количестве вычислительных ресурсов, необходимых для реализации контрмеры, путем расчета вероятности атаки, а также с использованием метрики «затраты-выгоды». Предложенная в работе [4] методика основана на игровом подходе и построена на основе подхода к моделированию средств выбора контрмер для противодействия атакам усиления пропускной способности DNS. Вместе с тем методика может быть применима к более широкому классу атак – атакам переполнения, направленным на исчерпание пропускной способности коммуникационного канала легитимного узла (flood-атака) – целевого сервера (хоста-жертвы).

Предлагаемая в настоящей работе методика предполагает наличие следующих участников:

- хост-жертва с логической ролью сервера, принимающий запросы от клиентов и имеющий максимальную пропускную способность BW ;
- нападающий хост, осуществляющий атакующее воздействие при помощи группы ботов;
- группа ботов, используемых и управляемых нападающим, во-первых, для их использования в качестве «усиливающей сети» с возможностью многократного увеличения интенсивности атаки и, во-вторых, для повышения своей скрытности перед средствами детектирования, в том числе в условиях апостериорного расследования инцидентов безопасности;
- группа легитимных хостов, отправляющих запросы серверу;
- хост-защитник, располагающийся логически между сервером и остальными хостами и способный воспроизводить контрмеры для защиты сервера от flood-атак.

Все взаимодействие между участниками информационного обмена в рамках методики представляется в виде математической коалиционной игры с пошаговой передачей хода. Выделяются две следующие коалиции, участники каждой из которых имеют общие интересы в рамках такой игры, а также могут быть логически и частично физически агрегированы в рамках одного игрока: атакующий хост и набор эксплуатируемых им ботов (обобщенно – игрок нападающий); защищающий хост, сервер-жертва и легитимные клиенты (обобщенно – игрок-защитник).

Целевая характеристика игрока-нападающего – величина R_b , определяющая число атакующих пакетов усредненного размера в секунду, отправляемых на сервер. Для единообразия величина R_b может быть выражена в пересчете на количество легитимных пакетов данных среднестатистического размера, которые поступают на сервер, и представлена в следующем виде:

$$R_b = N_b * AF * bot_num,$$

где N_b – число пакетов, отправляемых одним ботом, полагаемое константным для конкретного нападающего; $AF = size(pack_b)/size(pack_l)$ – отношение усредненного размера атакующего пакета к легитимному пакету, отправляемому серверу; bot_num – количество ботов, которые нападающий задействовал в данный момент времени

для выполнения распределенной flood-атаки. В общем случае значения N_b , $size(pack_b)$ и $size(pack_l)$ могут выбираться эвристически или аналитически с учетом предыдущего опыта и подтверждаться экспериментально.

В рамках стратегии игры нападающий способен изменять число одновременно активных ботов bot_num , балансируя между двумя мотивами изменения числа ботов:

- увеличением числа задействованных ботов для повышения интенсивности атаки, определяющей ее действенность;

- уменьшением числа задействованных ботов как меры стоимости атаки, а также возможное повышение скрытности атаки с возможностью задействовать и чередовать разные подгруппы ботов с течением времени.

Действия защитника включают выбор на каждом ходу одной из возможных предопределенных мер, направленных на максимизацию числа легитимных пакетов, направленных на сервер и принятых им или на минимизацию атакующих пакетов, достигших и принятых сервером. В соответствии с работой [4] в методику заложены следующие пять возможных видов контрмер:

- *FTR* – контрмера фильтрации трафика, направленного на защищаемый хост, нацеленная на изъятие максимально возможного числа атакующих пакетов, с минимизацией изъятия пакетов легитимного трафика;

- *AGR* – контрмера, обеспечивающая удвоение, в том числе многократное, трафика от легитимных хостов. Отметим, что в общем случае данная контрмера может быть применена выборочно, применительно к ограниченному числу источников легитимного трафика, с которыми хост-защитник способен динамически согласовать параметры данной контрмеры;

- *RND* – контрмера, включающая применение отбрасывания случайно выбранных пакетов трафика как атакующих, так и легитимных, которая, в частности, в случае недостаточности эффекта контрмеры *FTR* позволит защитнику принудительно снизить общий объем поступающего на защищаемый хост трафика, вплоть до имеющихся ограничений ширины канала;

- *RDR* – данная контрмера представляет собой комбинирование контрмер *RND* и *AGR*, в результате которого вероятность доставки запросов легитимных пользователей на хост-получатель повышается при увеличении объемов блокировки атакующего трафика;

- *AGF* – данная контрмера представляет собой комбинирование контрмер *AGR* и *FTR*, также полагаясь на максимально возможное направленное ограничение атакующего трафика с минимизацией вероятности неосуществления доставки запросов от легитимных хостов.

Помимо этого, при определенных условиях допустимым вариантом будет в некоторые промежутки времени не принимать никаких контрмер – временная задержка на некоторое время при принятии решения по выбору контрмеры. Отметим, что если на хост-жертву поступает трафик с интенсивностью, превышающей константу BW пакетом в секунду, то часть пакетов такого трафика отбрасывается непосредственно сетевым интерфейсом данного хоста.

Целевой характеристикой защитника является величина R_l , характеризующая число легитимных пакетов в секунду, поступающих на хост-жертву и обрабатываемых им. Она задается на каждом ходе динамически в зависимости от суммарного запроса легитимных пользователей, отправляющих запросы на хост-жертву. При этом предполагается, что данная величина всегда не превышает пропускной способности канала хоста-жертвы $R_l \leq BW$. Вместе с тем цель защитника состоит в том, чтобы в условиях атаки максимальное число легитимных пакетов было получено и обработано хостом-жертвой. Игровой процесс функционирования нападающего, защитника и хоста-жертвы представляется в виде последовательности ходов:

а) ход легитимных пользователей, на котором задается текущее значение $R_l = R_l^{(0)}$;

б) ход нападающего, определяющего число активных в данный момент ботов, и на основе этого формирующего текущее значение $R_b = R_b^{(0)}$;

в) ход защитника, определяющего выбор подходящей меры, в результате которой происходит изменение состава поступающих в единицу времени легитимных и атакующих пакетов с преобразованием текущих величин R_l и R_b ;

г) ход хоста-жертвы, суммирующий общее число поступивших на него легитимных и атакующих пакетов с отбрасыванием пакетов, сверх установленного значения BW . Таким образом, последовательное выполнение ходов а) – г) выражается в преобразовании за каждый ход игры величин R_l и R_b :

$$R_l^{(0)} \rightarrow R_l^{(1)};$$

$$R_b^{(0)} \rightarrow R_b^{(1)},$$

где $R_l^{(0)}$ – значение числа пакетов в секунду, отправленных легитимными пользователями хосту-жертве; $R_l^{(1)}$ – число пакетов в секунду, успешно дошедших до хоста-жертвы и обработанных на нем; $R_b^{(0)}$ – значение числа атакующих пакетов в секунду, отправленных ботами хосту-жертве; $R_b^{(1)}$ – число атакующих пакетов в секунду, успешно дошедших до хоста-жертвы и обработанных на нем. На каждом ходе нападающий задает такое число ботов, чтобы на множестве значений количества активируемых им ботов максимизировать свой выигрыш, выражаемый следующей формулой:

$$(R_l^{(0)} - R_l^{(1)})/bot_num \rightarrow max. \quad (1)$$

В свою очередь, защитник осуществляет подбор контрмеры таким образом, чтобы на множестве доступных ему контрмер минимизировать свою функцию потерь, выражаемую в виде:

$$R_l^{(0)} - R_l^{(1)} \rightarrow min, \quad (2)$$

которую можно представить непосредственно в терминах выигрыша, который защитнику требуется максимизировать:

$$1/(R_l^{(0)} - R_l^{(1)}) \rightarrow max. \quad (3)$$

Выбор оптимального хода нападающим и защитником осуществляется ситуативно, посредством последовательного перебора возможных параметров нападения (числа активных ботов) и контрмер (среди пяти возможных контрмер и бездействия), соответственно, с учетом обоюдных знаний о возможных ходах противника и пропускной способности канала хоста жертвы. Определим правила преобразования величин R_l и R_b на каждом ходе игры:

а) задается текущее значение R_l числа легитимных пакетов в секунду;

б) задается определяемое нападающим значение R_b , зависящее от числа активных ботов. Данная величина задается с учетом целей атакующего максимизировать свой выигрыш, минимизируя количество полученных хостом-жертвой числа легитимных пакетов при минимизации числа используемых ботов. Отметим, что атака начинает оказывать ощутимый эффект при выполнении следующего условия $R_b + R_b > BW$, при котором часть легитимных пакетов перестает поступать на хост-жертву;

в) защитником определяется контрмера, осуществляющая следующие преобразования величин R_l и R_b . Для контрмеры TFR :

$$R_l \rightarrow R_l * (1 - fpf); \quad (4)$$

$$R_b \rightarrow R_b * (1 - df), \quad (5)$$

где константы fpf и df определяются свойствами алгоритмов фильтрации, используемых при выполнении контрмеры TFR . Величина $df = 0,9$ означает, что контрмера обеспечивает

отброс 90 % атакующего трафика, тогда как $fpf = 0,1$ означает величину ошибки данной контрмеры, предполагающей фильтрацию 10 % легитимного трафика. Для контрмеры *RND*:

$$R_l \rightarrow R_l * (1 - rdf); \quad (6)$$

$$R_b \rightarrow R_b * (1 - rdf), \quad (7)$$

где величина *rdf* определяет процент потери случайно выбранных пакетов при выборе контрмеры *RND* как легитимных, так и атакующих. В частности, $rdf = 0,5$ означает потерю в среднем каждого второго легитимного пакета и каждого второго атакующего пакета. Для контрмеры *AGR*:

$$R_l \rightarrow R_l * 2^{retr}; \quad (8)$$

$$R_b \rightarrow R_b, \quad (9)$$

где величина *retr* определяет число принудительных повторов пакетов легитимного трафика – по сути, число раз удвоений количества легитимных пакетов. Выбор конкретного значения величины *retr* выбирается защитником динамически в процесс функционирования хостов. Для контрмеры *RDR*:

$$R_l \rightarrow R_l * (1 - rdr) * 2^{retr}; \quad (10)$$

$$R_b \rightarrow R_b * (1 - rdr), \quad (11)$$

где *rdr* и *retr* задаются аналогично параметрам контрмер *RND* и *AGR*. Для контрмеры *AGF*:

$$R_l \rightarrow R_l * (1 - fdp) * 2^{retr}; \quad (12)$$

$$R_b \rightarrow R_b * (1 - df), \quad (13)$$

где *df*, *fdp* и *retr* задаются аналогично параметрам контрмер *TFR* и *AGR*. Отсутствие контрмеры предполагает тождественное преобразование:

$$R_l \rightarrow R_l; \quad (14)$$

$$R_b \rightarrow R_b; \quad (15)$$

г) хост-жертва принимает все приходящие пакеты, в пределах пропускной способности своего коммуникационного канала. При превышении данного порога пакеты начинают отбрасываться, причем величины R_l и R_b преобразуются по следующим правилам:

$$R_l \rightarrow \lfloor R_l * (1 - k) \rfloor; \quad (16)$$

$$R_b \rightarrow AF * \lfloor R_b * (1 - k) / AF \rfloor, \quad (17)$$

где коэффициент $k = ((R_l + R_b) - BW) / (R_l + R_b)$ определяет процент отброса легитимных и атакующих пакетов в целом; *AF* – отношение усредненного размера атакующего пакета к легитимному пакету, отправляемому серверу; символы $\lfloor X \rfloor$ обозначают округление вещественного числа до ближайшего меньшего целого. Отметим, что оптимальный ход нападающего не может сводиться исключительно к наращиванию числа активных ботов из-за, во-первых, возможного ограничения их количества, и, во-вторых, из-за увеличения стоимости атаки при их увеличении. Сходным образом, оптимальный ход защитника не может сводиться исключительно к наращиванию максимальной защиты, так как меры, включающие фильтрацию и случайные потери пакетов, помимо ограничения атаки также в качестве побочного эффекта частично ограничивают и легитимный трафик. Вместе с тем контрмера дублирования легитимных пакетов также может приводить к потере части

легитимного трафика уже на уровне правила его обработки при его поступлении на хост-жертву – из-за ограничения на общую пропускную способность канала. Все это определяют фактическую необходимость комплексного подхода к поочередному ситуативному принятию решений нападающим и защитником в зависимости от текущих условий и ожидаемой величины своего выигрыша. Входным параметром методики является интервал времени, отсчитываемый итеративно, по истечении которого защитник принимает решение о выборе контрмеры, модификации ее параметров или отмене действующей контрмеры. На каждой итерации выбирается такая контрмера с заданными ее параметрами, являющаяся наилучшей в данный момент в соответствии с текущим значением функции выигрыша. По умолчанию значение данного параметра полагается равным 1 сек.

Условием методики является факт возможности защищенного и доверенного обмена оперативной информацией между защитником и защищаемым хостом. В частности, защитник имеет техническую возможность независимо от состояния информационного обмена узла-жертвы и остальных хостов в сети Интернет получать в режиме, приближенном к режиму реального времени, величину используемой в настоящее время ширины пропускной способности входящего канала защищаемого хоста. Помимо этого, защитник получает доступ к выходным данным программного компонента анализатора, установленном на хосте-жертве, включающим данные о количестве поступивших на хост-жертву легитимных и атакующих пакетов. Разработанная методика включает следующие три основные стадии, показанные на рисунке.

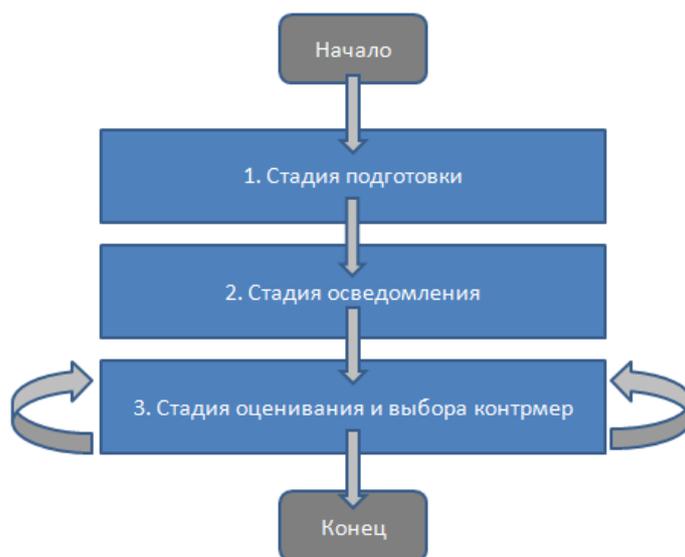


Рис. Стадии методики применения процесса выбора контрмер

Стадия 1 – подготовка: на данной стадии производится согласование между защитником и хостом-жертвой параметров входящего сетевого канала узла-жертвы. Стадия 2 – осведомление: на данной стадии хост-жертва пересылает на хост защитник текущие результаты анализа входящего трафика, включающие число принятых хостом-получателем легитимных и атакующих пакетов данных в единицу времени. Стадия 3 – оценивание и выбор контрмер: на данной стадии хост-защитник производит дискретный перебор возможных контрмер из имеющегося перечня с перебором допустимых значений параметров rdr и $retr$ с максимизацией функции выигрыша, после чего выдает в качестве текущих выходных данных найденную контрмеру и ее параметры. Стадия 3 представлена в виде цикла с заранее не ограниченным числом итераций, на которых проводятся вычисления по формулам (1–17). Методика прекращает свою работу либо по заранее

заданному типу события, определенному на основе временных меток или значения числа пройденных циклов, либо при ручной приостановке функций хоста-защитника.

Отметим, что в сравнении с базовым игровым подходом к выбору контрмер, предложенным в работе [4], к элементам новизны предлагаемой в настоящей работе методики можно отнести следующее. Во-первых, в рамках разработанной методики предложено обобщение игрового подхода к выбору контрмер с класса атак усиления пропускной способности DNS на более широкий класс flood-атак. Во-вторых, тогда как в работе [4] предлагаются опробованные оптимальные стратегии выбора нападающим своих действий и стратегии выбора контрмер защитником в рамках заранее определенного перечня стратегий (работающих лишь в отсутствии других изменений параметров нападающего и защитника), то, ввиду отсутствия обоюдных знаний нападающего и защитника о результатах атаки и количестве и соотношениях между принятыми хостом-жертвой атакующими и легитимными пакетами, в настоящей методике предложена стратегия локально оптимального (ситуативного) выбора контрмер на каждом конкретном ходу защитника. В-третьих, в настоящей методике предложена адаптация формул преобразования целевых характеристик нападающего и защитника на основе относительных величин интенсивности легитимных и атакующих пакетов без необходимости подстройки оптимальных стратегий выбора с использованием метода «проверки на модели». Вместо этого эти величины вычисляются в динамике без привязки к конкретным пакетам, но с возможностью вычисления результирующего эффекта от выбранных защитником контрмер и их параметров, что, в свою очередь, делает процесс выбора контрмер менее требовательным к вычислительным ресурсам защитника.

В настоящей работе была предложена стратегия локально оптимального выбора контрмер против flood-атак с адаптацией формул преобразования целевых характеристик нападающего и защитника без привязки к конкретным пакетам данных. Методика применима при необходимости достижения нападающим баланса между эффектом от атаки и ее стоимостью, выражаемой в объеме программно-аппаратного ресурса ботов, выполняющих атаку. Особую роль играет фактор скрытности атаки, который также может быть включен в методику. Защитник, обладая ограниченными ресурсами и обеспечивая корректность использования имеющейся ширины канала хоста-жертвы, также нацелен на имплементацию контрмер в условиях учета их стоимости и побочного негативного эффекта от их применения по отношению к хосту-жертве. Такой эффект возникает в результате фильтрации и пропуска части легитимных пакетов, а также удвоения отдельных или всех легитимных пакетов, в результате чего часть из них не сможет быть получена и обработана получателем в виду ограничения на суммарную ширину его входящего канала.

Литература

1. Feng J. Analysis of Computer Network Security Problems and Countermeasures // 7th International Conference on Social Network, Communication and Education (SNCE 2017). 2017. P. 905–908.
2. Bachani M., Memon A., Shaikh F.K. Sensors Network: In Regard with the Security Aspect and Counter Measures // Network Security Attacks and Countermeasures. 2016. P. 176–196.
3. Deshpande T., Katsaros P., Basagiannis S., Smolka S.A. Formal analysis of the DNS bandwidth amplification attack and its countermeasures using probabilistic model checking // IEEE 13th International Symposium on High-Assurance Systems Engineering. IEEE. 2011. P. 360–367.
4. Deshpande T., Katsaros P., Smolka S.A., Stoller S.D. Stochastic Game-Based Analysis of the DNS Bandwidth Amplification Attack Using Probabilistic Model Checking // 2014 Tenth European Dependable Computing Conference, Newcastle. 2014. P. 226–237.

References

1. Feng J. Analysis of Computer Network Security Problems and Countermeasures // 7th International Conference on Social Network, Communication and Education (SNCE 2017). 2017. P. 905–908.
2. Bachani M., Memon A., Shaikh F.K. Sensors Network: In Regard with the Security Aspect and Counter Measures // Network Security Attacks and Countermeasures. 2016. P. 176–196.
3. Deshpande T., Katsaros P., Basagiannis S., Smolka S.A. Formal analysis of the DNS bandwidth amplification attack and its countermeasures using probabilistic model checking // IEEE 13th International Symposium on High-Assurance Systems Engineering. IEEE. 2011. P. 360–367.
4. Deshpande T., Katsaros P., Smolka S.A., Stoller S.D. Stochastic Game-Based Analysis of the DNS Bandwidth Amplification Attack Using Probabilistic Model Checking // 2014 Tenth European Dependable Computing Conference, Newcastle. 2014. P. 226–237.

УДК 519.7+614.8

КОМПЛЕКСНЫЙ МЕТОД РЕШЕНИЯ ТИПОВОЙ ЗАДАЧИ РИСК-МЕНЕДЖМЕНТА В ИНФОЛОГИЧЕСКОЙ СРЕДЕ (НА ПРИМЕРЕ РАНЖИРОВАНИЯ ТРЕБОВАНИЙ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ). ЧАСТЬ 2

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

Д.Г. Ахунова.

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России.

А.Ю. Ярошенко.

Департамент информационных технологий и связи МЧС России

Научно-техническая статья, состоящая из двух частей, посвящена актуальной проблеме информатизации деятельности ответственного за пожарную безопасность на производственном объекте, как предпосылке к ее автоматизации. Во второй части изложен специально разработанный комплексный метод решения типовой многокритериальной задачи риск-менеджмента – ранжирования требований пожарной безопасности – состоящий из этапов: учета ограничения по времени; ранжирования результативности по степени угроз, а также по оперативности и ресурсоэкономности по Парето и экспертным методом; учета ограничения по стоимости. Установлены границы применимости, достоинства и недостатки разработанного комплексного метода. Путем решения гипотетического примера задачи ранжирования четырех требований пожарной безопасности показана его работоспособность.

Ключевые слова: пожарная безопасность, производственный объект, ответственный за пожарную безопасность, инфологическая среда, риск-менеджмент, требования пожарной безопасности, многокритериальная задача, метод ранжирования

INTEGRATED METHOD FOR SOLVING A RISK MANAGEMENT TYPICAL TASK IN INFOLOGICAL ENVIRONMENT (ON THE EXAMPLE OF FIRE SAFETY REQUIREMENTS RANKING). PART II

M.V. Buinevich; D.G. Akhunova.

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

A.Yu. Yaroshenko.

Department of information technologies and communications of EMERCOM of Russia

The scientific and technical article, which consists of two parts, is devoted to the urgent problem of informatization of the activities of the person responsible for fire safety at a production facility as a prerequisite for its automation. The second part sets out a specially developed integrated method for solving the typical multicriteria risk management problem – fire safety requirements ranking – consisting of the steps: taking into account the time limit; ranking of effectiveness according to the degree of threat, as well as efficiency and resource efficiency according to Pareto and the expert method; accounting for cost restrictions. The limits of applicability, advantages and disadvantages of the developed integrated method are established. By solving a hypothetical example of the task of ranking 4 requirements of the FS efficiency of method is shown.

Keywords: fire safety, production facility, responsible for fire safety, information environment, risk management, fire safety requirements, multi-criteria task, ranking method

Основные этапы комплексного метода

В первой части статьи [1] введены понятия инфологической среды деятельности ответственного за пожарную безопасность (ПБ) на производственном объекте (ПрО), а также контекстное понятие риск-менеджмента. Выбран и обоснован критерий эффективности задачи риск-менеджмента ПБ в виде совокупности трех показателей: результативности, оперативности и ресурсоэкономности. Описаны предпосылки влияния внешних и внутренних факторов на выбранные показатели эффективности. Осуществлена формальная постановка типовой многокритериальной задачи риск-менеджмента на примере ранжирования требований ПБ. Произведен краткий аналитический обзор одноцелевых методов решения задач управления ПБ, методов многоцелевых оптимизаций (последовательных уступок, «идеальной» точки, Парето), а также экспертных методов. С учетом вышеизложенного, сделан вывод, что для полноценного решения задачи риск-менеджмента ответственному за ПБ на ПрО понадобится комплексное применение набора методов, каждый из которых учитывал бы собственную специфику области ПБ.

Основная идея предлагаемого метода заключается в поэтапном применении лучших практик ранжирования, используемых в различных методах, частично описанных в первой части статьи [1]. Таким образом, оператор ранжирования $Q()$ можно записать как суперпозицию вложенных операторов ранжирования – $Q_n()$, где $n = \overline{1, N}$ – номер этапа. При этом на каждом этапе производится ранжирование требований по одному или совокупности показателей эффективности; на выходе должен получиться отранжированный по приоритету выполнения ряд требований ПБ. Исходя из этого, предлагаемый метод ранжирования эффективности требований может характеризоваться как многоэтапный многокритериальный одноцелевой.

Опишем далее основные предпосылки и этапы метода, к которым они привели; описание сопроводим «сквозным» примером.

Гипотетический пример задачи ранжирования требований ПБ

Предположим, у ответственного за ПБ на ПрО есть четыре требования $\{I\} = \{i_1, i_2, i_3, i_4\}$, очередность выполнения которых он должен определить:

$$\left\{ \begin{array}{l} i_1 - \text{наличие пожарной сигнализации} \\ i_2 - \text{наличие системы пожаротушения} \\ i_3 - \text{достаточная ширина эвакуационных коридоров} \\ i_4 - \text{рассредоточенность эвакуационных выходов} \end{array} \right.$$

Как хорошо можно увидеть, все требования достаточно важны, и, на первый взгляд, достаточно равноценны, и какого-либо предпочтения к очередности их выполнения нет – невыполнения их в том или ином случае ведут к потенциальным человеческим жертвам, а невыполнения второго i_2 – еще и к очевидным финансовыми потерям. Для выполнения требований необходимо реализовать соответствующие меры:

$$\left\{ \begin{array}{l} m^1 - \text{установка пожарной сигнализации} \\ m^2 - \text{внедрение системы пожаротушения} \\ m^3 - \text{расширение эвакуационных коридоров} \\ m^4 - \text{перенос (рассредоточение) эвакуационных выходов} \end{array} \right.$$

Для определённости установим следующие значения для времени выполнения каждой меры:

$$\begin{cases} w_m^1 = 2 \\ w_m^2 = 3 \\ w_m^3 = 8 \\ w_m^4 = 9 \end{cases}'$$

а также следующие значения финансовых затрат на них:

$$\begin{cases} m_{\$}^1 = 2 \\ m_{\$}^2 = 7 \\ m_{\$}^3 = 3 \\ m_{\$}^4 = 8 \end{cases}.$$

Также пускай предельное время на выполнение требований равно 10 временных у.е., а бюджет на реализацию – 25 финансовых у.е.

Тогда на выполнение всех требований потребуется допустимое время:

$$\begin{cases} 2 = w_m^1 < \text{limit}_m = 10 \\ 3 = w_m^2 < \text{limit}_m = 10 \\ 8 = w_m^3 < \text{limit}_m = 10 \\ 9 = w_m^4 < \text{limit}_m = 10 \end{cases}'$$

а суммарные финансовые затраты не превзойдут выделенного бюджета:

$$20 = m_{\$}^1 + m_{\$}^2 + m_{\$}^3 + m_{\$}^4 < \text{limit}_{\$} = 25.$$

Далее последовательно выполним все этапы предложенного метода ранжирования.

Подготовительный этап – учет ограничения по времени

Сразу ограничимся, что все меры **m** укладываются в ограниченный по времени жизненный цикл деятельности ответственного за ПБ на ПрО по выполнению требований. В ином случае, как сами меры, так и требования, необходимо убрать из рассмотрения:

$$\{I'\} \rightarrow \{I'\}_m \equiv \{I_k\}, \text{ где } : i_k \rightarrow d_k \rightarrow t_k \rightarrow w_m^k < \text{limit}_m,$$

где $\{I'\}_m$ – множество требований, которые возможно выполнить с учетом ограничения по времени limit_m .

Этот пункт является почти чисто теоретическим (потому что все требования подлежат выполнению), однако для корректности решения здесь приведен. Кроме того, в настоящей постановке задачи требования могут выполняться только последовательно (жесткое ограничение), хотя на практике они могут выполняться и параллельно, и параллельно-последовательно.

«Сквозной» пример. Согласно начальным условиям, время на реализацию каждой меры не превосходит предельного времени – следовательно, на данном этапе никакое из требований не отбрасывается.

Этап 1 – ранжирование результативности по степени угроз

Поскольку основной задачей ответственного за ПБ на ПрО в рассматриваемом контексте является эффективное выполнение требований, то и метод необходимо строить на базе показателей эффективности, обоснованных авторами в [1], а именно: результативности, оперативности и ресурсоэкономности.

Исходя из того, что ущерб, возникающий вследствие невыполнения требований (от человеческих жертв до экономических потерь, снижения имиджа и т.п.), выбран как основополагающий в принятии решений экспертом по ПБ, то на первом этапе необходимо отранжировать все требования по этому критерию (то есть по степеням каждой из возможно реализуемых угроз). В случае если численное значение ущерба не может быть получено или является трудно вычислимым с необходимой точностью, возможно применить несколько диапазонов шкалы.

Самым простым и поэтому оправданным способом будет выделение четырех диапазонов угроз по наиболее возможным результатам их последствий для активов (естественно, что практически во всех случаях пожара реальная угроза может варьировать по всем диапазонам): 1) человеческие жертвы; 2) человеческие увечья; 3) финансовые потери; 4) иные (нефинансовые) потери.

Таким образом, для такого варианта с четырьмя диапазонами в формальном виде значение угрозы можно записать как:

$$t = \begin{cases} t_{r1} - \text{могут привести к человеческим жертвам} \\ t_{r2} - \text{могут привести к увечьям} \\ t_{r3} - \text{могут привести к финансовым потерям} \\ t_{r4} - \text{могут привести к иным потерям} \end{cases}$$

Сам алгоритм сравнения может быть выполнен в виде простой сортировки требований i по степени угроз t , возникающих вследствие нарушений d (любым тривиальным алгоритмом сортировки). В формальном виде такое ранжирование может быть записано, как:

$$Q_1(\{I\}) \equiv \text{Sort}(\{T\}),$$

где $\text{Sort}()$ – алгоритм сортировки угроз по их степеням.

По сути, после данного этапа у ответственного за ПБ на ПрО уже есть некоторая очередность требований, которые необходимо выполнять. Однако возможна ситуация (в особенности, в случае введения диапазонов значения для t), когда несколько требований будут иметь одинаковые степени угроз и, следовательно, попадать в один ранг. Так, например, любые угрозы, приводящие к финансовым потерям (для примера диапазонов рангом выше) будут равняться t_{r3} . В этом случае у ответственного за ПБ на ПрО возникнет дополнительная подзадача – отранжировать выполнение требований, если возникающие в результате их невыполнения угрозы имеют одинаковую степень. Для разрешения такой ситуации предназначен этап 2.

«Сквозной» пример. Согласно начальному условию, степени угроз каждого из нарушений примерно близки – они могут быть отнесены к введенному ранее диапазону t_{r1} (могут привести к человеческим жертвам). Таким образом, на данном этапе какого-либо ранжирования произвести не удалось – все требования с позиции результативности имеют одинаковый приоритет.

Этап 2 – ранжирование оперативности и ресурсоэкономности по Парето

После выполнения этапа 1 данного метода будут получены требования, отранжированные по угрозам, часть из которых может попасть в один ранг. Поэтому необходимо определить порядок выполнения требований в таких ранг-группах. Для этого, исходя из общего подхода по повышению эффективности выполнения требований, можно воспользоваться другими двумя показателями – оперативностью и ресурсоэкономностью. Исходя из специфики области ПБ существующих требований и последствий их невыполнения (то есть угроз), выделить наиболее приоритетный критерий из них невозможно (или достаточно трудно в контекстно конкретной ситуации).

Поясним эту ситуацию. Пусть существуют два требования i_1 и i_2 , для выполнения которых необходимо принять меры m^1 и m^2 . При этом стоимость 1-ой меры выше 2-ой, однако время реализации 1-ой меры меньше 2-ой:

$$\begin{cases} m_{\S}^1 > m_{\S}^2 \\ m_{\text{В}}^1 < m_{\text{В}}^2 \end{cases}$$

где m_{\S}^1 и $m_{\text{В}}^1$ – стоимость и время на реализацию меры m^1 , а m_{\S}^2 и $m_{\text{В}}^2$ – стоимость и время на реализацию меры m^2 .

Как хорошо видно, ни одна из мер не является превосходящей другую – их можно считать «несравнимыми». Ситуация резко усложняется, когда таких требований оказывается большое количество. Тем не менее очевидно, что некоторые требования нужно выполнять в первую очередь, некоторые во вторую, некоторые в третью и т.д. Так, если в рассматриваемом примере к двум требованиям добавить третье – i_3 , которому соответствует мера m_3 , с очень высокой стоимостью и временем реализации:

$$\begin{cases} m_{\S}^3 > m_{\S}^1 > m_{\S}^2 \\ m_{\text{В}}^3 > m_{\text{В}}^2 > m_{\text{В}}^1 \end{cases}$$

то очевидно, что такое требование однозначно проигрывает предыдущим двум и должно быть выполнено уже после них.

С такой многокритериальной оптимизацией хорошо справляется упомянутый ранее метод ранжирования по Парето, суть которого для решаемой задачи риск-менеджмента заключается в следующем. Все объекты разбиваются на отдельные группы, которым назначается некоторый ранг; условием такой разбивки и назначения является то, что объекты группы с большим рангом имеют значения по критериям, гарантированно превосходящие значения по всем критериям объектов групп больших рангов. Такое правило (обратное – так как объекты меньшего ранга будут ближе к началу координат) исходит из того, что в данной задаче ранг означает порядок выполнения требований, а предпочтительнее реализовывать более быстрые и дешевые меры при прочих «равных».

Принцип ранжирования по Парето может быть продемонстрирован для рассматриваемого примера с помощью рис. 1.

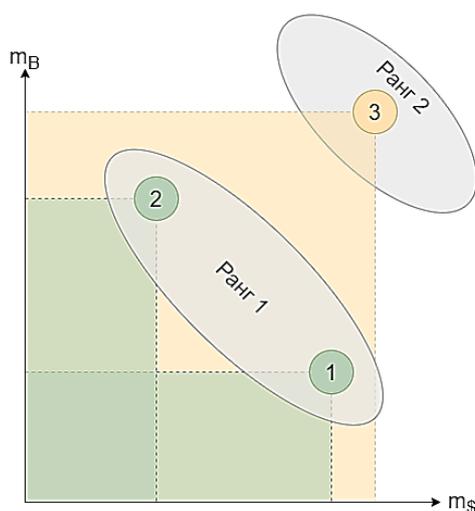


Рис. 1. Пример работы метода ранжирования по Парето

Согласно рис. 1, меры m_1 и m_2 (точки 1 и 2), соответствующие каждому из требований, можно считать компромисными и неулучшаемыми – «множеством Парето»

оптимальных альтернатив». Это хорошо видно по пересечению светло-зеленых прямоугольников, расположенных под каждой из точек. Однако мера m_3 (точка 2) имеет как стоимость, так и время реализации больше, чем остальные меры – что можно увидеть по тому, что точки 1 и 2 расположены внутри бежевого прямоугольника ниже точки 3. Аналогичным образом можно отранжировать и другие возможные требования по их мерам. Тем самым, все требования с одинаковой степенью угрозы на данном этапе будут повторно отранжированы по Парето.

Сам алгоритм такого ранжирования может быть в формальном виде записан, как:

$$Q_2(\{I\}) \equiv \text{Pareto}(\{m_\$, m_B\}),$$

где $\text{Pareto}()$ – применение ранжирования по Парето на основании двух показателей меры для выполнения каждого требования: стоимость и время.

Аналогично этапу 1, после данного этапа ответственный за ПБ на ПрО имеет очередность выполнения требований. Очевидно, что и на данном этапе ряд требований может иметь одинаковый ранг – поскольку метод Парето не выявляет наилучший объект, а лишь ранжирует их группы. Для разрешения такой ситуации предназначен этап 3.

«Сквозной» пример. Проведем ранжирование по Парето с помощью критериев оперативности и ресурсоэкономности. Расположение на плоскости с осями «Время × Стоимость» (на реализацию мер для выполнения требований) согласно начальным условиям приведено на рис. 2 (числа n в кружках означают номера мер m_n).

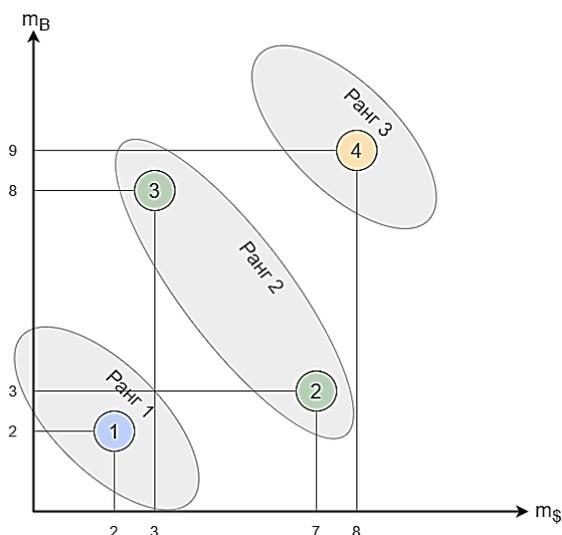


Рис. 2. Расположение мер на плоскости «Время × Стоимость»

Даже без математических вычислений можно отранжировать все объекты следующим образом (используя визуализацию работы метода с помощью раскрашенных прямоугольников под точками):

$$\begin{cases} \{m^1\} \rightarrow \text{Range}_1 \\ \{m^2, m^3\} \rightarrow \text{Range}_2, \\ m^4 \rightarrow \text{Range}_3 \end{cases}$$

где Range_g – g ранг.

Таким образом, мера m^1 относится к первому рангу и должна быть выполнена первой – «установка пожарной сигнализации», затем необходимо выполнить меры m^2 и m^3 – «внедрение системы пожаротушения» и «расширение эвакуационных коридоров», а в конце меру m^4 – «перенос (распределение) эвакуационных выходов».

Следовательно, на данном этапе у ответственного за ПБ на ПрО уже есть некоторый порядок выполнения требований. Остается открытым лишь вопрос порядка для второго и третьего требований; это будет разрешено на следующем этапе метода.

Этап 3 – ранжирование экспертным методом

После выполнения этапа 2 данного метода будут получены требования, отранжированные как по степени угроз, так и по совокупности оперативности и ресурсоэкономности. Тем не менее ряд требований может иметь одинаковый комплексный ранг (в виде одного, вложенного в другой – поскольку сначала требования были отранжированы по результативности, а затем для одинакового ранга – по совокупности оперативности и ресурсоэкономности). Для выбора первоочередного среди них (выполняемого ответственным за ПБ на ПрО в первую очередь) может быть применено экспертное оценивание. Это позволит учесть внутренне специфику ПБ на ПрО путем привлечения экспертов, знакомых с его внутренней организацией.

Одним из наиболее известных методов ранжирования, показавшим свою работоспособность, считается метод Саати или метод анализа иерархий [2]. Классически, метод применяется для выбора наилучшей из альтернатив, хотя он вполне может быть использован и для их ранжирования. Метод Саати позволяет ответственному за ПБ на ПрО не выбрать какое-либо правильное решение, а «подсказать» то (в данном случае – очередность выполнения требований), которое наиболее хорошо согласуется с его собственным пониманием задачи.

Применение алгоритма метода можно разбить на пять шагов.

Шаг 1. Построить модели задачи в виде иерархии, которая включала бы цель, альтернативы и критерии оценки альтернатив. Для решаемой задачи целью будут наилучшие (в смысле первостепенные) требования для выполнения, альтернативами – список требований (в данном случае тех, которые не удалось отранжировать на этапе 1, 2), а критериями – характеристики требования, задаваемые экспертами ПрО.

Шаг 2. Определить локальные приоритеты элементов иерархии, осуществляя их попарное сравнение. Так, эксперт должен будет оценить, насколько каждый из пары критериев важнее другого для достижения цели; а также, насколько каждая из пары альтернатива соответствует каждому из критериев (то есть определить веса значимости).

Шаг 3. Получить глобальные приоритеты альтернатив с помощью математической операции – линейной свертки элементов иерархии (путем суммирования весов и результатов опроса для всех нижестоящих элементов в иерархии). Таким образом, каждой альтернативе (то есть требованию) будет сопоставлено некоторое число, означающее предпочтительность альтернативы для достижения цели. Так будет получено численное ранжирование требований, учитывающих требования эксперта.

Шаг 4. Проверка полученных результатов. Несмотря на то, что все предыдущие шаги были выполнены, итоговые результаты могут быть оценены как несогласованные. Это означает, что эксперт мог внести противоречивые суждения (например, указав, что А лучше В, В лучше С, а С лучше А), которые не позволяют говорить о корректности полученного ранжирования. В этом случае шаги 1–3 необходимо повторить (возможно, с заменой эксперта на более квалифицированного).

Шаг 5. На последнем формальном шаге принимается решение о том, что полученное ранжирование считается как верное.

В качестве примеров критериев, по которым эксперт ПрО может оценивать требования, можно указать следующие:

- отсутствие негативного влияния выполнения требования на окружающую среду на территории ПрО (например, загрязнение территории);
- соответствие побочных результатов выполнения требований корпоративным нормам и правилам стандартам (например, падение имиджа);

- неухудшение условий деятельности сотрудников (например, мешающие сигнальные и иные кабели, дополнительные дверные проходы и т.п.);
- недопущение диссинергетических или же поддержание синергетических эффектов, связанных с другими подсистемами защиты (например, размещение систем пожаротушения в серверных, которые в случае неисправности или пожара могут привести к уничтожению информации) [3–5] и т.д.

Следует отметить, что такие предпочтения экспертов ПрО (в виде критериев сравнения требований), очевидно, являются наименее приоритетными с точки зрения ПБ (угроза жизни людей и финансовые потери всегда будет выше, чем соответствие внутрикорпоративным нормам). Поэтому данный факт и учитывается на этапе 3, когда более строгие правила ранжирования (не учитывающие субъективность и предрасположенность суждения) уже были применены. Это также является важнейшей особенностью предложенного метода ранжирования.

Сам алгоритм такого ранжирования может быть в формальном виде записан, как:

$$Q_3(\{I\}) \equiv \text{АНР}(\{I\}, \{\text{Criteria}\}, \text{Expert}),$$

где АНР() – применение ранжирования по методу анализа иерархий (*от англ. Analytic Hierarchy Process*) на основании оставшихся (неотранжированных на Этапе 1, 2) требований, множества критериев оценки {Criteria}, а также мнений эксперта – Expert.

После данного этапа ответственный за ПБ на ПрО будет иметь финальный список требований, гарантированно отранжированный в порядке (приоритете) их выполнения.

«Сквозной» пример. Поскольку на предыдущем этапе лишь одна группа требований оказалась имеющей один ранг, а именно – требования 2 и 3, то для их ранжирования применим метод Саати из пяти описанных выше шагов.

Шаг 1. Построение иерархии. Предположим, эксперты ПрО выделили следующие два критерия сравнения мер:

- Критерий_1 (К_1). Соответствие внутрикорпоративным нормам ПрО;
- Критерий_2 (К_2). Неухудшение условий деятельности сотрудников.

В этом случае иерархия задачи по Саати будет иметь следующий вид (рис. 3).

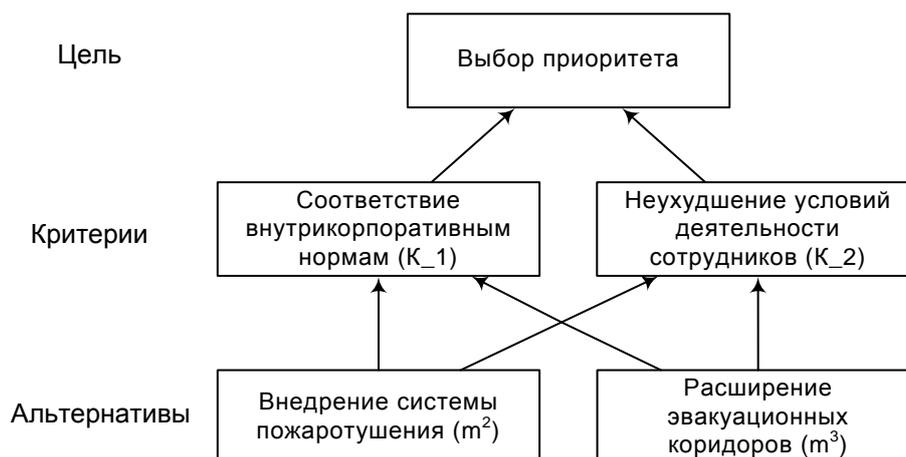


Рис. 3. Иерархия задачи по Саати

Шаг 2. Определение локальных приоритетов. Предположим, расчет локальных приоритетов критериев сделан следующим образом. Эксперт посчитал, что «соответствие внутрикорпоративным нормам ПрО (Критерий_1) существенно значимее, чем «неухудшение условий деятельности сотрудников» (Критерий_2). Это, согласно методу Саати соответствует значимости первого критерия – 5, а второго – 1/5; матрица сравнения имеет вид (табл. 1).

Таблица 1. Матрица парных сравнений критериев

	Критерий_1	Критерий_2
Критерий_1	1	5
Критерий_2	1/5	1

Затем эксперт посчитал, что выполнение меры m^3 – «расширение эвакуационных коридоров» – будет немного лучше, чем выполнение меры m^2 – «внедрение системы пожаротушения», с позиции «соответствия внутрикорпоративным нормам ПрО». Тогда, согласно методу Саати, значимость по первому критерию первой альтернативы – $1/3$, а по второй – 3 ; матрица сравнения имеет вид (табл. 2).

Таблица 2. Матрица парных сравнений альтернатив по первому критерию (К_1)

	Мера m^2	Мера m^3
Мера m^2	1	$1/3$
Мера m^3	3	1

Аналогично, эксперт посчитал, что выполнение меры m^3 – «внедрение системы пожаротушения» – будет очевидно лучше, чем выполнение меры m^2 – «расширение эвакуационных коридоров», с позиции «неухудшения условий деятельности сотрудников». Тогда, согласно методу Саати, значимость первой альтернативы по первому критерию – 7 , а по второму – $1/7$; матрица сравнения имеет следующий вид (табл. 3).

Таблица 3. Матрица парных сравнений альтернатив по второму критерию (К-2)

	Мера m^2	Мера m^3
Мера m^2	1	7
Мера m^3	$1/7$	1

Шаг 3. Определение глобальных приоритетов. Расчет приоритетов альтернатив позволяет получить следующие значения:

- для i_2 – «достаточная ширина эвакуационных коридоров» – $0,35$;
- для i_3 – «наличие системы пожаротушения» – $0,65$.

Таким образом, исходя из приоритетов «соответствия внутрикорпоративным нормам ПрО» и «неухудшения условий деятельности сотрудников», а также соответствия им мер для выполнения требований, ответственный за ПБ на ПрО может считать выполнение требования по наличию достаточной ширины эвакуационных коридоров более приоритетным (первостепенным), чем выполнение требования по наличию системы пожаротушения: глобальный (по Саати) приоритет $i_3 >$ приоритета i_2 .

Шаг 4. Проверка согласованности. Для двух альтернатив имеет всегда место полная согласованность и значит суждения, указанные экспертом на предыдущих шагах, считаются корректными.

Шаг 5. Итоговое ранжирование. Исходя из полученных приоритетов, на шаге 2 можно сделать вывод, что вначале должно выполняться требование i_3 , а затем i_2 .

Завершающий этап – учет ограничения по стоимости

На данном этапе все требования уже отранжированы. Однако часть из них не будет выполнена, исходя из ограничений финансового ресурса ($\{M_{\S}\} < \text{limit}_{\S}$), который будет истощаться. Определить те требования, которые финансово в состоянии выполнить ответственный за ПБ на ПрО ($\{I'\}$), можно путем прогнозирования исчерпания ресурсов следующим образом:

$$\{I'\} \rightarrow \{I'\}_{\S} = \{i_1 \dots i_n\}, \text{ для } n: \sum_{k=1..n} i_k \rightarrow d_k \rightarrow t_k \rightarrow m_{\S}^k < \text{limit}_{\S},$$

где $\{I'\}_{\S}$ – множество требований t_{\S} , которые возможно выполнить с учетом ограничения финансового ресурса **limit_§**.

«Сквозной» пример. Согласно начальным условиям, суммарная стоимость реализации всех мер не превосходит предельного размера финансового ресурса – следовательно, никакое из требований не отбрасывается.

Подведем итоги применения разработанного комплексного метода решения типовой задачи риск-менеджмента для гипотетического примера – ранжирования требований ПБ. На этапе 1 не было получено никакого ранжирования, поскольку все требования обладают одинаковой степенью угроз (хотя для более сложных примеров требования могут иметь различные степени угроз и будут разделены). На этапе 2 все требования были отранжированы следующим образом: $i_1, \{i_2, i_3\}, i_4$ (где i_2, i_3 имеют одинаковый ранг). А на этапе 3 эксперт отранжировал два «конкурирующих» требования для выполнения: i_3, i_2 . Таким образом, итоговый порядок выполнения требований следующий: $i_1, \{i_3, i_2\}, i_4$, то есть: сначала – наличие пожарной сигнализации, далее – достаточная ширина эвакуационных коридоров, затем – наличие системы пожаротушения, после – сосредоточенность эвакуационных выходов.

Резюмируем описанный выше комплексный метод решения типовой многокритериальной задачи риск-менеджмента в виде графической схемы на рис. 4. На схеме отчетливо видна суть метода, которая состоит в поэтапном применении лучших практик ранжирования, используемых в различных частично описанных в работе [1] методах управления ПБ; при этом на каждом этапе производится ранжирование требований по одному или совокупности показателей эффективности – на выходе должен получиться отранжированный по приоритету выполнения ряд требований ПБ.

К достоинствам метода можно отнести учет специфики области ПБ – важности человеческой жизни, ограниченности финансовых и временных ресурсов, а также зависимость от деталей функционирования конкретного ПрО, хорошо известной лишь ее внутренним экспертам. Недостатком метода можно считать то, что не удастся полностью избежать влияния человеческого фактора; например, при выборе порядка выполнения требований на этапе 3. Впрочем, в ряде случаев влияние будет отсутствовать, если требования отранжируются на этапе 1, 2.

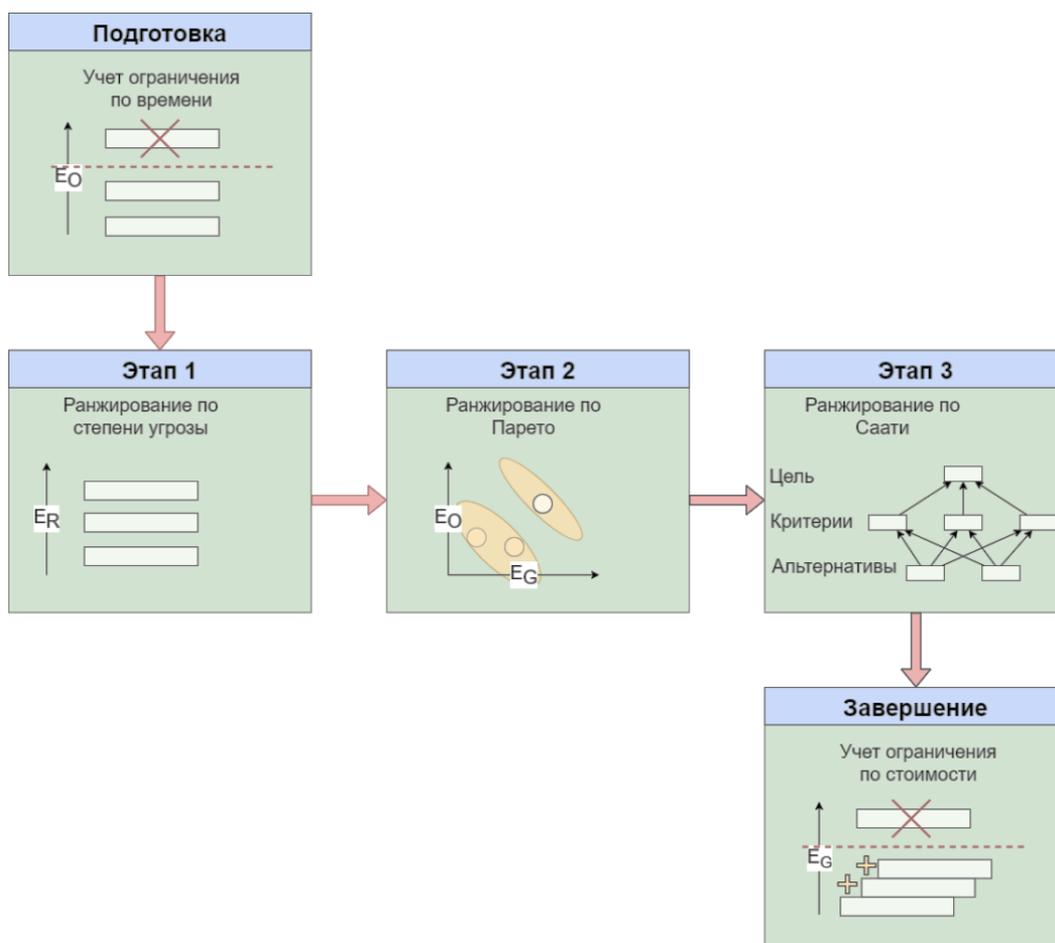


Рис. 4. Схема комплексного метода ранжирования эффективности требований

С учетом вышеизложенного, можно сделать вывод, что предложенный метод не только работоспособен, но и способен помочь ответственному за ПБ на ПрО делать адекватный и обоснованный выбор порядка (последовательности) выполнения требований действующего законодательства (и нормативной базы) и внутрикорпоративных стандартов и политик по ПБ.

Литература

1. Буйневич М.В., Ахунова Д.Г., Ярошенко А.Ю. Комплексный метод решения типовой задачи риск-менеджмента в инфологической среде (на примере ранжирования требований пожарной безопасности). Часть 1 // Науч.-аналит. журн. «Вестник С.-Петерб. ун-та ГПС МЧС России». 2020. № 3. С. 88–99.
2. Саати Т.Л. Принятие решений. Метод анализа иерархий. М.: Радио и связь, 1989. 316 с.
3. Покусов В.В. Синергетические эффекты взаимодействия модулей системы обеспечения информационной безопасности // Информатизация и связь. 2018. № 3. С. 61–67.
4. Покусов В.В. Особенности взаимодействия служб обеспечения функционирования информационной системы // Информатизация и связь. 2018. № 5. С. 51–56.
5. Буйневич М.В., Покусов В.В., Израйлов К.Е. Эффекты взаимодействия обеспечивающих служб предприятия информационного сервиса (на примере службы пожарной безопасности) // Науч.-аналит. журн. «Вестник С.-Петерб. ун-та ГПС МЧС России». 2018. № 4. С. 48–54.

References

1. Bujnevich M.V., Ahunova D.G., Yaroshenko A.Yu. Kompleksnyj metod resheniya tipovoj zadachi risk-menedzhmenta v infologicheskoj srede (na primere ranzhirovaniya trebovanij pozharnoj bezopasnosti). Chast' 1 // Nauch.-analit. zhurn. «Vestnik S.-Peterb. un-ta GPS MCHS Rossii». 2020. № 3. S. 88–99.
2. Saati T.L. Prinyatie reshenij. Metod analiza ierarhij. M.: Radio i svyaz', 1989. 316 s.
3. Pokusov V.V. Sinergeticheskie efekty vzaimodejstviya modulej sistemy obespecheniya informacionnoj bezopasnosti // Informatizaciya i svyaz'. 2018. № 3. S. 61–67.
4. Pokusov V.V. Osobennosti vzaimodejstviya sluzhb obespecheniya funkcionirovaniya informacionnoj sistemy // Informatizaciya i svyaz'. 2018. № 5. C. 51–56.
5. Bujnevich M.V., Pokusov V.V., Izrailov K.E. Effekty vzaimodejstviya obespechivayushchih sluzhb predpriyatiya informacionnogo servisa (na primere sluzhby pozharnoj bezopasnosti) // Nauch.-analit. zhurn. «Vestnik S.-Peterb. un-ta GPS MCHS Rossii». 2018. № 4. S. 48–54.

КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ТЕРРИТОРИАЛЬНЫХ ОРГАНОВ МЧС РОССИИ

Ю.Е. Актерский, доктор военных наук, профессор;

С.Н. Северин.

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России.

В.В. Шаптала, кандидат технических наук, доцент.

Белгородский юридический институт МВД России им. И.Д. Путилина

Рассматривается применение функции желательности Харрингтона для вывода числовых оценок состояния деятельности надзорных подразделений территориальных органов МЧС России. Количественные оценки можно использовать для получения интегрального показателя эффективности работы территориальных органов МЧС России, а также для поддержки принятия решений по управлению деятельностью территориальных органов МЧС России при осуществлении надзорной деятельности и профилактической работы при оценивании соответствия объектов защиты требованиям пожарной безопасности.

Ключевые слова: территориальные органы МЧС России, функция желательности Харрингтона, надзорная деятельность, числовые характеристики, интегральный показатель эффективности

QUANTITATIVE ASSESSMENT OF THE ACTIVITIES OF TERRITORIAL BODIES OF THE EMERCOM OF RUSSIA

Yu.E. Actersky; S.N. Severin.

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

V.V. Shaptala. Belgorod law institute of the Ministry of internal affairs of Russia of I.D. Putilin

The article discusses the use of the desirability function Harrington for the numerical assessment of the activity of control subdivisions of territorial bodies of the Ministry. Quantitative assessment can be used to obtain the integral index of efficiency of work of territorial bodies of the Ministry of emergency situations and to support decision-making on management of activity of territorial bodies of EMERCOM of Russia in the exercise of Supervisory activities and preventive work at estimation of conformity of objects of protection the requirements for fire safety.

Keywords: territorial bodies of the Ministry of emergency situations, Harrington desirability function, supervisory activities, numerical characteristics, integral performance indicator

Необходимым условием повышения эффективности государственного пожарного надзора являются периодические проверки и оценивание результатов и качества работы его органов и подразделений. С этой целью в МЧС России разработаны и применяются специальные инструкции и методики [1, 2], среди которых важное место принадлежит методике оценки деятельности территориальных органов (ТО) МЧС России при осуществлении надзорной деятельности и профилактической работы [2]. Рассматриваемая методика может применяться не только для организации проведения проверок и оценивания работы ТО, но и для управления их деятельностью [3]. Для повышения достоверности и обоснованности оценок, а также расширения возможностей использования методики в качестве инструмента управления представляется целесообразным дополнить получаемые с помощью методики словесно выражаемые (вербальные) оценки их числовыми

характеристиками. Одним из способов такого дополнения является применение функции желательности Харрингтона [4, 5], которая используется для сопоставления словесно выраженным психологическим оценкам качества свойств или характеристик изучаемых объектов условных числовых значений, называемых желательностями d . Функция Харрингтона получена в результате аппроксимации результатов статистической обработки большого объема экспертных оценок в различных предметных областях, поэтому имеет универсальный характер. Аналитическое выражение функции Харрингтона имеет вид:

$$d = \exp(-\exp(-y)), \quad (1)$$

где y – условная переменная, которая выражается через реальные, однозначно определяемые параметры изучаемых объектов.

Наихудшей, совершенно нежелательной оценке соответствует $d=0$, а наивысшей оценке – $d=1$. Средним удовлетворительным оценкам сопоставляется интервал $[0,37, 0,63]$. Хорошим оценкам соответствует интервал $[0,63, 0,8]$. Из выражения (1) следует $d \rightarrow 0$ при $y \rightarrow -2$, $d \rightarrow 1$ при $y \rightarrow 5$. $d=0,37$ при $y=0$. Оценивание деятельности ТО осуществляется по методике [2] с использованием специального критерия, содержащего четыре раздела, соответствующих четырем основным направлениям деятельности надзорных подразделений ТО [1]. Направление I – снижение количества пожаров и последствий от них. Направление II – оказание государственных услуг и функций. Направление III – осуществление надзорной деятельности и профилактической работы. Направление IV – административная практика и проверки по делам о пожарах.

Деятельность надзорного подразделения по каждому направлению характеризуется набором показателей, каждый из которых может принимать положительное или отрицательное значение, то есть получать удовлетворительную или неудовлетворительную оценку. Общее число показателей раздела обозначим n_i , где i – номер раздела. Число показателей, получивших удовлетворительную оценку, обозначим x_i . Минимальное количество положительных показателей, необходимое для получения удовлетворительной оценки деятельности по всему направлению, обозначим p_i . Распределение параметров n_i и p_i приведено в табл. 1.

Таблица 1. Распределение параметров деятельности надзорных подразделений ТО по разделам

N раздела	n	p
1	9	6
2	6	4
3	6	4
4	6	4

В результате проверки по каждому разделу деятельности устанавливается число положительных показателей x_i . Для расчета соответствующих им частных желательностей d_i необходимо шкалу переменной x отобразить на шкалу условной переменной y . Такое отображение можно выполнить с помощью функции:

$$y = Ax^3 + Bx^2 + C, \quad (2)$$

коэффициенты которой определяются из условий:

$$\begin{aligned} y(x=0) &= -2 \\ y(x=p) &= 0 \\ y(x=n) &= 5 \end{aligned} \quad (3)$$

Из условий (3) для коэффициентов (2) выводятся следующие выражения:

$$A = \frac{2n^2 - 7p^2}{p^3n^2 - n^3p^2}$$

$$B = \frac{7p^2 - 2n^3}{p^3n^2 - n^3p^2}.$$

$$C = -2$$

Результаты расчетов частных желательностей оценок по направлениям деятельности надзорных подразделений приведены в табл. 2.

Таблица 2. Результаты расчетов частных желательностей некоторых оценок по разделам критерия

x_1	6	7	8
y_1	0	1,23	2,87
d_1	0,37	0,75	0,95
$x_{2,3,4}$	4	5	6
$y_{2,3,4}$	0	2	5
$d_{2,3,4}$	0,37	0,87	1

Направление деятельности ТО оценивается с учетом количества показателей, имеющих положительные или отрицательные значения. Например, деятельность ТО по разделу I оценивается удовлетворительно, если количество положительных показателей $x_1 \geq 6$. В качестве примера рассмотрим три случая, которые могут возникнуть при оценивании деятельности ТО по I разделу критерия: первый случай $x_1=6$; второй $x_1=7$; третий $x_1=8$. Во всех трех случаях деятельность ТО, согласно методике [2], должна оцениваться удовлетворительно, однако деятельность ТО во втором и третьем случаях при одном и двух отрицательных показателях представляется более высокого качества, чем в первом случае – при трех отрицательных показателях. Это предположение подтверждается также распределением числовых характеристик или желательностей оценок: $d_1(x_1=6)=0,37$; $d_1(x_1=7)=0,75$; $d_1(x_1=8)=0,95$. Фактически во всех трех случаях имеют место промежуточные состояния, оценивание которых традиционным вербальным способом невозможно. Поэтому для оценивания таких промежуточных состояний требуется рассматриваемый количественный метод.

Рассмотренный пример показывает, что удовлетворительные оценки могут иметь различное качество, а показателем качества удовлетворительной оценки может служить ее числовая характеристика (желательность). Степень качества удовлетворительной оценки определяется положением числа, выражающего ее желательность на интервале [0,37-0,63]. В целом оценка деятельности ТО осуществляется с учетом оценок, полученных по всем разделам критерия. Оценка «удовлетворительно» выставляется, если удовлетворительные оценки получены по трем или по всем четырем критериям.

Предположим, что три раздела критерия оцениваются удовлетворительно, а один раздел неудовлетворительно, тогда по методике [2] формально во всех таких случаях деятельность ТО в целом должна оцениваться удовлетворительно, что представляется недостаточно обоснованным, так как при этом негативное понижающее влияние раздела критерия, оцененного неудовлетворительно, на итоговой оценке никак не отражается. Устранить это несоответствие, а также учесть влияние всех оценок разделов критерия, включая неудовлетворительные, можно путем дополнения, предусмотренного методикой [2] алгоритма вывода итоговой оценки деятельности ТО, вычислением числовой характеристики

итоговой оценки в виде средних геометрических значений числовых характеристик деятельности ТО по отдельным разделам критерия:

$$D = \sqrt[4]{d_1 d_2 d_3 d_4}$$

На основе числовых характеристик (желательностей) оценок, полученных по методике [2], можно исследовать динамику изменения эффективности деятельности надзорных подразделений ТО МЧС России в результате действия основных влияющих факторов: изменения параметров среды функционирования надзорных подразделений, а также изменения размеров и распределения располагаемых технических и организационных ресурсов [6, 7].

Пример. Предположим, что в результате трех последовательных проверок деятельности ТО, выполненных в 2017, 2018 и 2019 гг., получены результаты, приведенные в табл. 3.

Таблица 3. Результаты проверок деятельности ТО

Год	2017	2018	2019
x_1	6	7	8
y_1	0	1,23	2,87
d_1	0,37	0,75	0,95
x_2	4	5	6
y_2	0	2	5
d_2	0,37	0,87	1
x_3	5	4	5
y_3	2	0	2
d_3	0,87	0,37	0,87
x_4	6	5	4
y_4	5	2	0
d_4	1	0,87	0,37
D	0,59	0,68	0,74

Обработка полученных данных показывает, что в период с 2017 по 2020 гг. эффективность деятельности ТО возрастала (рис.).

Так числовая характеристика (желательность) деятельности ТО в целом возросла с $D_{2017}=0,59$ до $D_{2019}=0,74$, то есть увеличилась на 9 %.

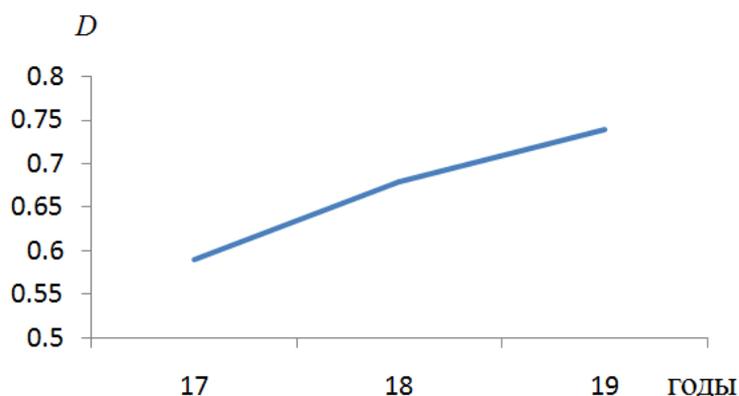


Рис. Динамика изменения числовой характеристики оценки деятельности ТО в целом

Анализ динамики изменения частных желательностей показывает, что повышение эффективности деятельности ТО в целом произошло главным образом из-за повышения показателей работы по первому и третьему направлениям, то есть благодаря улучшению надзорной деятельности и профилактической работы, что привело, в свою очередь,

к снижению числа пожаров и последствий от них. В то же время работа ТО по четвертому направлению, то есть по административной практике, ухудшилась: $d_4(19)=0,37 < d_4(17)=1$.

Таким образом, метод Харрингтона позволяет при оценивании состояния деятельности надзорных подразделений ТО МЧС России сводить наборы частных показателей и выставленных вербальных оценок к обобщенным числовым показателям эффективности работы, которые можно использовать при решении задач управления деятельностью надзорных подразделений ТО при осуществлении проверки соответствия объектов защиты требованиям пожарной безопасности.

Литература

1. Бондарев А. Собрание законодательных и правовых актов Российской Федерации по вопросам деятельности государственного пожарного надзора. М.: Изд-во ВНИИ ПО, 2005. 355 с.

2. Об утверждении методики проверки деятельности территориальных органов МЧС России при осуществлении надзорной деятельности и профилактической работы: Распоряжение МЧС России от 27 янв. 2020 г. № 53. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

3. Смирнов А.С., Актерский Ю.Е. Повышение эффективности применения систем управления подразделениями МЧС России на основе рационального использования социальных ресурсов: монография / под ред. В.С. Артамонова. СПб.: С.-Петербург. ун-т ГПС МЧС России, 2007. 287 с.

4. Шуметов В.Г., Покровский А.М. Анализ данных в управлении: монография. Орел; М.: Аплит, 2011. 182 с.

5. Опекунов А.Ю., Опекунова М.Г. Интегральная оценка загрязнения ландшафта с использованием функции желательности Харрингтона // Вестник Санкт-Петербургского университета. 2014. Сер. 7. Вып. 4. С. 101–113.

6. Об оценке главных управлений МЧС России по субъектам Российской Федерации по осуществлению надзорной деятельности и профилактической работы: приказ МЧС России от 26 окт. 2017 г. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

7. Об утверждении инструкции об организации и проведении инспекторских и тематических проверок деятельности территориальных органов МЧС России: приказ МЧС России от 23 окт. 2020 г. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

References

1. Bondarev A. Sbranie zakonodatel'nyh i pravovyh aktov Rossijskoj Federacii po voprosam deyatel'nosti gosudarstvennogo pozharnogo nadzora. M.: Izd-vo VNII PO, 2005. 355 s.

2. Ob utverzhdenii metodiki proverki deyatel'nosti territorial'nyh organov MCHS Rossii pri osushchestvlenii nadzornoj deyatel'nosti i profilakticheskoy raboty: Rasporyazhenie MCHS Rossii ot 27 yanv. 2020 g. № 53. Dostup iz sprav.-pravovoj sistemy «Konsul'tantPlyus».

3. Smirnov A.S., Akterskij Yu.E. Povyshenie effektivnosti primeneniya sistem upravleniya podrazdeleniyami MCHS Rossii na osnove racional'nogo ispol'zovaniya social'nyh resursov: monografiya / pod red. V.S. Artamonova. SPb.: S.-Peterb. un-t GPS MCHS Rossii, 2007. 287 s.

4. Shumetov V.G., Pokrovskij A.M. Analiz dannyh v upravlenii: monografiya. Orel; M.: Aplit, 2011. 182 s.

5. Opekunov A.Yu., Opekunova M.G. Integral'naya ocenka zagryazneniya landshafta s ispol'zovaniem funkcii zhelatel'nosti Harringtona // Vestnik Sankt-Peterburgskogo universiteta. 2014. Ser. 7. Vyp. 4. S. 101–113.

6. Ob ocenke glavnyh upravlenij MCHS Rossii po sub"ektam Rossijskoj Federacii po osushchestvleniyu nadzornoj deyatel'nosti i profilakticheskoy raboty: prikaz MCHS Rossii ot 26 okt. 2017 g. Dostup iz sprav.-pravovoj sistemy «Konsul'tantPlyus».

7. Ob utverzhdenii instrukcii ob organizacii i provedenii inspektorskih i tematiceskikh proverok deyatel'nosti territorial'nyh organov MCHS Rossii: prikaz MCHS Rossii ot 23 okt. 2020 g. Dostup iz sprav.-pravovoj sistemy «Konsul'tantPlyus».

СПОСОБ ОЦЕНКИ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ. ЧАСТЬ 2. МЕТРИКА БЕЗОПАСНОСТИ

Д.В. Буйневич.

Правительство Санкт-Петербурга.

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

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России.

В.В. Покусов.

Казахстанская ассоциация информационной безопасности

Во второй части статьи изложена авторская попытка количественной оценки безопасности информационно-технического взаимодействия систем, в качестве которых выступали абстрактные модели, описанные в первой части цикла. С этой целью постулированы достаточно общие параметры информационного взаимодействия и приведены их значения для централизованной, децентрализованной и монолитной архитектур. Для детального сравнения информационных систем логически выведены специализированные параметры, составляющие метрику безопасного взаимодействия; на примере электронного каталога рассмотрен способ определения значений компонент метрики. Предложена графическая интерпретация и «математизация» компонент метрики. Полученные результаты позволили сделать вывод о работоспособности и прагматичности описанного способа оценки взаимодействия информационных систем.

Ключевые слова: информационная система, информационно-техническое взаимодействие, архитектура, метрика безопасности, способ количественной оценки взаимодействия

METHOD FOR EVALUATING OF INFORMATION AND TECHNICAL INTERACTION. PART II. METRIC OF SECURITY

D.V. Buinevich. Government of Saint-Petersburg.

A.V. Matveev. Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia.

V.V. Pokusov. Kazakhstan information security association

The second part describes the author's attempt to quantify the security of information and technical interaction of systems, which were the abstract models described in the first part. For this purpose, fairly general parameters of information interaction were postulated and their values for centralized, decentralized and monolithic architectures are given. For a detailed comparison of information systems, the specialized parameters that make up the metric of security interaction are logically inferred; using the electronic catalog as an example, we consider a method for determining the values of the metric components. A graphical interpretation and «mathematization» of the components of the metric are proposed. The results obtained allowed us to conclude that the described method for evaluating the interaction of information systems is working and pragmatic.

Keywords: information system, information and technical interaction, architecture, metric of security, a way to quantify interaction

В первой части статьи [1] был предложен способ визуализации элементов (модулей), с помощью которых описывались модели взаимодействий информационных систем (ИС). Применение категориального деления по следующим парам: Keeping/Processing (от рус.

хранение/обработка), Analysis/Synthesis (от рус. анализ/синтез), Interior/Exterior (от рус. внутренний/внешний), позволило получить восемь модулей, соответствующих различным комбинациям элементов пар – KAI, KAE, KSI, KSE, PAI, PAE, PSI, PSE. Корректность примененного подхода позволяет утверждать, что абсолютно любая ИС будет состоять из совокупности именно таких модулей (но, возможно, не в единственном количестве).

Для проверки на практике полученного способа визуализации было произведено построение моделей ИС электронного каталога (ЭК) для таких ее архитектур, как централизованная, децентрализованная и монолитная. Первая имела три выделенные подсистемы: для основного функционала по работе с информацией, а также для обеспечения работы клиента и администратора каталога (рис. 2 в работе [1]). Во второй присутствовали только две подсистемы – для клиента и администратора, в которые был разнесен основной функционал (рис. 3 в работе [1]). А третья совмещала весь функционал в одной подсистеме (рис. 4 в работе [1]).

Основные параметры взаимодействия ИС

Предложенные модули и закономерности их соединений, по сути, представляют собой обобщенную модель информационно-технических взаимодействий в ИС. Конкретные же их схемы взаимодействий являются частными моделями – они описывают конкретную ИС в базисе обобщенной. А поскольку этот базис был получен полностью аналитическим методом – категориальным делением на пары, то для ИС можно ввести параметры, значения которых для различных систем могут быть сравнимы; при этом абсолютное значение любого параметра имеет смысл только в паре со значением для другой системы (то есть речь идет как минимум о попарном сравнении).

В качестве примера основных параметров информационных взаимодействий ИС, определяемых с помощью моделей, предложим следующие:

- количество подсистем ($K_{ПС}$), говорящее о наличии нескольких подцелей обработки информационных потоков в ИС, которые в дальнейшем потребуют гармонизации для достижения общей цели;
- количество модулей (K_M), по которому можно судить о размере ИС;
- количество интерьерных взаимодействий внутри подсистемы ($K_{ИВ}$) и экстерьерных между подсистемами ($K_{ЭВ}$), характеризующее разнородность информационного обмена;
- количество PAE и PSE, численно равное входным ($K_{ВХ}$) и выходным ($K_{ВЫХ}$) интерфейсам для каждой подсистемы;
- усредненное отношение числа модулей к числу подсистем ($K_{МС}$), имеющее смысл плотности объектов обработки информации.

Интерпретация значений параметров имеет одинаковый смысл для любых ИС, поскольку деление каждой системы на модули было произведено единым образом; а, например, не согласно физическому делению на аппаратные платформы или помещения, зависящему от конкретной организации. Значения параметров для примеров архитектур ЭК сведены в табл. 1.

Таблица 1. Основные параметры информационных взаимодействий в ИС

Архитектура ИС	$K_{ПС}$	K_M	$K_{ИС}$	$K_{ЭС}$	$K_{ВХ}$	$K_{ВЫХ}$	$K_{МС}$
Централизованная	3	17	13	3	5	4	$\approx 1,9$
Децентрализованная	2	15	12	1	2	1	7,5
Монолитная	1	11	10	0	2	1	11

Как хорошо видно, для ИС, имеющих практическую одинаковую логику работы (отличающихся лишь своей архитектурой), даже достаточно общие параметры имеют различные значения. Таким образом, в зависимости от требований к ИС, можно подобрать параметры взаимодействия и соответственно выбрать ближайшую к их набору архитектуру, что является актуальной задачей проектирования ИС [2].

Тем не менее для более детального сравнения систем, в особенности с различных точек зрения, использование описанных параметров будет недостаточным. Потребуется переход к специализированным параметрам, которые могут быть получены следующим образом.

Метрика безопасности информационных взаимодействий

Одним из следствий усложнения ИС является значительное снижение уровня ее информационной безопасности (ИБ) по множеству причин; например, из-за роста источников уязвимостей в программном обеспечении телекоммуникационных устройств [3]. Таким образом, актуальной задачей является сравнение ИС именно с позиции их ИБ, в которую входит безопасность информационных взаимодействий (БИВ) ее модулей – что потребует наличие соответствующих способов оценки.

Основными показателями ИБ считается триада угроз конфиденциальности, целостности и доступности информации, которая также применима и к информационным взаимодействиям модулей. Для лучшей детализации поделим элементы триады на две группы согласно введенной категориальной паре: Interior VS Exterior (аналогичную операцию можно произвести для Analysis VS Synthesis и Keeping VS Processing). Таким образом, первая группа будет показывать угрозы триады при передаче информации в ИС, а вторая – из ИС. По сути, деление на группы означает раздельную оценку БИВ для модулей, которые расположены в «интерьере» (то есть вне ее границ – PAI, PSI, KAI, KSI) и «экстерьере» (то есть на ее границах – PAE, PSE, KAE, KSE) ИС. Например, для централизованной схемы ЭБ нарушение конфиденциальности для *interior* возможно при передаче информации от PAI_2 к PSI_1, то есть внутрь ИС; для *exterior* – от PSI_1 к PSE_3, то есть наружу ИС (рис. 2 в работе [1]). Введем понятие метрики, объединяющей показатели БИВ и состоящей из следующих компонент {КИ, ЦИ, ДИ, КЭ, ЦЭ, ДЭ}.

Обозначения компонент состоят из двух символов: первой буквы элементов триады ИБ (К – конфиденциальность, Ц – целостность, Д – доступность) и первой буквы элементов категориальной пары КП_3 [1] (И – «интерьер»/Interior, Э – «экстерьер»/Exterior). Анализ компонент позволит перейти непосредственно к параметрам ИС, специализированным для области ИБ. Необходимо отметить, что подобный подход к метрическим оценкам может быть расширен и на другие области информационных технологий, например, с точки зрения уязвимостей программного обеспечения [4], децентрализованных систем управления [5], безопасности Wi-Fi систем [6], организации программных систем [7], систем следования за транспортным средством [8], робототехники [9], крипто-сжатия изображений [10], схем распределения процессоров в многопроцессорных системах [11] и др.

Рассмотрим способ определения значений компонент вектора метрики по схемам информационных взаимодействия на примере ЭК для каждого примера ее архитектуры: централизованной, децентрализованной и монолитной.

Компонент метрики: конфиденциальность информационного взаимодействия

Признаком нарушения конфиденциальности информационного взаимодействия является доступ к трафику субъекта, не имеющего на это право. Вероятность этого повышается с количеством информационных потоков, исходящих из объектов обработки информации. Так, например, наличие модуля без исходящих в рамках ИС взаимодействий с другими не послужит причиной нарушения; информация же, передаваемая модулем множеству других, значительно более подвержена перехвату. Таким образом, в качестве значения компоненты КИ логично использовать суммарное количество исходящих информационных взаимодействий из всех *interior* модулей; а в качестве КЭ – суммарное количество исходящих информационных взаимодействий из всех *exterior* модулей. Согласно схемам информационных взаимодействий всех трех типов архитектур, представленных

в первой части статьи [1], КИ для всех примеров будет равно: 8, 9 и 8, а КЭ – 5, 3 и 2 соответственно.

Компонент метрики: целостность информационного взаимодействия

Признаком нарушения целостности информационного взаимодействия является несанкционированная модификация трафика субъектом, не имеющим на это право. Вероятность нарушения повышается с количеством информационных потоков, входящих в объект обработки информации. Так, например, наличие модуля без входящих в рамках ИС взаимодействий с другими не послужит причиной нарушения; информация же, собираемая модулем от множества других, значительно более подвержена изменению. Таким образом, в качестве значения компоненты ЦИ логично использовать суммарное количество входящих информационных взаимодействий во все *interior* модули; а в качестве ЦЭ – суммарное количество входящих информационных взаимодействий во все *exterior* модули. Согласно схемам информационных взаимодействий всех упомянутых типов архитектур, ЦИ для всех примеров будет равно: 9, 10 и 9, а ЦЭ – 4, 2 и 1 соответственно.

Компонент метрики: доступность информационного взаимодействия

Признаком нарушения доступности информационного взаимодействия является блокировка трафика. Основной причиной этого можно считать невозможность своевременной обработки всего объема поступающей информации. Поскольку каждая из подсистем, как обособленная целенаправленная группа модулей, как правило, создается на единой программно-аппаратной платформе, то вероятность отказа обработки в ИС повышается с количеством информационных потоков, входящих в объекты обработки информации, усредненных по количеству подсистем. Так, например, множество подсистем (на разных платформах) с небольшим количеством модулей в каждой с высокой долей вероятности справится с потоком информации; одиночная же подсистема с огромным количеством модулей (а точнее ее программно-аппаратная составляющая) может периодически быть перегруженной обслуживанием внутренних информационных взаимодействий. Таким образом, в качестве значения компоненты ДИ логично использовать суммарное количество входящих информационных взаимодействий во все *interior* модули, поделённому на количество подсистем; а в качестве ДЭ – суммарное количество входящих информационных взаимодействий во все *exterior* модули, также поделенное на количество подсистем. Согласно схемам информационных взаимодействий всех упомянутых типов архитектур, ДИ для всех примеров будет равно: $(1+7+1)/3=3$, $(5+5)/2=5$ и $9/1=9$, а ДЭ – $(2+1+1)/3\approx 1,3$, $(1+1)/2=1$ и $1/1=1$ соответственно.

Интерпретация и «математизация» компонент метрики

Предложенная графическая интерпретация компонент метрики для одной подсистемы (Subsystem) с позиции ИБ показана на рис. 1.

Поскольку значимость компонентов для общей БИВ зависит от каждого конкретного случая, то какой-либо итоговый показатель не может быть вычислен простым суммированием; для этого, по крайней мере, должно использоваться среднее арифметическое, взвешенное с учетом весов K_N для конфиденциальности, целостности и доступности информационного взаимодействия относительно «интерьера» и «экстерьера»; например, по следующей формуле:

$$\overline{\text{БИВ}} = \frac{\sum(\text{КИ} \times K_{\text{ки}} + \text{ЦИ} \times K_{\text{ци}} + \text{ДИ} \times K_{\text{ди}} + \text{КЭ} \times K_{\text{кэ}} + \text{ЦЭ} \times K_{\text{цэ}} + \text{ДЭ} \times K_{\text{дэ}})}{\sum(K_{\text{ки}} + K_{\text{ци}} + K_{\text{ди}} + K_{\text{кэ}} + K_{\text{цэ}} + K_{\text{дэ}})}$$

Тем не менее можно говорить о математическом модуле вектора метрики, имеющем смысл условного расстояния текущего состояния БИВ в ИС от идеального (точка $\{0, 0, 0, 0, 0, 0\}$), определяемого как корень из суммы квадратов всех компонент:

$$L = \sqrt{КИ^2 + ЦИ^2 + ДИ^2 + КЭ^2 + ЦЭ^2 + ДЭ^2}. \quad (1)$$

Сводная таблица компонентов и математического модуля векторов метрики для примеров ЭК приведены в табл. 2, а наглядная гистограмма на рис. 2.

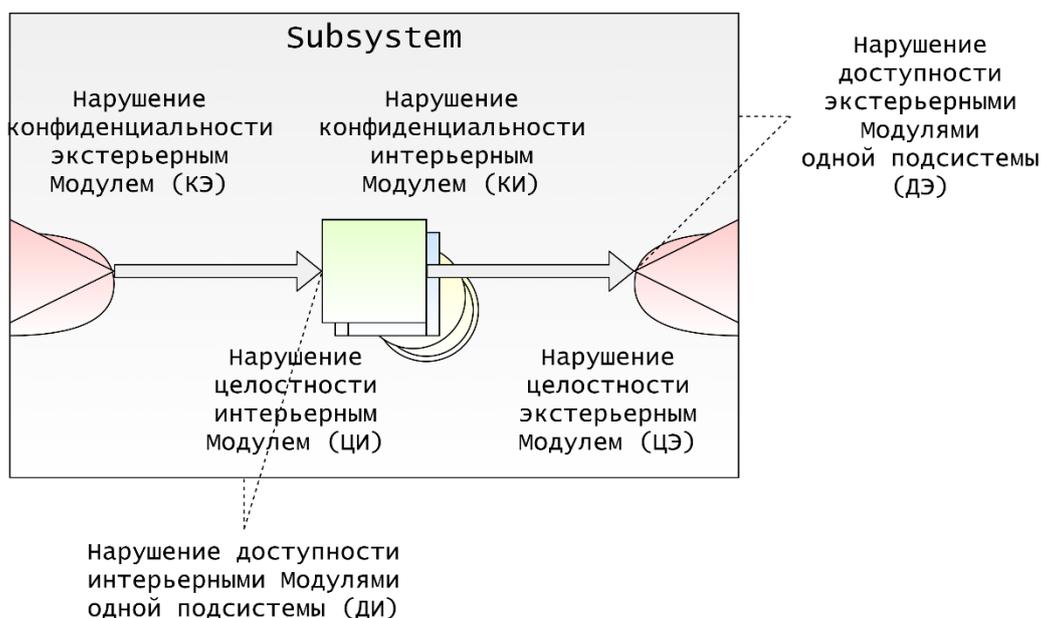


Рис. 1. Графическая интерпретация компонент метрики безопасности информационного взаимодействия

Таблица 2. Сводная таблица компонент и математического модуля векторов метрики БИВ

Архитектура ИС	КИ	ЦИ	ДИ	КЭ	ЦЭ	ДЭ	КИ+КЭ	ЦИ+ЦЭ	ДИ+ДЭ	L
Централизованная	8	9	3	5	4	1.3	13	13	4.3	≈14,0
Децентрализованная	9	10	5	3	2	1	12	12	6	≈14,8
Монолитная	8	9	9	2	1	1	10	10	10	≈15,2

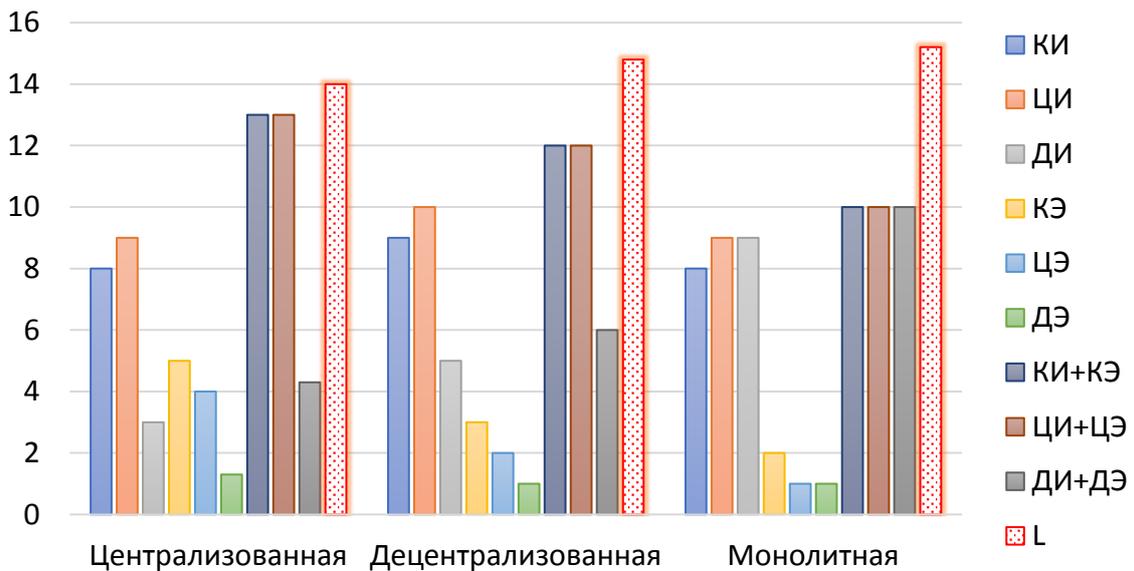


Рис. 2. Гистограмма компонент и математического модуля векторов метрики БИВ
Анализ результатов

Проанализируем полученные результаты векторов метрики БИВ, для чего построим график значений их компонент в зависимости от их «монолитизации» – то есть уменьшения количества подсистем (рис. 3).

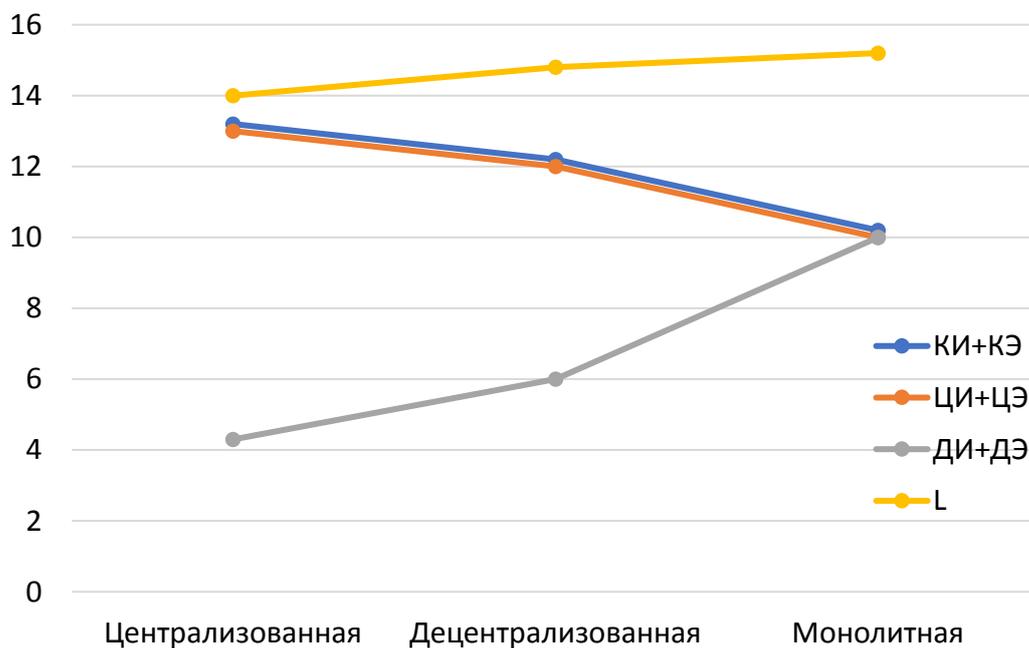


Рис. 3. График значений компонент и модуля векторов метрики БИВ при «монолитизации» архитектуры (кривые для KI+KЭ и CI+ЦЭ полностью совпадают)

Во-первых, согласно вычисленным по формуле (1) математическим модулям вектора, расстояние от текущего состояния БИВ до идеального для примеров ЭК практически одинаковое. Минимальное расстояние наблюдается у централизованной структуры, а максимальное – у монолитной; последняя превосходит первую

на $(15,2-14,0)/14,0 \approx 0,086 = 8,6 \%$. Таким образом, можно утверждать, что общие состояния БИВ достаточно близки.

Во-вторых, по мере монолитизации архитектуры ИС происходит снижение рисков нарушения конфиденциальности и целостности. Это соответствует реальному положению дел, поскольку размещение всех элементов ИС в одной подсистеме снижает объем информации, обрабатываемой вне ее (соответственно, уменьшая количество как входных, так и выходных информационных потоков), и, следовательно, делает информацию более защищенной.

В-третьих, при монолитизации в противовес снижению конфиденциальности и целостности, наблюдается повышение риска нарушения доступности, означающее, что некоторые информационные потоки будут заблокированы по причине невозможности их обработки модулями из-за превышения допустимой нагрузки. При сознательном создании таких условий злоумышленником это аналогично DoS-атаке (например, при отправке в одну подсистему чрезмерно большого количества запросов).

Описанный подход категориального деления позволяет моделировать информационные взаимодействия любой ИС в едином базисе. Полученные схемы информационных взаимодействий могут быть использованы как для качественного сравнения систем – субъективно экспертом, так и для количественного – используя соответствующие метрики. Продолжение работы может лежать в трех направлениях: еще большая детализация базиса описания ИС путем добавления новых категориальных пар; разработка новых метрик информационных взаимодействий в ИС (а не только из области ИБ); введение формулы определения ИБ ИС по компонентам метрики информационных взаимодействия. Все это позволит расширить возможности единого математического аппарата для оценки ИС различной сложности и масштаба.

Литература

1. Буйневич Д.В., Матвеев А.В., Покусов В.В. Способ оценки информационно-технического взаимодействия. Часть 1. Модели систем и метрики безопасности // Науч.-аналит. журн. «Вестник С.-Петерб. ун-та ГПС МЧС России». 2020. № 3. С. 108–116.
2. Mosleh M., Dalili K., Heydari B. Distributed or Monolithic? A Computational Architecture Decision Framework. *IEEE Systems Journal*. 2018. Vol. 12(1). pp. 125–136.
3. Buinevich M., Izrailov K., Vladyko A. The life cycle of vulnerabilities in the representations of software for telecommunication devices. 18th International Conference on Advanced Communication Technology (ICACT). 2016. pp. 430–435.
4. Buinevich M., Izrailov K., Vladyko A. Metric of vulnerability at the base of the life cycle of software representations. 20th International Conference on Advanced Communications Technology (ICACT). 2016. pp. 1–8.
5. Seshadri A., Pagilla P. An interaction metric for decentralized control systems based on the Perron root. *Proceedings of the 2010 American Control Conference*. 2010. pp. 5620–5625.
6. Cao Z., Deng H., Lu L., Duan X. An information-theoretic security metric for future wireless communication systems. XXXIth URSI General Assembly and Scientific Symposium (URSI GASS). 2014. pp. 1–4.
7. Visaggio G. Structural information as a quality metric in software systems organization. *Proceedings International Conference on Software Maintenance*. 1997. pp. 92–99.
8. Ng T., Adams M., Ibanez-Guzman J. A relative information metric for vehicle following systems. *IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems*. 2008. pp. 1811–1816.
9. Colares R., Chaimowicz L. Information potential: A novel metric for information-based exploration. *Latin American Robotics Symposium (LARS) and 2017 Brazilian Symposium on Robotics (SBR)*. 2017. pp. 1–6.

10. Philippe N., Itier V., Puech W. Visual saliency-based confidentiality metric for selective crypto-compressed JPEG images. IEEE International Conference on Image Processing (ICIP). 2017. pp. 4347–4351.

11. Roy S., Chaudhary V. A new metric for processor allocation schemes in multiprocessor systems. IEEE International Performance, Computing and Communications Conference. 1997. pp. 42–48.

References

1. Bujnevich D.V., Matveev A.V., Pokusov V.V. Spособ ocenki informacionno-tekhnicheskogo vzaimodejstviya. CHast' 1. Modeli sistem i metriki bezopasnosti // Nauch.-analit. zhurn. «Vestnik S.-Peterb. un-ta GPS MCHS Rossii». 2020. № 3. S. 108–116.

2. Mosleh M., Dalili K., Heydari B. Distributed or Monolithic? A Computational Architecture Decision Framework. IEEE Systems Journal. 2018. Vol. 12(1). pp. 125–136.

3. Buinevich M., Izrailov K., Vladyko A. The life cycle of vulnerabilities in the representations of software for telecommunication devices. 18th International Conference on Advanced Communication Technology (ICACT). 2016. pp. 430–435.

4. Buinevich M., Izrailov K., Vladyko A. Metric of vulnerability at the base of the life cycle of software representations. 20th International Conference on Advanced Communications Technology (ICACT). 2016. pp. 1–8.

5. Seshadri A., Pagilla P. An interaction metric for decentralized control systems based on the Perron root. Proceedings of the 2010 American Control Conference. 2010. pp. 5620–5625.

6. Cao Z., Deng H., Lu L, Duan X. An information-theoretic security metric for future wireless communication systems. XXXIth URSI General Assembly and Scientific Symposium (URSI GASS). 2014. pp. 1–4.

7. Visaggio G. Structural information as a quality metric in software systems organization. Proceedings International Conference on Software Maintenance. 1997. pp. 92–99.

8. Ng T., Adams M., Ibanez-Guzman J. A relative information metric for vehicle following systems. IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems. 2008. pp. 1811–1816.

9. Colares R., Chaimowicz L. Information potential: A novel metric for information-based exploration. Latin American Robotics Symposium (LARS) and 2017 Brazilian Symposium on Robotics (SBR). 2017. pp. 1–6.

10. Philippe N., Itier V., Puech W. Visual saliency-based confidentiality metric for selective crypto-compressed JPEG images. IEEE International Conference on Image Processing (ICIP). 2017. pp. 4347–4351.

11. Roy S., Chaudhary V. A new metric for processor allocation schemes in multiprocessor systems. IEEE International Performance, Computing and Communications Conference. 1997. pp. 42–48.

УДК 004.942

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ДЛЯ РЕШЕНИЯ МНОГОКРИТЕРИАЛЬНЫХ ЗАДАЧ РАНЖИРОВАНИЯ ТРЕБОВАНИЙ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Г.Л. Шидловский, кандидат технических наук, доцент;

И.Ю. Котов, кандидат технических наук;

А.В. Вострых.

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

Разработан алгоритм, позволяющий упростить задачи принятия решений ответственными за пожарную безопасность на объектах защиты. Данный алгоритм спроектирован на основе метода поиска оптимальных решений по Парето с применением целевого программирования, использующего метод весовых коэффициентов. Он позволит ранжировать требования нормативных документов в соответствии с целями и задачами специалистов по пожарной безопасности.

Ключевые слова: объект защиты, пожарная безопасность, поиск оптимальных решений по Парето, целевое программирование

DEVELOPMENT OF AN ALGORITHM FOR SOLVING MULTI-CRITERIA PROBLEMS OF RANKING FIRE SAFETY REQUIREMENTS

G.L. Shidlovsky; I.Yu. Kotov; A.V. Vostrykh.

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

The article develops an algorithm that simplifies the decision-making tasks of fire safety managers at various industrial facilities, designed based on the method of searching for optimal Pareto solutions with the use of target programming based on the method of weight coefficients. This algorithm allows you to rank the requirements of regulatory documents in accordance with the goals and objectives of fire safety specialists.

Keywords: object of protection, fire safety, search for optimal Pareto solutions, target programming

Статистический анализ аварий и происшествий последних десятилетий показал, что технический прогресс всё сильнее подвергает человечество опасности и еще большему риску. Только на территории России за последние 30 лет от техногенных аварий пострадало более 13 млн человек, из них погибло более 800 тыс. человек [1].

В наше время созданная для защиты человечества от внешних воздействий техносфера сама становится источником происшествий и чрезвычайных ситуаций (ЧС). С каждым годом возрастает влияние предприятий друг на друга, растет их мощность, усложняются технологии, работа оборудования все больше зависит от слаженности и компетенции сотрудников данных объектов [2]. Так как риски и масштабы аварий постоянно возрастают, необходимо внедрение новых мер по защите человека и окружающей среды (ОС) от аварий на объектах защиты (ОЗ).

За последнее время подход к оценке вероятности возникновения аварий существенно изменился. На смену ручного перебора требований техники безопасности и многочисленных разбросанных по различным источникам нормативных правил должны прийти теория риска, методы интеллектуального анализа данных и теория программирования сложных

систем [3, 4], внедрённые через программные продукты в автоматизированные рабочие места (АРМ) ответственных должностных лиц за пожарную безопасность (ПБ) на ОЗ.

Сегодня абсолютно каждый ОЗ имеет в своём штате должностное лицо, ответственное за ПБ. Данный сотрудник выполняет широкий спектр должностных обязанностей, связанных с поддержанием ПБ на высоком, установленном законодательством уровне. В силу многочисленных нормативных документов, число которых постоянно растёт и обновляется, специалистам по ПБ подчас становится довольно проблематично проанализировать и ранжировать все актуальные в настоящее время требования ПБ по отношению к своему поднадзорному объекту с целью последующего предоставления аргументированных отчётов руководству для финансовой реализации всех или первостепенных требований, угрожающих жизни и здоровью людей.

Создание специализированного программного обеспечения для таких специалистов позволит в разы упростить задачи принятия решений, а применение математического аппарата в разработанном программном обеспечении не оставит сомнений в правильности выбранного варианта решения.

Схематично работу специалиста по ПБ на таких АРМ (рис. 1) можно представить в виде кортежей информационных данных, поступающих на вход программного продукта, которые хранятся и по мере необходимости обновляются в различных базах данных (БД).

К таким данным относятся:

- множество ценовых величин стоимости товаров и услуг на приобретение и установку различного оборудования – $\{M_\$_\}$;
- множество нарушений $\{D_\$_\}$, невыполнение которых может привести к множеству угроз $\{T\}$;
- множество финансовых ресурсов ОЗ – $\{\$_\}$;
- множество требований ПБ – $\{I\}$.

Каждое из множеств входящих данных, рассмотренных выше, вступает в некоторые отношения друг с другом, образуя причинно-следственные связи. Так, каждое невыполненное требование $i \in \{I\}$ равносильно нарушению $d \in \{D\}$, которое, в свою очередь, может привести к некоторой угрозе $t \in \{T\}$, за которой последует ущерб $\bar{a} \in \{\bar{A}\}$; при этом за каждое нарушение $d \in \{D\}$ следует штраф $d_\$_\in \{D_\$_\}$, и для каждой угрозы $t \in \{T\}$ существует защитная мера стоимостью $m_\$_\in \{M_\$_\}$. Рассмотренные отношения можно представить в формальном виде следующим образом:

$$\left\{ \begin{array}{l} \forall i \in \{I\}, i \Leftrightarrow d \in \{D\} \Rightarrow t \in \{T\} \Rightarrow \bar{a} \in \{\bar{A}\} \\ \forall d \in \{D\}, d = d_\$_\in \{D_\$_\} \vee \forall t \in \{T\}, t \Rightarrow m_\$_\in \{M_\$_\} \end{array} \right.$$

Основной проблемой ответственного за ПБ является сложность ранжирования всего множества существующих требований как законодательного уровня, так и внутрикорпорационного, с целью построения плана первостепенности выполнения требований. Формально, данную задачу можно представить следующим образом:

$$\theta_i \equiv \{I\} \rightarrow \{I^*\} | I^* \in \{i_{k1} > i_{k2} > \dots > i_{kn}\} \in !A, \{\$_\} | \lim(x_\$_\),$$

где θ_i – оператор ранжирования требований; $\{I^*\}$ – множество отранжированных требований; $\lim(x_\$_\)$ – ограничение финансовых ресурсов объекта защиты на выполнение требований.

В свою очередь, ответственный за ПБ имеет определённую цель или множество таких целей – $\{Pur\}$, поставленных руководством или продиктованных действующим законодательством. На основе данных целей ответственный за ПБ делает запросы к БД, после чего получает необходимый ответ, который прошёл обработку через внедрённые алгоритмы оптимизации решений (рис. 1).



Рис. 1. Схема получения ответа специалистом от АРМ

Для получения точного результата работы БД необходимо проанализировать существующие подходы «теорий управления случайными процессами» и «алгоритмы оптимизации» [5] с целью выбора, синтеза и внедрения наиболее подходящих алгоритмов и методов для проведения расчётов.

В настоящее время для решения таких многокритериальных задач поиска компромиссных решений широко применяются следующие методы многоцелевой оптимизации:

– метод последовательных уступок [6], в котором считается, что все используемые в задаче критерии важны, но неравноценны поэтому могут быть упорядочены в порядке убывания их значимости (ценности). При этом считается, что различие между критериями является достаточно существенным, поэтому учитываются только парные отношения важности этих критериев. Идея метода заключается в варьировании отклонений от оптимальных решений по более важным критериям добиться улучшения значений менее важных. Выигрыш по менее важным критериям должен существенно превосходить потерю эффективности по основным. Допустимый уровень отклонения от оптимума определяется условиями задачи, в частности, точностью вычислений критериев. Алгоритм реализации данного метода выглядит следующим образом:

На первом этапе происходит упорядочивание критериев f_1, f_2, \dots, f_p в порядке уменьшения их значимости.

На втором этапе решается однокритериальная задача оптимизации по первому критерию:

$$Y_1^* = \max f_1(x) | x \in D,$$

где D – заданное допустимое множество.

На третьем этапе назначается допустимая уступка ΔY_1 (в пределах от 1 % до 30 %) по главному критерию и решается задача однокритериальной оптимизации по второму критерию, добавляя дополнительные ограничения:

$$Y_2^* = \max f_2(x) | x \in D, f_1(x) \geq Y_1^* - \Delta Y_1.$$

На четвертом этапе назначается уступка ΔY_2 по второму критерию и решается задача однокритериальной оптимизации по третьему критерию, добавляя дополнительные ограничения:

$$Y_3^* = \max f_3(x) | x \in D, f_1(x) \geq Y_1^* - \Delta Y_1, f_2(x) \geq Y_2^* - \Delta Y_2.$$

Далее, алгоритм продолжает работу до тех пор, пока не будет решена задача оптимизации по последнему критерию. Для назначения уступок необходимо проанализировать взаимосвязь частных критериев. При этом для каждой пары последовательно анализируемых критериев необходимо задать несколько значений уступок ΔY_j и определить изменения максимальных значений ΔY_{j+1}^* . По результатам анализа их взаимосвязи определяем разумную величину ΔY_j с учётом соотношения значимости рассматриваемых критериев.

К достоинствам метода относятся:

1. Содержательная простота.
2. Учет всех компонент векторного критерия.

Рассмотренный метод не может быть применён к поставленной в настоящей работе задаче по следующим причинам:

1. Необходимость вручную подбирать величину уступок, что для ответственного по ПБ является трудновыполнимой задачей в силу большого количества критериев и необходимости глубокого понимания задач оптимизации и алгоритма расчётов.

2. Алгоритм не способен реализовать данную задачу по причине большого числа имеющихся критериев (в данном случае критерий является отдельным требованием нормативных документов).

3. Не представляется возможным составить уравнения для вычисления задачи однокритериальной оптимизации, так как в уравнении необходимо использовать разные типы данных. В общем виде уравнение вычисления значимости критерия имеет вид:

$$f_p(x) = ax_1 + bx_2 + cx_3 + \dots + zx_n \rightarrow \max \vee \min,$$

где a, b, c, z – различные коэффициенты, зависящие от критерия.

В настоящей статье роль критериев выполняют различные требования нормативных документов, поэтому уравнение примет вид:

$$i_p(x) = ad + bt + c\bar{a} + ed_{\S} + zm_{\S} \rightarrow \max \vee \min,$$

где d – нарушение (логический тип данных); t – угроза (логический тип данных); \bar{a} – «ущерб» (числовой и логический тип данных, так как в результате происшествия могут пострадать люди, что нельзя оценить и материальный ущерб, который можно оценить в денежном эквиваленте); d_{\S} – санкции, предъявляемые органами надзора при выявлении нарушений требований (числовой тип данных); m_{\S} – защитные меры, цена их реализации (числовой тип данных).

4. Невозможно включить в расчёты показатели вероятности человеческих жертв \bar{a} , так как становится необходимо использовать в уравнениях разные типы данных.

Сохранение человеческих жизней и здоровья является основным критерием поставленной задачи для ранжирования требований, поэтому исключение или упразднение данного элемента невозможно.

– метод идеальной точки [7]. Данный метод основан на задании идеальной точки X_0 , которая представляет собой точку в n -мерном пространстве, соответствующую «идеальным» значениям всех имеющихся критериев:

$$f(X_0) \equiv (f_1^*(X), f_2^*(X), \dots, f_p^*(X)) \equiv (f_1(X_{ij}), f_2(X_{ij}), \dots, f_p(X_{ij})).$$

Оптимальной считается альтернатива, наиболее близкая к идеальной точке. Можно определить следующую последовательность действий:

Назначая по всем показателям лучшие значения, которые могут быть достигнуты. Таким образом, в критериальном пространстве определяется «идеальная точка», соответствующая абсолютно лучшей альтернативе. Смысл метода заключается в вычислении

для каждой альтернативы расстояния до идеальной точки. Оптимальной альтернативой будет считаться та, у которой расстояние до идеальной точки минимально:

$$X_0 = \arg \min d(X, X_0) | x \in D.$$

Для измерения расстояния до идеальной точки необходимо вводить метрику в критериальном пространстве, чаще всего для этого используют евклидово расстояние:

$$d(X, X_0) = \sqrt{\sum_{j=1}^p (f_j(x) - f_j(x_0))^2}.$$

Перед вычислением евклидова расстояния необходимо выполнить нормировку признаков для устранения различных размерностей признаков, масштабов измерения и т.д. Признаки должны быть однородны и одинаково важными для решения поставленной задачи, а также взаимонезависимыми.

Данный метод невозможно использовать для решения поставленной задачи по следующим причинам:

а) не представляется возможным выполнить нормировку признаков, так как они имеют разные типы данных;

б) признаки взаимозависимы (нарушения приводят к угрозам, угрозы к санкциям и ущербам при происшествиях);

в) неявная взаимная компенсация показателей, которая становится неконтролируемой при их большом числе;

г) невозможность представления расстояния между двумя точками n -мерного пространства (при $n > 3$).

– метод оптимальных решений по Парето [6]. Выбор множества Парето оптимальных решений представляет собой отбор перспективных альтернатив, из которых затем отбирается лучшая альтернатива. Обозначим X множество допустимых решений (необходимые требования), $x \in \{X\}$ – допустимое решение. Предположим, что каждое решение $x \in \{X\}$ оценивается по n критериям, при условии что $n \geq 2$. Пусть $H_i(x) | x \in X$ – вещественная функция, значениями которой являются оценки решения $x \in \{X\}$ по критерию $i = \overline{1, n}$. Тогда вектор $H_i(x) = (H_1(x), \dots, H_i(x), \dots, H_n(x)) | x \in \{X\}$ – набор оценок решения по всем критериям. Степень предпочтительности решения возрастает с возрастанием компонент вектора H . Решение $x^* \in \{X^*\}$ называется Парето-оптимальным, если не существует другого решения $x \in \{X\}$, для которого $H_i(x) \geq H_i(x^*)$, $i = \overline{1, n}$.

Если $x^* \in \{X^*\}$ – Парето-оптимальное решение, то не существует другого решения $x \in \{X\}$, которое превосходит x^* , хотя бы по одному критерию, а по остальным критериям не хуже. Применение данного метода к решению поставленной задачи возможно только отчасти, так как метод не позволяет учитывать влияние внешних факторов, таких как цели ответственного за ПБ объекта защиты, которые представляются разными типами данных.

– метод поиска оптимальных решений по Парето с применением целевого программирования на основе метода весовых коэффициентов [7]. Данный метод будет состоять из трёх этапов:

1) первичное ранжирование требований относительно величины вероятности причинения вреда жизни и здоровью людей;

2) ранжирование требований по Парето;

3) ранжирование требований с учётом целей и задач ответственного за ПБ поднадзорного объекта защиты с помощью целевого программирования на основе метода весовых коэффициентов.

С помощью трехэтапного подхода становится возможно ранжировать требования разных типов данных и гибко подстраиваться под цели и задачи ответственного за ПБ.

Из проведённого анализа можно сделать выводы, что рассмотренные методы, кроме предложенного (метод поиска оптимальных решений по Парето с применением целевого

программирования на основе метода весовых коэффициентов), не применимы для решения поставленной задачи.

Рассмотрим в деталях применение предложенного в настоящей статье метода «поиска оптимальных решений по Парето с применением целевого программирования на основе метода весовых коэффициентов» для решения задачи ранжирования требований нормативных документов и построим на его основе алгоритм получения требуемых результатов. Схематично данный алгоритм можно представить следующим образом (рис. 2).

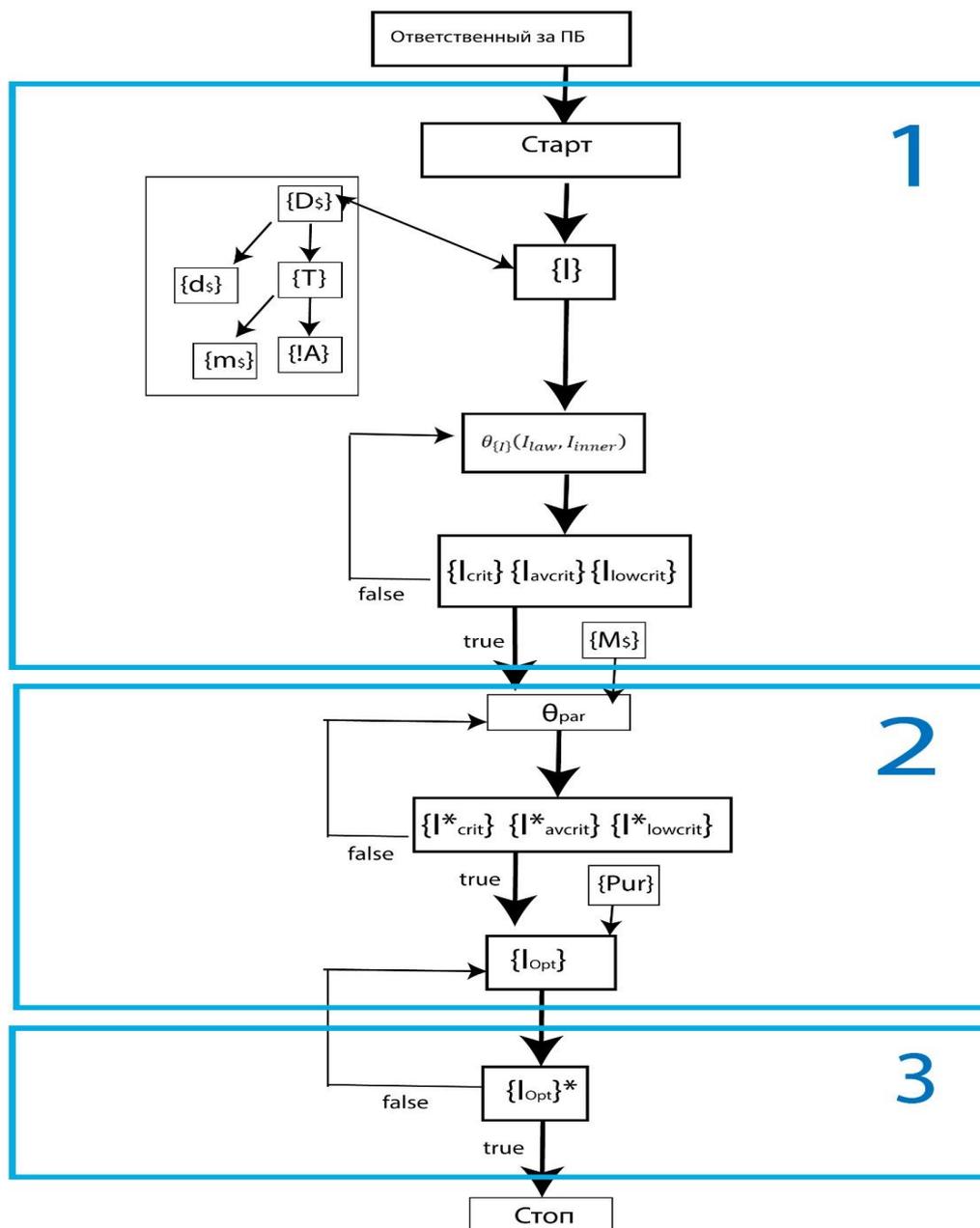


Рис. 2. Схема разработанного алгоритма

Синими прямоугольниками выделены каждый из трёх этапов разработанного алгоритма. Рассмотрим последовательность выполнения данных этапов и выполняемые ими задачи:

На первом этапе поступающие кортежи информации множеств имеющихся нарушений на объекте защиты (которые связаны с множеством угроз: $\{D\} \cup \{T\} | d \cup t$,

$dvt \notin \emptyset$) интегрируются в единую БД и являются свойствами существующих и внесённых в БД требований действующего законодательства и внутрикорпоративных постановлений. Данные требования ранжируются по значимости (обязательные и рекомендованные) и первостепенности выполнения (степени влияние на вероятность появления происшествий, опасных для жизни людей) [8].

Очевидным является то, что установленные законодательством требования являются обязательными и де-факто будут иметь больший приоритет над внутрикорпоративными. В свою очередь, обязательные требования должны ранжироваться по влиянию на безопасность жизни и здоровья людей, работающих на предприятии. Введём оператор фильтрации требований $\theta_{\{I\}}$, который будет выполнять функцию ранжирования по обозначенным выше критериям. Данный оператор имеет следующие условия:

$$\theta_{\{I\}}(I_{law}, I_{inner}) \begin{cases} \text{if } I \in \{I_{law}\} \wedge I \in \{I_{crit}\} \Rightarrow I \equiv I_{crit} \\ \text{else if } I \in \{I_{law}\} \wedge I \in \{I_{crit}\} = \emptyset \Rightarrow I \equiv I_{avcrit} \\ \text{else } I \in \{I_{inner}\} \Rightarrow I \equiv I_{lowcrit} \end{cases} ,$$

где $\{I_{law}\}$ – множество требований, установленных законодательством; $\{I_{inner}\}$ – множество требований, установленных внутри компании; $\{I_{crit}\}$ – множество требований, невыполнение которых ведет к высокой вероятности возникновения угроз, влияющих на жизнь и здоровье людей; $\{I_{avcrit}\}$ – множество требований, невыполнение которых ведет к средней вероятности возникновения угроз, влияющих на жизнь и здоровье людей; $\{I_{lowcrit}\}$ – множество требований, невыполнение которых ведет к низкой вероятности возникновения угроз, влияющих на жизнь и здоровье людей.

Таким образом, множество требований в автоматическом режиме ранжируется на три категории по степени опасности для жизни и здоровья людей. Далее БД требований дополняется данными о финансовой возможности ОЗ и ценовых эквивалентах рыночной стоимости услуг и технологий, необходимых для выполнения требований.

На втором этапе к полученному первоначальному ранжированием списку применяется метод получения оптимальных по Парето решений. Данный алгоритм работает уже не со всеми типами данных, а только с числовыми – денежными эквивалентами (ранжирование по степени опасности для жизни и здоровья людей уже проведено на первом этапе).

Обозначим I множество допустимых решений (необходимые требования), $i \in \{I\}$ – допустимое решение. Предположим, что каждое решение $i \in \{I\}$ оценивается по n критериям, при условии что $n \geq 2$. Пусть $H_j(i) | i \in I$ – вещественная функция, значениями которой являются оценки решения $i \in \{I\}$ по критерию $j = \overline{1, n}$.

Тогда вектор $H_j(i) = (H_1(i), \dots, H_j(i), \dots, H_n(i)) | i \in \{I\}$ – набор оценок решения по всем критериям. Степень предпочтительности решения возрастает с возрастанием компонент вектора H , то есть чем больше значение $H_j(i)$, тем лучше решение i по критерию j .

Решение $i^* \in \{I\}$ называется Парето-оптимальным, если не существует другого решения $i \in \{I\}$, для которого $H_j(i) \geq H_j(i^*), j = \overline{1, n}$.

Если $i^* \in \{I^*\}$ – Парето-оптимальное решение, то не существует другого решения $i \in \{I\}$, которое превосходит i^* , хотя бы по одному критерию, а по остальным критериям не хуже.

В результате работы второго этапа получаем множество всех (Парето-оптимальных решений $\{Opt\}$ (эффетивное множество), определяемых с помощью оператора θ_{par} :

$$\theta_{par} \equiv H_j(i) \leq H_j(i^*) | j = \overline{1, n} \Rightarrow \{Opt\}.$$

Так как метод Парето-оптимальных решений не позволяет найти единственное решение, алгоритм переходит к третьему этапу, в основе которого лежит подход целевого

программирования на основе метода весовых коэффициентов, который упорядочивает требования по степени важности.

На третьем этапе исходная задача решается путем последовательного решения ряда задач с одной целевой функцией таким образом, что решение задачи с менее важной целью не может ухудшить оптимального значения целевой функции с более высоким приоритетом.

Цели $\{Pur\}$ формализуются не как целевые функции, а как ограничения в другой более общей модели [9]. Для этого в алгоритм вводятся предполагаемые количественные значения целевых функций и переменные отклонения, которые характеризуют степень достижения поставленных целей для данного решения. Например, ответственный за ПБ может иметь цели исключения человеческих жертв на производстве или минимизации расходов до какой-то граничной величины. Для каждой цели вводятся две переменные отклонения d_1^+ и d_1^- («недостаточная» и «избыточная») и формируется целевое ограничение. Переменная d_1^- отвечает за степень достижения первой цели, если $d_1^- = 0$, то цель достигнута. Если $\min d_1^-$ – величина положительная, то цель не достижима. Тогда можно записать целевое (мягкое) ограничение:

$$ax_1 + bx_2 + \dots + kx_n + d_1^- - d_1^+ = Pur_n | d_1^- \geq 0, d_1^+ \geq 0.$$

Гибкость выбора значений для «недостаточных» и «избыточных» переменных позволяет с помощью подхода целевого программирования достичь ответственному за ПБ компромиссных решений.

Разработанный алгоритм позволит ответственным за ПБ ранжировать существующие требования ПБ в зависимости от их конечных целей, а внедрение данного подхода в программную среду автоматизирует процесс, экономя время и когнитивные ресурсы специалистов.

Литература

1. Пожары и пожарная безопасность в 2018 году: стат. сб. / под общ. ред. А.В. Матюшина. М.: ВНИИПО, 2019. С. 124.
2. Галеев А.Д., Поникаров С.И. Анализ риска аварий на опасных производственных объектах: учеб. пособие. Казань: Изд-во КНИТУ, 2017. С. 152.
3. Безбородова О.Е. Анализ риска опасных производственных объектов // Методические указания к практическим занятиям по курсу «Управление техносферной безопасностью». Пенза, 2014. С. 44.
4. О федеральной целевой программе «Снижение рисков и смягчение последствий чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в Российской Федерации»: постановление Правительства Рос. Федерации от 7 июля 2011 г. № 555. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
5. О федеральном государственном пожарном надзоре: постановление Правительства Рос. Федерации от 12 апр. 2012 г. № 290 (в ред. от 9 окт. 2019 г.). Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
6. Фомин А.В., Мочалов В.П. Анализ методов управления пожарной безопасностью объектов защиты // Науч.-аналит. журн. «Вестник С.-Петербур. ун-та ГПС МЧС России». 2011. № 1. С. 19–24.
7. Денисов А.А. Современные проблемы системного анализа: Информационные основы. 2-е изд. СПб.: Изд-во Политехнического ун-та, 2004. С. 96.
8. Вострых А.В. Сравнительный анализ методов оценки человеко-машинных интерфейсов // Актуальные проблемы инфо-телекоммуникаций в науке и образовании. 2019: сб. науч. статей VIII Междунар. науч.-техн. конф. 2019. С. 179–184.
9. Терёхин С.Н., Вострых А.В., Семёнов А.В. Оценка графических пользовательских интерфейсов посредством алгоритма поиска последовательных шаблонов // Науч.-аналит. журн. «Вестник С.-Петербур. ун-та ГПС МЧС России». 2020. № 2. С. 95–103.

References

1. Pozhary i pozharnaya bezopasnost' v 2018 godu: stat. sb. / pod obshch. red. A.V. Matyushina. M.: VNIPO, 2019. S. 124.
2. Galeev A.D., Ponikarov S.I. Analiz riska avarij na opasnyh proizvodstvennyh ob"ektah: ucheb. posobie. Kazan': Izd-vo KNITU, 2017. S. 152.
3. Bezborodova O.E. Analiz riska opasnyh proizvodstvennyh ob"ektov // Metodicheskie ukazaniya k prakticheskim zanyatiyam po kursu «Upravlenie tekhnosfernoj bezopasnost'yu». Penza, 2014. S. 44.
4. O federal'noj celevoj programme «Snizhenie riskov i smyagchenie posledstvij chrezvychnykh situacij prirodnoho i tekhnogennoho haraktera v Rossijskoj Federacii: postanovlenie Pravitel'stva Ros. Federacii ot 7 iyulya 2011 g. № 555. Dostup iz sprav.-pravovoj sistemy «Konsul'tantPlyus».
5. O federal'nom gosudarstvennom pozharnom nadzore: postanovlenie Pravitel'stva Ros. Federacii ot 12 apr. 2012 g. № 290 (v red. ot 9 okt. 2019 g.). Dostup iz sprav.-pravovoj sistemy «Konsul'tantPlyus».
6. Fomin A.V., Mochalov V.P. Analiz metodov upravleniya pozharnoj bezopasnost'yu ob"ektov zashchity // Nauch.-analit. zhurn. «Vestnik S.-Peterb. un-ta GPS MCHS Rossii». 2011. № 1. S. 19–24.
7. Denisov A.A. Sovremennye problemy sistemnogo analiza: Informacionnye osnovy. 2- e izd. SPb.: Izd-vo Politekhničeskogo un-ta, 2004. S. 96.
8. Vostryh A.V. Sravnitel'nyj analiz metodov ocenki cheloveko-mashinnyh interfejsov // Aktual'nye problemy info-telekommunikacij v nauke i obrazovanii. 2019: sb. nauch. statej VIII Mezhdunar. nauch.-tekhn. konf. 2019. S. 179–184.
9. Teryohin S.N., Vostryh A.V., Semyonov A.V. Ocenka graficheskikh pol'zovatel'skih interfejsov posredstvom algoritma poiska posledovatel'nyh shablonov // Nauch.-analit. zhurn. «Vestnik S.-Peterb. un-ta GPS MCHS Rossii». 2020. № 2. S. 95–103.

К ВОПРОСУ ВЫБОРА ПРИНЦИПОВ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ВЕДОМСТВЕННЫХ ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСОВ. Часть 1

**Т.А. Кузьмина, кандидат педагогических наук.
Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России**

Рассмотрены отдельные особенности интернет-терминологии. Предложены критерии классификации интернет-ресурсов с целью оптимизации оперативно-служебной деятельности МЧС России. Проанализирована взаимосвязь между принципами информационного взаимодействия с пользователями и количеством решаемых задач интернет-ресурсов. Предложено использовать понятие «критерий принадлежности круга пользователей» при классификации отраслевых интернет-ресурсов по тематике.

Ключевые слова: интернет-ресурс, информационный ресурс, задачи интернет, классификация интернет, тематика интернет, пользователи интернет, отраслевой интернет

ON THE QUESTION OF HOW DEPARTMENTAL INTERNET RESOURCES OPERATE. PART I

T.A. Kuzmina. Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia

Individual features of Internet terminology are considered. Criteria for classifying Internet resources in order to optimize operational and operational activities of EMERCOM of Russia have been proposed. The relationship between the principles of information interaction with users and the number of solved problems of Internet resources is analyzed. It is proposed to use the concept of «criterion of belonging to the circle of users» when classifying industry Internet resources by topic.

Keywords: internet resource, information resource, internet tasks, internet classification, internet topics, internet users, industry internet

В соответствии с теорией витальных ресурсов [1], каждый человек обладает четырьмя ресурсами (рис. 1).



Рис. 1. Схема базовых жизненных ресурсов человека

В качестве составляющих информационных ресурсов (термин «ресурс» в данном случае упоминается в качестве обобщающего термина) на современном этапе развития общества рассмотрим интернет-ресурсы. Развитие интернет-технологий привело к тому, что все чаще термин «информационный ресурс» упоминается в контексте «интернет-ресурс». Пример использования термина «информационный ресурс» можно увидеть в Федеральном законе от 27 июля 2006 г. № 149-ФЗ (с изм. и доп.) «Об информации, информационных технологиях и о защите информации».

Терминология интернет-ресурсов крайне обширна, можно встретить различные определения понятия «интернет-ресурс», понятие видоизменяется с течением времени, поскольку существует в постоянно развивающейся системе [2]. Выберем одно из определений «интернет-ресурса», и именно «это ресурс, относящийся к интернету, связанный с подключением к нему, обладающий современными распределительными средствами доступа к связанному информационному содержанию» [3].

Современные интернет-ресурсы различны как по своим функциональным возможностям, так и по степени программной реализации, но сходны по реализации идеи централизованного доступа пользователей к информации, релевантному поиску, дополнительным сервисам etc.

Существуют различные подходы к классификации интернет-ресурсов. Стоит отметить, что создание отдельных классификаций, ориентированных на конкретные потребности, представляет собой куда большую практическую ценность, чем создание всеобъемлющей классификации, включающей в себя всевозможные существующие классификации, поскольку такое глобальное объединение не решает конкретных задач. Различия в подходах обусловлены целями, для которых разрабатывается каждая отдельная классификация. Цели для классификации могут быть как узконаправленные, так и широконаправленные. В качестве примеров узконаправленных целей можно упомянуть выбор технического и программного обеспечения, принятие решения об использовании прототипирования при проектировании интерфейсов [4], отладку тематических запросов etc. Одной из широконаправленных целей является оптимизация отраслевых бизнес-процессов.

В качестве критериев при классификации интернет-ресурсов с целью оптимизации отраслевых бизнес-процессов могут выступать:

- решаемые задачи;
- нацеленность на пользователей (в данном случае речь идет не о целевой аудитории интернет-ресурсов, а о широком или узком круге пользователей с точки зрения доступа к информации, размещенной на интернет-ресурсе. Понятие целевой аудитории широко применяется в контексте посещаемости интернет-ресурсов);
- тематика.

Выбор классификации интернет-ресурсов с целью оптимизации отраслевых бизнес-процессов обусловлен тем, что в дальнейшем будет делаться акцент на конкретику ведомственных интернет-ресурсов МЧС России в контексте оперативно-служебной деятельности. Заметим, что термин «бизнес-процесс» подразумевает не только достижение коммерческого результата. В качестве примера использования термина «бизнес-процесс» в контексте деятельности пожарно-спасательных подразделений можно привести бизнес-процессы реагирования при чрезвычайной ситуации [5].

Каждый интернет-ресурс может решать как одну, так и несколько задач (рис. 2). Стоит отметить, что большинство современных интернет-ресурсов многозадачны.

В качестве примеров интернет-ресурсов далее будет рассматриваться, в том числе ряд интернет-ресурсов Санкт-Петербургского университета Государственной противопожарной службы (ГПС) МЧС России (табл. 1).



Рис. 2. Некоторое количество решаемых задач интернет-ресурсов

Задача «Поддержка коммуникации» ставится для налаживания взаимодействия с пользователями с учетом usability интернет-ресурсов (от англ. usability – «удобство и простота использования, степень удобства использования» [6]), имеет принципиальное значение с точки зрения создания интернет-ресурсов [7–9].

Задача «Координация и выполнение совместной работы» ставится для создания рабочей среды совместной работы в рамках интернет-проекта.

Задача «Поиск результативности» ставится для привлечения экспертов для достижения требуемых результатов.

Задача «Управление знаниями» ставится для качественного поэтапного управления через интернет-ресурс.

Задача «Каталогизация» ставится для каталогизации доступной информации, предоставления возможности поиска необходимой информации.

Задача «Аналитика, получение и создание отчетов» ставится для управления структурированной информацией на интернет-ресурсе.

Задача «Оказание услуг (B2B)» ставится для оказания услуг сторонней организации-клиенту на интернет-ресурсе организации-собственника, что дает возможность организациям-клиентам получать в аренду товары и услуги.

Таблица 1. Ряд интернет-ресурсов Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России

№	Интернет-ресурсы	
	Название	Поддомен *
1	4	5
1	Официальный сайт университета	igps.ru
2	Государственная автошкола университета	auto.igps.ru
3	Диссертационные советы университета	dsovet.igps.ru
4	«Научно-аналитический журнал «Вестник Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России»	vestnik.igps.ru
5	Научно-аналитический журнал «Надзорная деятельность и судебная экспертиза в системе безопасности»	nd.igps.ru
6	Научно-исследовательский институт перспективных исследований и инновационных технологий в области безопасности жизнедеятельности (НИИ перспективных исследований и инновационных технологий в области безопасности жизнедеятельности)	nii.igps.ru

7	Орган по сертификации продукции в области пожарной безопасности «Пожтест – Санкт-Петербург» (ОС «Пожтест – Санкт-Петербург»)	pt.igps.ru
8	Исследовательский центр экспертизы пожаров	fire-expert.igps.ru
9	Информационно-обучающий портал для подготовки спасателей к действиям в условиях Арктической зоны (ИОП АРКТИКА)	arctica.igps.ru
10	Электронная информационная образовательная среда (ЭИОС) университета	edu.igps.ru

* – информация по данным whois.registry.tcinet.ru на 15 октября 2020 г. (WHOIS – сервис по получению регистрационных данных о владельцах доменных имён)

Рассмотрим классификацию интернет-ресурсов по нацеленности на пользователей, при этом обратим внимание на то, что под параметрами начального доступа подразумевается, требуется ли пользователю регистрироваться в начале взаимодействия с интернет-ресурсом. Многие современные интернет-ресурсы имеют функционал разграничения доступа к информации, то есть часть информации может находиться в открытом доступе, а часть в закрытом, поэтому для получения «закрытой» информации в дальнейшем может понадобиться регистрация с этапом верификации. Верификация в буквальном значении переводится как «делать или подтверждать истинность чего-либо» (от лат. *verus* – «истинный», *facio* – «делаю»). Верификация в данном случае означает этап подтверждения личности при регистрации на интернет-ресурсе, то есть некая проверка на подлинность регистрирующегося на интернет-ресурсе, может включать в себя, к примеру, письмо-подтверждение с какой-либо уточняющей информацией, пришедшее на указанный при регистрации адрес электронной почты. Право регистрируемого на доступ к интернет-ресурсу может подтверждаться уполномоченными лицами.

Классификация интернет-ресурсов по нацеленности на пользователей представлена в табл. 2.

Таблица 2. Классификация интернет-ресурсов по нацеленности на пользователей (в качестве примеров приведен ряд интернет-ресурсов Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России (см. табл. 1))

№	Принцип информационного взаимодействия с пользователями	Обозначение круга пользователей	Параметры начального доступа
1	2	3	4
1	Открытый интернет-ресурс	Неограниченный круг пользователей	Начальная регистрация необязательна
	Примеры интернет-ресурсов: <i>igps.ru; nii.igps.ru; vestnik.igps.ru; nd.igps.ru; dsövet.igps.ru; pt.igps.ru; auto.igps.ru</i>		
2	Частично открытый интернет-ресурс	Неограниченный круг пользователей	Начальная регистрация необязательна
		Ограниченный круг пользователей	Начальная регистрация обязательна, существует этап верификации
	Примеры интернет-ресурсов: <i>arctica.igps.ru; fire-expert.igps.ru</i>		
3	Закрытый интернет-ресурс	Ограниченный круг пользователей	Начальная регистрация обязательна, существует этап верификации
		Пример интернет-ресурса: <i>edu.igps.ru</i>	

Применим классификацию по решаемым задачам и по нацеленности на пользователя к открытому и закрытому интернет-ресурсам Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России (рис. 3, 4).



Рис. 3. Классификация официального сайта Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России (решаемые задачи, нацеленность на пользователя)



Рис. 4. Классификация ЭИОС Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России (решаемые задачи, нацеленность на пользователя)

Наглядность применения классификации по решаемым задачам и по нацеленности на пользователя показывает, что для увеличения количества решаемых задач в контексте оптимизации конкретизированных бизнес-процессов используются, прежде всего, закрытые интернет-ресурсы.

Перейдем к классификации интернет-ресурсов по тематике. Обозначим критерий принадлежности круга пользователей (при этом критерием принадлежности может стать любой признак, ориентируясь на который проводится классификация), так как понятие «широкого» или «узкого» круга пользователей зависит от точки отсчета. Стоит отметить, что один и тот же интернет-ресурс может классифицироваться и как «горизонтальный», и как «вертикальный» в зависимости от выбранного критерия принадлежности круга пользователей. Например, если выбрать критерием принадлежности круга пользователей территориальную принадлежность «Российская Федерация», то интернет-ресурс ЯНДЕКС yandex.ru – российская транснациональная компания в отрасли информационных технологий (поисковая система и сервисы) будет классифицироваться как «горизонтальный», а если выбрать критерием принадлежности круга пользователей территориальную принадлежность «все страны мира», то интернет-ресурс ЯНДЕКС yandex.ru (поисковая система и сервисы) будет классифицироваться как «вертикальный», поскольку ориентирован на Россию.

Последовательно конкретизируя критерии принадлежности круга пользователей, классифицируем ряд интернет-ресурсов МЧС России, завершив классификацию на примере интернет-ресурсов Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России.

Классификация ряда интернет-ресурсов по тематике представлена в табл. 3.

Таблица 3. Классификация интернет-ресурсов по тематике

№	Принцип распространения информационного потока	Информационно-тематическое наполнение и функции	Обозначение круга пользователей
1	2	3	4
Критерий принадлежности круга пользователей (территориальный): Российская Федерация			
1.1	Горизонтальный интернет-ресурс	Предоставляется перечень разнообразной информации и функций	Широкий круг пользователей
	Пример интернет-ресурса: <i>government.ru</i> * (ПРАВИТЕЛЬСТВО РОССИИ)		
1.2	Вертикальный интернет-ресурс	Предоставляется перечень специализированной информации и функций	Узкий круг пользователей
	Пример интернет-ресурса: <i>mchs.gov.ru</i> (Официальный интернет-ресурс МЧС РОССИИ)		
Критерий принадлежности круга пользователей ** (территориально-профессиональный): Российская Федерация, МЧС России			
2.1	Горизонтальный интернет-ресурс	Предоставляется перечень разнообразной информации и функций	Широкий круг пользователей
	Пример интернет-ресурса: <i>mchs.gov.ru</i> (Официальный интернет-ресурс МЧС России)		
2.2	Вертикальные интернет-ресурсы	Предоставляется перечень специализированной информации и функций	Узкие круги пользователей
	Примеры интернет-ресурсов: 1. Отдельные официальные интернет-ресурсы образовательных организаций высшего образования МЧС России, например: – <i>igps.ru</i> (Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России) [10]; – <i>sibpsa.ru</i> (Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России); – <i>amchs.ru</i> (Академия гражданской защиты МЧС России); – <i>uigps.ru</i> (Уральский институт ГПС МЧС России); – <i>academygps.ru</i> (Академия ГПС МЧС России); – <i>edufire37.ru</i> (Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России); 2. Отдельные официальные интернет-ресурсы главных управлений (ГУ) по округам, расположенные на поддомене <i>mchs.gov.ru</i> , например: – <i>78.mchs.gov.ru</i> (ГУ по г. Санкт-Петербургу);		

	3. Отдельные официальные интернет-ресурсы МЧС России, например, информационные ресурсы [11, 12]: – <i>psi.mchs.gov.ru</i> (Интернет-служба экстренной психологической помощи населению); – <i>spasibo.mchs.ru</i> (Спасибо МЧС!); – <i>www.mchsmedia.ru</i> («МЧС Медиа»); – <i>spas-extreme.mchs.ru</i> (Портал детской безопасности «Спас-Экстрим»); – <i>rb.mchs.gov.ru</i> (Радиационная безопасность)		
Критерий принадлежности круга пользователей (территориально-профессионально-организационный): Российская Федерация, МЧС России, Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России ***			
3.1	Горизонтальный интернет-ресурс	Предоставляется перечень разнообразной информации и функций	Широкий круг пользователей
<i>igps.ru</i>			
3.2	Вертикальный интернет-ресурс	Предоставляется перечень специализированной информации и функций	Узкий круг пользователей
<i>edu.igps.ru; arctica.igps.ru; fire-expert.igps.ru; nii.igps.ru; vestnik.igps.ru; nd.igps.ru; dsovet.igps.ru; pt.igps.ru; auto.igps.ru</i>			

* – дата обращения к <http://government.ru> 15.10.2020 г. (отметим, что в разделе «Министерства и ведомства» есть информация о МЧС России со ссылкой на официальный интернет-ресурс МЧС России); ** – в данном случае круг пользователей это, прежде всего, абитуриенты и учащиеся образовательных организаций высшего образования МЧС России, действующие специалисты МЧС России; *** – в качестве примеров приводится ряд интернет-ресурсов Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России (табл. 1)

В дальнейшем подробно рассмотрим обозначение круга пользователей по базовому составу, нацеленности на пользователей, тематике в порядке убывания качественной составляющей, и, учитывая классификацию интернет-ресурсов по нацеленности на пользователей и по тематике, а также круг пользователей, схематично отобразим процессы функционирования на примере ряда интернет-ресурсов Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России.

Литература

1. Балацкий Е.В. Теория жизненных ресурсов: модели и эмпирические оценки // Мониторинг общественного мнения. 2007. № 2. С. 124–133.
2. Buinevich M.V., Izrailov K.E., Pokusov V.V., Sharapov S.V., Terekhin S.N. Generalized interaction model in the information system // International Journal of Pure and Applied Mathematics. 2018. Vol. 119. № 17. P. 1381–1385.
3. Буцева Т.Н. Новые слова и значения. Словарь-справочник по материалам прессы и литературы 90-х годов XX века. СПб.: Дмитрий Буланин, 2009. Т. 1. 816 с.
4. Кузьмина Т.А. Анализ методов визуализации прототипов в проектировании веб-интерфейсов информационно-образовательных интернет-ресурсов // Национальная безопасность и стратегическое планирование. 2019. № 2 (26). С. 105–111.
5. Есмагамбетов Т.У., Шиккульская О.М. Информационно-аналитическая поддержка деятельности ситуационного центра МЧС // Современные наукоемкие технологии. 2016. № 3-1. С. 18–23.
6. USABILITY | meaning in the Cambridge English Dictionary – Cambridge Dictionary. URL: <https://dictionary.cambridge.org/dictionary/english/usability> (дата обращения: 15.10.2020).
7. Nielsen Jakob, Hoa Loranger. Prioritizing Web Usability. New Riders Press // Berkeley CA. 2006. 368 p.
8. Krug Steve. Don't Make Me Think, Revisited: A Common Sense Approach to Web Usability (3rd Edition) // New Riders. 2014. 200 p.
9. Лебедев А. Ководство. 6-е изд. М.: Изд-во «Студия Артемия Лебедева», 2020. 560 с.
10. МЧС России. URL: <https://www.mchs.gov.ru/ministerstvo/uchrezhdeniya-mchs-rossii/obrazovatelnye-uchrezhdeniya/sankt-peterburgskiy-universitet-gosudarstvennoy-protivopozharnoy-sluzhby-mchs-rossii> (дата обращения: 15.10.2020).

11. МЧС России. URL: <https://www.mchs.gov.ru/deyatelnost/press-centr/novosti/1444245> (дата обращения: 15.10.2020).
12. ГУ по Мурманской области. URL: <https://51.mchs.gov.ru/deyatelnost/stranicy-s-glavnoy/press-sluzhba/internet-resursy-mchs-rossii> (дата обращения: 15.10.2020).

References

1. Balackij E.V. Teoriya zhiznennyh resursov: modeli i empiricheskie ocenki // Monitoring obshchestvennogo mneniya. 2007. № 2. S. 124–133.
2. Buinevich M.V., Izrailov K.E., Pokusov V.V., Sharapov S.V., Terekhin S.N. Generalized interaction model in the information system // International Journal of Pure and Applied Mathematics. 2018. Vol. 119. № 17. P. 1381–1385.
3. Buceva T.N. Novye slova i znacheniya. Slovar'-spravochnik po materialam pressy i literatury 90-h godov XX veka. SPb.: Dmitriy Bulanin, 2009. T. 1. 816 s.
4. Kuz'mina T.A. Analiz metodov vizualizacii prototipov v proektirovanii veb-interfejsov informacionno-obrazovatel'nyh internet-resursov // Nacional'naya bezopasnost' i strategicheskoe planirovanie. 2019. № 2 (26). S. 105–111.
5. Esmagambetov T.U., Shikul'skaya O.M. Informacionno-analiticheskaya podderzhka deyatelnosti situacionnogo centra MCHS // Sovremennye naukoemkie tekhnologii. 2016. № 3-1. S. 18–23.
6. USABILITY | meaning in the Cambridge English Dictionary – Cambridge Dictionary. URL: <https://dictionary.cambridge.org/dictionary/english/usability> (data obrashcheniya: 15.10.2020).
7. Nielsen Jakob, Hoa Loranger. Prioritizing Web Usability. New Riders Press // Berkeley CA. 2006. 368 p.
8. Krug Steve. Don't Make Me Think, Revisited: A Common Sense Approach to Web Usability (3rd Edition) // New Riders. 2014. 200 p.
9. Lebedev A. Kovodstvo. 6-e izd. M.: Izd-vo «Studiya Artemiya Lebedeva», 2020. 560 s.
10. MCHS Rossii. URL: <https://www.mchs.gov.ru/ministerstvo/uchrezhdeniya-mchs-rossii/obrazovatelnye-uchrezhdeniya/sankt-peterburgskiy-universitet-gosudarstvennoy-protivopozharnoy-sluzhby-mchs-rossii> (data obrashcheniya: 15.10.2020).
11. MCHS Rossii. URL: <https://www.mchs.gov.ru/deyatelnost/press-centr/novosti/1444245> (data obrashcheniya: 15.10.2020).
12. GU по Мурманской области. URL: <https://51.mchs.gov.ru/deyatelnost/stranicy-s-glavnoy/press-sluzhba/internet-resursy-mchs-rossii> (data obrashcheniya: 15.10.2020).

УДК 519.2

МЕТОДЫ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ СТАТИСТИКИ В ИЗУЧЕНИИ ТЕХНОЛОГИИ РАЗВИТИЯ УПРАВЛЕНЧЕСКОЙ КОМПЕТЕНЦИИ КУРСАНТОВ

И.А. Сидоров, кандидат педагогических наук;

С.А. Воронов, кандидат педагогических наук.

**Санкт-Петербургский военный ордена Жукова институт
войск национальной гвардии Российской Федерации**

Представлена методика применения методов математической статистики, используемая в ходе исследования эффективности рефлексивной технологии для развития управленческой компетенции курсантов образовательных организаций высшего образования силовых структур. Проанализирована актуальность математических методов исследования. Выявлены наиболее подходящие для данной области методы. Более подробно рассмотрен порядок применения методов математической статистики в образовательной среде образовательной организации высшего образования силовой структуры. Выявлен и обоснован состав применяемых методов. На основе представленных подходов авторы предлагают принять комплекс представленных методов для диагностики и других профессиональных компетенций.

Ключевые слова: диагностика профессиональных компетенций, методы математической статистики, управленческая компетенция

METHODS OF MATHEMATICAL STATISTICS IN STUDYING THE TECHNOLOGY OF DEVELOPMENT OF MANAGEMENT COMPETENCE OF COURSES

I.A. Sidorov; S.A. Voronov.

Saint-Petersburg military order of Zhukov the institute of the national guard troops of the Russian Federation

The article presents a methodology for applying the methods of mathematical statistics, used in the study of the effectiveness of reflexive technology for the development of managerial competence of cadets of higher education institutions of law enforcement agencies. The relevance of mathematical research methods is analyzed. The most suitable methods for this area have been identified. The procedure for applying the methods of mathematical statistics in the educational environment of the educational organization of higher education of the power structure is considered in more detail. The composition of the applied methods is revealed and substantiated. On the basis of the presented approaches, the author proposes to adopt a set of presented methods for diagnostics and other professional competencies.

Keywords: diagnostics of professional competencies, methods of mathematical statistics, managerial competence

Данные, полученные эмпирическим путем в Санкт-Петербургском военном ордена Жукова институте войск национальной гвардии, показали, что в настоящее время в военном институте проблеме развития у курсантов управленческой компетенции уделяется недостаточно внимания. Профессорско-преподавательский состав и командование курсантских подразделений не уделяют должного внимания важности развития у курсантов способности управлять, которая формируется у будущих выпускников опосредованно, без целенаправленного воздействия в ходе обучения и воспитания.

Предполагалось, что данная проблема будет снята после решения ряда педагогических задач [1–4], таких как:

- разработка инструментария для диагностики развития компетенции;
- создание конкретного перечня критериев и показателей;
- разработка качественной технологии и ее развитие с учетом особенностей военной организации.

В этой связи необходимо отметить интересные аспекты в рамках подходов к решению указанной проблемы, предложенные в публикациях [5–8].

Опытно-экспериментальная работа проводилась в военном институте в течение календарного года с целью апробации и реализации созданной рефлексивной технологии [9].

Однородность выборочной совокупности определялась неизменным составом экспериментальной и контрольной групп и равными условиями служебной деятельности для них.

Объем выборки составлял 72 человека, из них в контрольной группе – 36 человек, в экспериментальной – 36 человек.

При выборе составов групп учитывались следующие условия:

- обе группы (экспериментальная и контрольная) должны быть с одного курса обучения, не младше 3 курса и не старше 4 курса;
- служебная нагрузка должна быть примерно равной на участников групп;
- не должно быть больших отличий по уровню текущей успеваемости групп в течение прошедшего года обучения.

В ходе исследования были получены достоверные результаты [10], которые потребовали обработки для дальнейшей работы по применению разработанной технологии.

Основой для обработки полученных данных явились методы математической статистики [11], расчеты, в рамках которых выполнялись с помощью подпрограммы «Описательная статистика» MS Excel.

В MS Excel вычислялись:

- мода, значение в множестве наблюдений, которое встречается наиболее часто;
- медиана, значение, которое делит упорядоченное множество пополам, определялась для каждой выборочной совокупности с использованием формулы:

$$M_e = \frac{(x_k + x_{k+1})}{2},$$

где $k=n/2$;

- выборочная средняя определялась для каждой выборочной совокупности по формуле:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i ;$$

- выборочная дисперсия определялась для каждой выборочной совокупности по формуле:

$$S_x^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 .$$

Корреляционный анализ как определение степени тесноты связи между двумя случайными величинами X и Y путем определения коэффициента корреляции [11] осуществлялся в программе MS Excel специальной функцией КОРРЕЛ.

Достоверность различий по t-критерию Стьюдента между результатами контрольной и экспериментальной групп с предварительной проверкой нормальности распределения полученных результатов определялась с использованием специальной функции t-ТЕСТ программы MS Excel.

Для подтверждения наличия различий между показателями контрольной и экспериментальной групп после формирующего эксперимента, а также различий между

полученными данными в экспериментальной группе после констатирующего и формирующего экспериментов применялся математико-статистический анализ данных.

Для результативного анализа полученных результатов и качественного проведения педагогического исследования в показателях критериев управленческой компетенции были определены три уровня (табл. 1, 2).

Таблица 1. Содержание знаниево-деятельностного критерия развития управленческой компетенции

Показатель	Содержание	Качественные измерители	Количественные измерители	Диагностический инструмент
Способность к планированию деятельности	Умение оптимально согласовывать взаимодействие членов организации и ее подразделений для достижения поставленных целей	Высокий уровень Средний уровень Низкий уровень	21-30 баллов 16-20 баллов 0-15 баллов	Тест «Способность к планированию деятельности» [9]
Способность к организации деятельности	Умение осуществлять функциональное разделение и последующую координацию основных видов работ между индивидами в управляемой системе	Высокий уровень Средний уровень Низкий уровень	29-34 балла 20-28 баллов менее 20 баллов	Тест «Уровень организаторских способностей» [9]
Способность к мотивированию подчиненных	Умение заинтересовать исполнителя в результате его трудовой деятельности	Высокий уровень Средний уровень Низкий уровень	8-10 баллов 5-7 баллов менее 5 баллов	Тест «Способность к мотивированию подчиненных» [9]
Способность к осуществлению контроля деятельности	Умение проверять соответствие временных и качественных рамок выполнения работ плану	Высокий уровень Средний уровень Низкий уровень	22-25 баллов 16-21 баллов менее 16 баллов	Тест «Способность к контролю деятельности подчиненных» [9]

Для анализа применялись следующие значения: высокий уровень – 1; средний уровень – 2; низкий уровень – 3.

Таблица 2. Содержание личностного критерия развития управленческой компетенции

Показатель	Качественные измерители	Диагностический инструмент
Коммуникативные способности	Высокий уровень – 15-20 баллов Средний уровень – 10-14 баллов Низкий уровень – менее 10 баллов	Тест «Уровень коммуникативных способностей» [9]
Социальная нравственность	Высокий уровень – 11-26 баллов Средний уровень – 7-10, 27-30 баллов Низкий уровень – 31-40 баллов	Тест «Оценка личностных качеств руководителя» [9]
Духовная зрелость	Высокий уровень – 5-13 баллов Средний уровень – 3-4, 14-15 баллов Низкий уровень – 16-20 баллов	
Эмоциональная зрелость	Высокий уровень – 0-8 баллов Средний уровень – 9-12 баллов Низкий уровень – 13-20 баллов	
Социальный интеллект	Высокий уровень – 3-21 баллов Средний уровень – 0-2, 22-27 баллов Низкий уровень – 28-40 баллов	
Способность к лидерству	Высокий уровень – 36-40 баллов (если сумма баллов составила более 40 баллов, то данный человек как лидер склонен к диктату) Средний уровень – 26-35 баллов Низкий уровень – менее 26 баллов	Тест «Способность к лидерству» [9]

Метод математико-статистической обработки данных функции описательной статистики табличного редактора Microsoft Excel – t-критерий Стьюдента для независимых выборок позволил получить следующие статистические показатели:

1. Для выявления статистически значимых различий между показателями контрольной и экспериментальной групп после формирующего эксперимента (табл. 3).

Таблица 3. Парный двухвыборочный t-тест для средних

	<i>Переменная 1 (КГ после ФЭ)</i>	<i>Переменная 2 (ЭГ после ФЭ)</i>
Среднее	2,097222222	2,006944444
Дисперсия	0,34013209	0,41253885
Наблюдения	144	144
Корреляция Пирсона	0,894269522	
Гипотетическая разность средних	0	
df	143	
t-статистика	3,767073094	
P(T<=t) одностороннее	0,000120352	
t критическое одностороннее	1,655579143	
P(T<=t) двухстороннее	0,000240705	
t критическое двухстороннее	1,976692198	

Результаты математико-статистической обработки:

$$T_{\text{эмп.}}=3,767073094;$$

$$T_{\text{крит.}}=1,976692198.$$

Соответственно, при $p=0,05$ (p – уровень значимости), $T_{\text{эмп.}}>T_{\text{крит.}}$, следовательно, присутствуют достоверные различия между группами.

Анализ полученных результатов подтвердил гипотезу о наличии статистически значимых различий между показателями контрольной и экспериментальной групп после проведения формирующего эксперимента (ФЭ).

2. Для выявления статистически значимых различий между показателями экспериментальной группы после проведения констатирующего (КЭ) и формирующего экспериментов (табл. 4).

Таблица 4. Парный двухвыборочный t-тест для средних

	<i>Переменная 1 (ЭГ при КЭ)</i>	<i>Переменная 2 (ЭГ после ФЭ)</i>
Среднее	2,201388889	2,006944444
Дисперсия	0,399718337	0,41253885
Наблюдения	144	144
Корреляция Пирсона	0,805911706	
Гипотетическая разность средних	0	
df	143	
t-статистика	5,875137563	
P(T<=t) одностороннее	1,41996E-08	
t критическое одностороннее	1,655579143	
P(T<=t) двухстороннее	2,83992E-08	
t критическое двухстороннее	1,976692198	

Результаты математико-статистической обработки:

$$T_{\text{эмп.}}=5,875137563;$$

$$T_{\text{крит.}}=1,976692198.$$

Следовательно, при $p = 0,05$ $T_{\text{эмп.}} > T_{\text{крит.}}$ и, следовательно, присутствуют достоверные различия между показателями экспериментальной группы в разные временные промежутки.

Анализ полученных результатов подтвердил присутствие статистически значимых различий между показателями экспериментальной группы после завершения констатирующего и формирующего экспериментов.

Следует отметить, что итоги математико-статистического анализа подтвердили выдвинутую гипотезу, что рефлексивная технология может быть педагогическим средством развития управленческой компетенции у курсантов образовательных организаций высшего образования силовых структур, если:

– подготовлен диагностический аппарат для определения уровней развития управленческой компетенции;

– использование разработанной технологии [9] в обучении курсантов осуществляется с учетом особенностей образовательной организации.

Таким образом, следует сделать вывод о том, что методика применения методов математической статистики, используемая в ходе исследования эффективности рефлексивной технологии для развития управленческой компетенции курсантов образовательных организаций высшего образования силовых структур, актуальна.

Анализ показал, что предлагаемая методика может быть использована для развития управленческой компетенции курсантов Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России.

В заключение отметим, что предлагаемую методику целесообразно использовать для диагностики и других профессиональных компетенций.

Литература

1. Зимняя И.А. Ключевые компетентности как результативно-целевая основа компетентностного подхода в образовании. Авторская версия. М.: Исследовательский центр проблем качества подготовки специалистов, 2004. 20 с.
2. Педагогика: учеб. / Л.П. Крившенко [и др.]; под ред. Л.П. Крившенко. М.: ТК Велби, Изд-во Проспект, 2004. 432 с.
3. Хуторской А.В. Технология проектирования ключевых и предметных компетенций // Интернет-журнал «Эйдос». 2005. 12 дек.
4. Воронов С.А., Бережнова Л.Н. Сущность и содержание педагогической диагностики компетенций // Вестник ВГУ. Сер.: Проблемы высшего образования. 2018. № 1. С. 39–42.
5. Вилков В.Б., Кунтурова Н.Б., Черных А.К. К проблеме моделирования процесса кадрового назначения выпускников образовательных организаций высшего образования силовых структур // Труды Военно-космической академии им. А.Ф. Можайского. 2018. № 665. С. 252–260.
6. 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.
7. Вилков В.Б., Черных А.К., Курилов А.В. К вопросу планирования обучения курсантов образовательных организаций высшего образования силовых структур // Вестник Санкт-Петербургского военного института войск национальной гвардии. 2018. № 3 (4). С. 20–27.

8. Вилков В.Б., Флегонтов А.В., Черных А.К. Математическая модель задачи о распределении в условиях неопределенности // Дифференциальные уравнения и процессы управления. 2018. № 2. С. 180–191.

9. Рефлексивная технология развития управленческой компетенции у курсантов военных институтов войск национальной гвардии: дис. ... канд. пед. наук. СПб.: СПб ВИ ВНГ, 2018. 173 с.

10. Харитоновна Е.В. Об определении понятий «компетентность» и «компетенция» // Успехи современного естествознания. 2007. № 3. С. 67–68.

11. Буре В.М., Парилина Е.М. Теория вероятностей и математическая статистика: учеб. для студентов вузов. СПб.: РГПУ им. А.И. Герцена, 2013. 252 с.

References

1. Zimnyaya I.A. Klyuchevye kompetentnosti kak rezul'tativno-celevaya osnova kompetentnostnogo podhoda v obrazovanii. Avtorskaya versiya. M.: Issledovatel'skij centr problem kachestva podgotovki specialistov, 2004. 20 с.

2. Pedagogika: ucheb. / L.P. Krivshenko [i dr.]; pod red. L.P. Krivshenko. M.: TK Velbi, Izd-vo Prospekt, 2004. 432 с.

3. Hutorskoj A.V. Tekhnologiya proektirovaniya klyuchevyh i predmetnyh kompetencij // Internet-zhurnal «Ejdos». 2005. 12 dek.

4. Voronov S.A., Berezhnova L.N. Sushchnost' i sodержanie pedagogicheskoy diagnostiki kompetencij // Vestnik VGU. Ser.: Problemy vysshego obrazovaniya. 2018. № 1. S. 39–42.

5. Vilkov V.B., Kunturova N.B., Chernyh A.K. K probleme modelirovaniya processa kadrovogo naznacheniya vypusknikov obrazovatel'nyh organizacij vysshego obrazovaniya silovyh struktur // Trudy Voенno-kosmicheskoy akademii im. A.F. Mozhajskogo. 2018. № 665. S. 252–260.

6. 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.

7. Vilkov V.B., Chernyh A.K., Kurilov A.V. K voprosu planirovaniya obucheniya kursantov obrazovatel'nyh organizacij vysshego obrazovaniya silovyh struktur // Vestnik Sankt-Peterburgskogo voennogo instituta vojsk nacional'noj gvardii. 2018. № 3 (4). S. 20–27.

8. Vilkov V.B., Flegontov A.V., Chernyh A.K. Matematicheskaya model' zadachi o raspredelenii v usloviyah neopredelennosti // Differencial'nye uravneniya i processy upravleniya. 2018. № 2. S. 180–191.

9. Refleksivnaya tekhnologiya razvitiya upravlencheskoj kompetencii u kursantov voennyh institutov vojsk nacional'noj gvardii: dis. ... kand. ped. nauk. SPb.: SPb VI VNG, 2018. 173 с.

10. Haritonova E.V. Ob opredelenii ponyatij «kompetentnost'» i «kompetenciya» // Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya. 2007. № 3. S. 67–68.

11. Bure V.M., Parilina E.M. Teoriya veroyatnostej i matematicheskaya statistika: ucheb. dlya studentov vuzov. SPb.: RGPU im. A.I. Gercena, 2013. 252 с.

УДК 614.8

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА СПАСЕНИЯ МАЛОМОБИЛЬНЫХ ГРУПП НАСЕЛЕНИЯ ПРИ ПОЖАРЕ

А.В. Вытовтов, кандидат технических наук;

Д.С. Королев, кандидат технических наук.

Воронежский государственный технический университет.

А.В. Федоров, доктор технических наук, профессор.

Академия ГПС МЧС России

Рассматриваются актуальные вопросы обеспечения пожарной безопасности в учреждениях здравоохранения. Современная методика расчета времени спасения не позволяет учесть задержку при выносе пострадавшего на носилках через дверь с устройством самозакрывания. В работе проведен практический эксперимент спасения для различного количества дверных проемов и веса пострадавшего. В результате получена зависимость, а также временной показатель задержки, использование которого обеспечит уточнение расчета времени спасения маломобильной группы населения при пожаре и повысит точность вычисления.

Ключевые слова: эвакуация, пожарная безопасность, пожарный риск, моделирование, система

MATHEMATICAL MODELING OF THE RESCUE PROCESS SMALL-MOBILE POPULATION IN THE FIRE

A.V. Vytovtov; D.S. Korolev. Voronezh state technical university.

A.V. Fedorov. Academy of State fire service EMERCOM of Russia

The article discusses topical issues of ensuring fire safety in health care institutions. The modern method of calculating the time of rescue does not allow taking into account the delay in carrying the victim on a stretcher through a door with a self-closing device. The work carried out a practical experiment of rescue for a different number of doorways and the weight of the victim. As a result, a dependence was obtained, as well as a time indicator of the delay time, the use of which will provide a more accurate calculation of the rescue time for a low-mobility group of the population in case of a fire and increase the accuracy of the calculation.

Keywords: evacuation, fire safety, fire risk, modeling, system

Одним из способов защиты общего коридора больницы от задымления является установка противопожарных дверей с устройствами самозакрывания. Это позволит отсечь помещение, в котором произошел пожар, и предотвратить распространение опасных факторов на время предела огнестойкости двери. Недостатком технического решения является высокая стоимость оборудования дверных проемов противопожарным заполнением, хотя в ряде случаев это может быть оправдано путем проведения технико-экономического обоснования. А сам факт использования противопожарных дверей является своего рода дополнительным препятствием перед персоналом, проводящим спасение лежачих больных.

Действующая методика по определению времени эвакуации людей из зданий класса функциональной пожарной опасности Ф 1.1 [1, 2] учитывает различные факторы (количество персонала, скорость движения вверх и вниз, время на переключивание), кроме дверей с автоматическими устройствами самозакрывания. Поэтому для изучения данного вопроса проведен практические эксперименты (рис. 1).



Рис. 1. Эксперимент по спасению немобильного пациента

Согласно базовой гипотезе, на успешное прохождение человеком дверных проемов влияет: масса, масса спасаемого человека, количество дверей, возникающих на пути эвакуации, причем нормативные значения скорости персонала с носилками представлены в приказе МЧС РФ от 30 июня 2009 г. № 382 [1]. Однако для дверей с автоматическим устройством таких значений нет.

Рассмотрим методику открывания двери с устройством самозакрывания:

- при подходе к двери персоналу необходимо опустить на пол носилки, чтоб освободить руки направляющему;
- открыть дверь, одновременно придерживая ее ногой или телом;
- опуститься вниз, взять носилки и пройти к следующей двери, необходимо учитывать трату времени, поскольку дверь будет стараться закрыть эвакуационный выход, притормаживая второго сотрудника.

Существуют случаи, когда двери открываются по ходу эвакуации, тогда ее открытие возможно без опускания носилок, но возникает необходимость надавливания на ручку замка, что требует дополнительного времени, не предусмотренного методикой. Такую техническую задержку можно предотвратить, используя устройство ручек «антипаника».

Для анализа практического эксперимента и формирования математической зависимости необходимо удостовериться, что данные, полученные в эксперименте (табл. 1), отвечают линейному распределению или доказать обратное [3, 4].

Таблица 1. Результаты эксперимента по спасению пострадавшего

Две двери с устройством самозакрывания		Двери на пути без устройств самозакрывания	
кг	сек.	кг	сек.
56	38,2	56	19,2
67	40,1	67	19,3
69	39,2	69	19,3
73	41,2	73	19,4
76	42,1	76	19,3
85	45,1	85	20,1
88	47,3	88	20
89	46,2	89	20,1
91	48,3	91	19,9
103	48,4	103	20,2

В сводной табл. 1 представлены результаты двух серий практических экспериментов, с открытыми дверями и с двумя дверями, оборудованными устройствами самозакрывания. Для обобщения данных, представим их в виде графиков (рис. 2, 3), где линия тренда описывает полиномиальную регрессию.

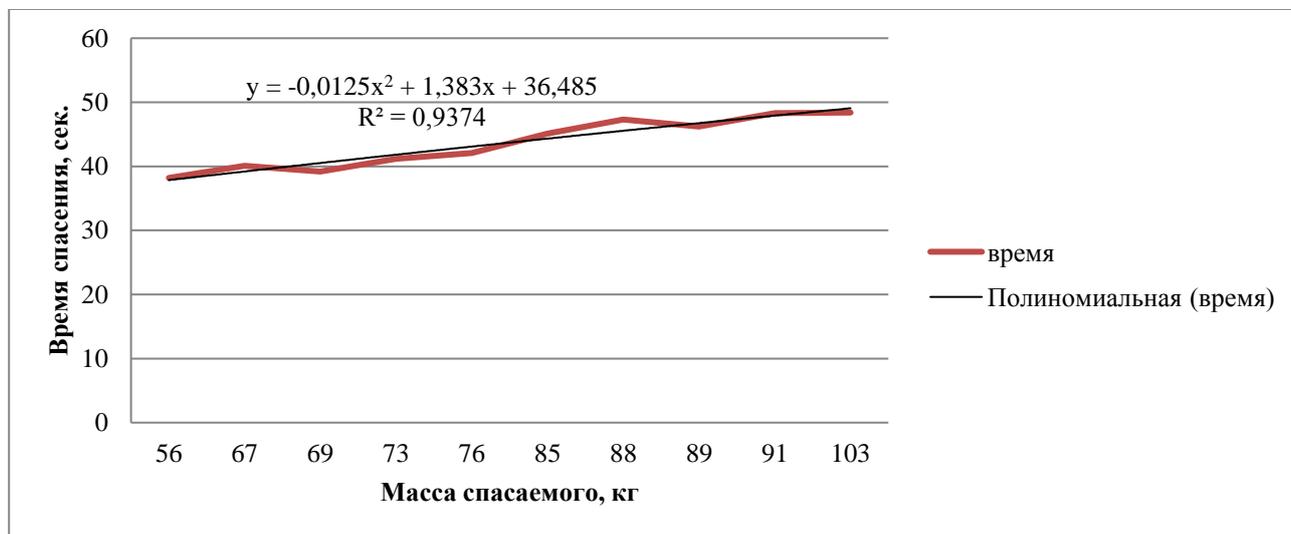


Рис. 2. Эксперимент по спасению немобильного пациента, два закрывающихся проема

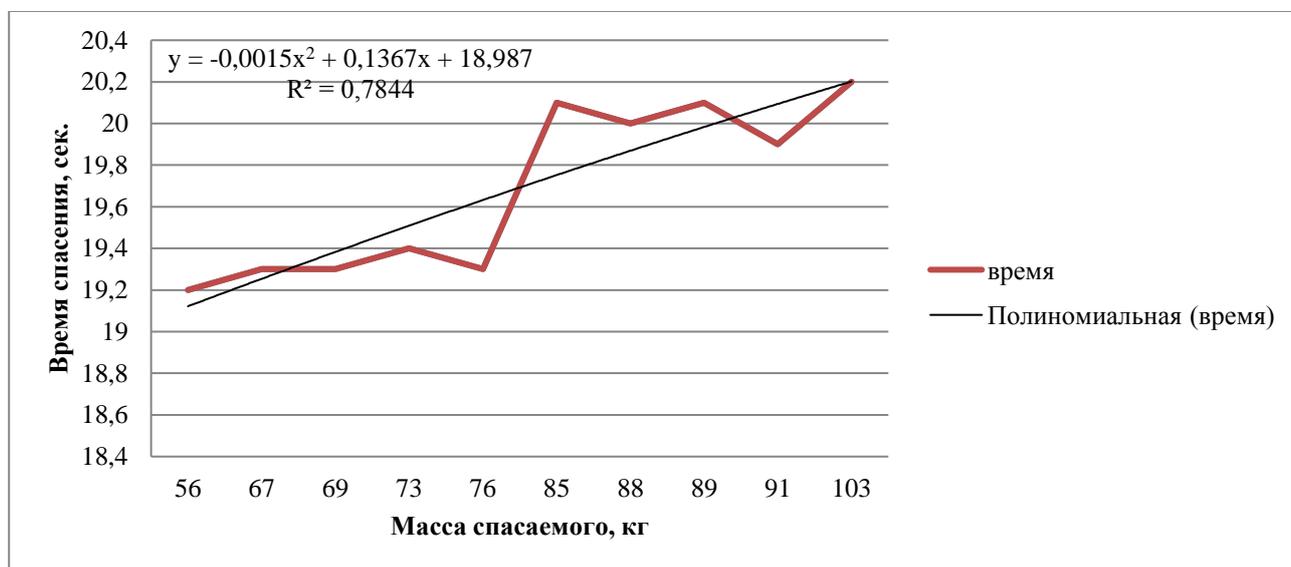


Рис. 3. Эксперимент по спасению немобильного пациента, без закрывающихся проемов

Из графиков видно, что зависимости времени от массы линейны, а, следовательно, допустимо строить многофакторное линейное уравнение. В качестве факторного пространства выберем количество дверей на пути эвакуации и массу эвакуируемого пациента, а матрицу плана эксперимента представим в виде табл. 2.

Таблица 2. Матрица плана эксперимента

№ п/п	План эксперимента		
	время τ	двери N	Масса человека m
1.	+1	-1	-1
2.	+1	+1	-1
3.	+1	-1	+1
4.	+1	+1	+1

Определим нижнюю и верхнюю границу фактора, для количества дверей это интервал от 0 до 2, для массы спасаемого человека от 56 кг до 103 кг. Результаты эксперимента представлены для всех повторов (пять раз в каждом факторном пространстве, что обеспечивает повторяемость и уменьшает погрешность в исследовании) в сводной табл. 3.

Таблица 3. Результаты проведенного лабораторного эксперимента

№	План			Данные		Результаты, время выхода τ ; повторы				
	τ	n	m	n, шт.	m, кг	1	2	3	4	5
1.	+1	-1	-1	0	56	19,2	18,1	20,0	18,9	19,0
2.	+1	+1	-1	2	56	38,2	41,0	39,0	38,1	32,4
3.	+1	-1	+1	0	103	20,2	20,3	21,3	21,2	20,9
4.	+1	+1	+1	2	103	48,4	51,8	48,1	48,2	49,1

Для математической обработки полученных данных используем регрессию, построенную методом наименьших квадратов, общий вид которой представлен формулой:

$$\beta = \delta_0 - \delta_1 \cdot n + \delta_2 \cdot m.$$

Для практического эксперимента подберем множественную полиномиальную регрессию второй степени, полученная зависимость имеет вид:

$$\tau = 8,81383 + 11,76 \cdot n + 0,13967 \cdot m + 0,01075 \cdot n^2 + 0,00004808 \cdot m^2. \quad (1)$$

Поскольку в уравнении нет членов третьей степени, так как они численно не значительны и не добавляют точности модели, то множественный коэффициент детерминации равен 0,9461, то есть работоспособность модели достигается в 94,61 % дисперсии значений времени τ . Чтобы принять полученное уравнение, должны быть выполнены допущения МНК-регрессии: нормальность, независимость, линейность, гомоскедастичность [5, 6].

Используя полученную эмпирическую зависимость, можно сделать вывод о времени, необходимом на преодоление одной или нескольких дверей, укомплектованных устройствами самозакрывания. Также модель учитывает массу человека, что при всестороннем обобщении и развитии исследования может быть использовано при разработке модели спасения [7–9].

Таким образом, рассчитаем по выведенной формуле (1) временную задержку при прохождении одной противопожарной двери с человеком массой 56 кг и без прохода:

$$8,81383 + 11,76 \cdot 1 + 0,13967 \cdot 56 + 0,01075 \cdot 1^2 + 0,00004808 \cdot 56^2 = 28,53458;$$

$$8,81383 + 11,76 \times 0 + 0,13967 \times 56 + 0,01075 \times 0^2 + 0,00004808 \times 56^2 = 16,76383.$$

Разница двух значений 11,77 с, что равняется 0,19 мин. Выявленная задержка значительна и может повлиять на значение пожарного риска для всего объекта в целом.

Таким образом, анализируя полученные значения в ходе практического эксперимента, удалось построить эмпирическую зависимость, что позволило рассчитать временной показатель задержки персонала с носилками при проходе через дверь с устройством самозакрывания. В работе получены новые научные данные, позволяющие учесть практические аспекты процесса спасения шире рамок действующей методики.

Литература

1. Об утверждении методики определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности: приказ МЧС РФ от 30 июня 2009 г. № 382 (зарег. в Минюсте Рос. Федерации 6 авг. 2009 г.; рег. № 14486; введ. 10 июля 2009 г.) М.: ФГУ ВНИИПО МЧС России, 2009.

2. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности: Федер. закон от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ (одоб. Сов. Федерации 11 июля 2008 г.) // Рос. газ. 2008. № 163.

3. Королев Д.С., Калач А.В., Зенин А.Ю. Важность принятия решений при обеспечении пожарной безопасности // Вестник Воронежского института ГПС МЧС России. 2015. № 2 (15). С. 42–46.

4. Куликова Т.Н., Вытовтов А.В. История развития гибкого нормирования и анализа риска // Современные технологии обеспечения гражданской обороны и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. 2016. Т. 1. № 1 (7). С. 238–242.

5. Korolev D.S., Vytovtov A.V., Kargashilov D.V., Odnolko A.A., Sitnikov I.V. Mathematical simulation of the process of forecasting the fire hazard properties of substances // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2020.

6. Королев Д.С., Калач А.В. Прогнозирование, основанное на молекулярных дескрипторах и искусственных нейронных сетях, как способ исключения образования горючей среды // Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация. 2016. № 2. С. 68–72.

7. Русских Д.В., Вытовтов А.В., Шевцов С.А. Особенности процесса эвакуации людей из производственного помещения при пожаре // Техносферная безопасность. 2019. № 1 (22). С. 70–82.

8. Имитационное моделирование площади пожара с применением метода Монте-Карло в рамках интегральной математической модели пожара / И.В. Ситников [и др.] // Инженерные системы и сооружения. 2012. № 4 (9). С. 75–82.

9. Однолько А.А., Ситников И.В. Влияние характеристик систем противопожарной защиты на пожарные риски // Инженерные системы и сооружения. 2010. № 1. С. 205–211.

References

1. Ob utverzhdenii metodiki opredeleniya raschetnyh velichin pozharnogo riska v zdaniyah, sooruzheniyah i stroeniyah razlichnyh klassov funktsional'noj pozharnoj opasnosti: prikaz MCHS RF ot 30 iyunya 2009 g. № 382 (zareg. v Minyuste Ros. Federacii 6 avg. 2009 g.; reg. № 14486; vved. 10 iyulya 2009 g.) M.: FGU VNIPO MCHS Rossii, 2009.

2. Tekhnicheskij reglament o trebovaniyah pozharnoj bezopasnosti: Feder. zakon ot 22 iyulya 2008 g. № 123-FZ (odob. Sov. Federacii 11 iyulya 2008 g.) // Ros. gaz. 2008. № 163.

3. Korolev D.S., Kalach A.V., Zenin A.Yu. Vazhnost' prinyatiya reshenij pri obespechenii pozharnoj bezopasnosti // Vestnik Voronezhskogo instituta GPS MCHS Rossii. 2015. № 2 (15). S. 42–46.

4. Kulikova T.N., Vytovtov A.V. Istoriya razvitiya gibkogo normirovaniya i analiza riska // Sovremennye tekhnologii obespecheniya grazhdanskoj oborony i likvidacii posledstvij chrezvychajnyh situacij. 2016. T. 1. № 1 (7). S. 238–242.

5. Korolev D.S., Vytovtov A.V., Kargashilov D.V., Odnolko A.A., Sitnikov I.V. Mathematical simulation of the process of forecasting the fire hazard properties of substances // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2020.
6. Korolev D.S., Kalach A.V. Prognozirovanie, osnovannoe na molekulyarnyh deskriptorah i iskusstvennyh nejronnyh setyah, kak sposob isklyucheniya obrazovaniya goryuchej sredy // Pozhary i chrezvychajnye situacii: predotvrashchenie, likvidaciya. 2016. № 2. S. 68–72.
7. Russkih D.V., Vytovtov A.V., Shevcov S.A. Osobennosti processa evakuacii lyudej iz proizvodstvennogo pomeshcheniya pri pozhare // Tekhnosfernaya bezopasnost'. 2019. № 1 (22). S. 70–82.
8. Imitacionnoe modelirovanie ploshchadi pozhara s primeneniem metoda Mone-Karlo v ramkah integral'noj matematicheskoy modeli pozhara / I.V. Sitnikov [i dr.] // Inzhenernye sistemy i sooruzheniya. 2012. № 4 (9). S. 75–82.
9. Odnol'ko A.A., Sitnikov I.V. Vliyanie harakteristik sistem protivopozharnoj zashchity na pozharnye riski // Inzhenernye sistemy i sooruzheniya. 2010. № 1. S. 205–211.

УДК 519.8

ОСНОВЫ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ 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**

Рассмотрены классификация математических моделей, принципы и этапы их разработки и реализации, особенности разработки математических моделей применительно к действиям спасательных формирований, к их инженерному обеспечению в целом и выполнению его отдельных задач.

Ключевые слова: инженерное обеспечение действий, математическая модель, спасательные формирования, управление

FUNDAMENTALS OF MATHEMATICAL MODELING OF ENGINEERING SUPPORT OF 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

Classification of mathematical models, principles and stages of their development and implementation, especially the development of mathematical models applied to the actions of rescue teams, their engineering in General and the performance of its individual tasks.

Keywords: engineering support of actions, mathematical model, rescue formations, management

Методы исследования процессов и явлений

Для исследования процессов и явлений используются различные методы, среди которых наиболее применимыми можно считать [1–3]:

– экспериментальный – суть его состоит в проведении исследований на объекте исследования либо на его реальной физической модели – это испытание инженерных средств, их макетов, учения и др.;

– логико-аналитический метод – суть его состоит в изучении объекта на основе качественного анализа изучаемых процессов и явлений с применением на отдельных этапах математических расчетов и соотношений;

– математического моделирования – суть его составляет взаимосвязь: модель – алгоритм – программа. Цель моделирования – прогнозирование хода и исхода реальных процессов и выработка решений и действий, направленных на достижение поставленных целей наиболее рациональными методами.

Особую значимость это имеет при моделировании действий спасательных формирований и, как составной их части, инженерного обеспечения.

Под математической моделью действий спасательных формирований понимается система математических зависимостей и логических правил, позволяющих описывать их существенные процессы, прогнозировать их ход и исход, оценивать эффективность вариантов решений.

Определение содержит основные цели математического моделирования действий спасательных формирований, то есть выполнения ими определенных задач. Поэтому в математической модели должны присутствовать параметры, характеризующие ход действий спасательных формирований, выполнения задач, позволяющие судить об успешности достижения поставленных целей. Такими параметрами могут являться: возможный темп перемещения, потери, время выполнения задач и др.

В математической модели должны присутствовать также данные или параметры, которые можно изменять до и в ходе действий спасательных формирований с целью выбора наиболее целесообразных решений: силы и средства, распределение их по задачам, параметры управления, характеризующие принимаемые решения при подготовке и в ходе выполнения задач, сроки выполнения задач и др. Такие параметры называют управляющими параметрами. Задача моделирования состоит в том, чтобы определить значения этих параметров, при которых обеспечивается максимальное достижение целей.

Математические модели могут содержать показатели, которые не зависят от должностных лиц, принимающих решения, но их необходимо учитывать: местность, время года, нормативные данные и др. Примерами математических моделей могут быть: математическая модель действий спасательных формирований, математическая модель инженерного обеспечения действий, математическая модель выполнения задачи инженерного обеспечения.

Существенной характеристикой математической модели является то, что она описывает процесс во времени, что позволяет получить данные как для описания хода процесса, так и для получения его конечных результатов. Например, при моделировании процесса переправы через водную преграду могут быть получены данные не только о её времени, но и о количестве переправленных людей, техники к заданному моменту времени.

Реализация математической модели осуществляется путем решения расчетных задач. Автоматизированные средства обработки информации позволяют решать задачи, суть которых сводится к сбору, обработке и выдаче информации. Такие задачи получили название информационных задач. Информационные задачи часто используются для подготовки данных для математических моделей и задач. Математическая модель может быть представлена как последовательность (алгоритм) преобразования исходных данных в результаты решения. При этом, как правило, исходные данные подразделяются [1] на переменные и постоянные или условно-постоянные (рис. 1).

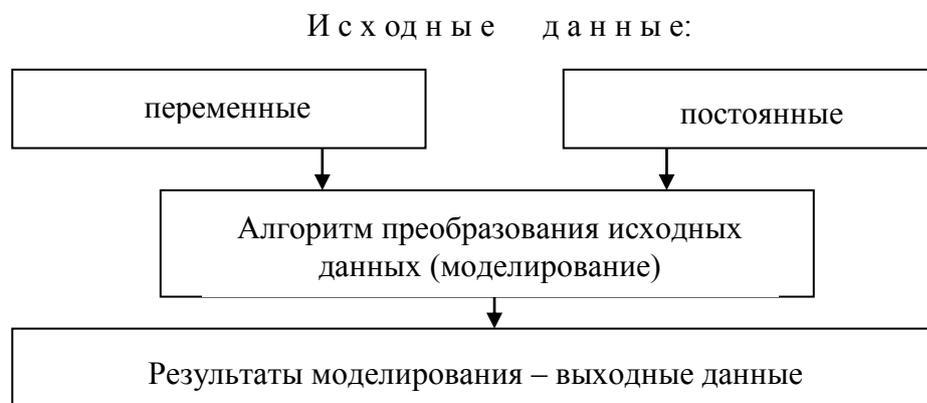


Рис. 1. Схематическое представление математической модели

К первым относятся величины, учитывающие условия обстановки: время года, погоду, состав подразделений и т.п.; ко вторым – данные об организационно-штатной структуре, возможностях подразделений, о местности и др.

Распространены математические модели, когда переменные исходные данные вводятся в начале решения задачи и в ходе моделирования, в зависимости от промежуточных результатов (рис. 2). Пунктирная линия показывает возможность перехода на начальный или промежуточный этап моделирования.

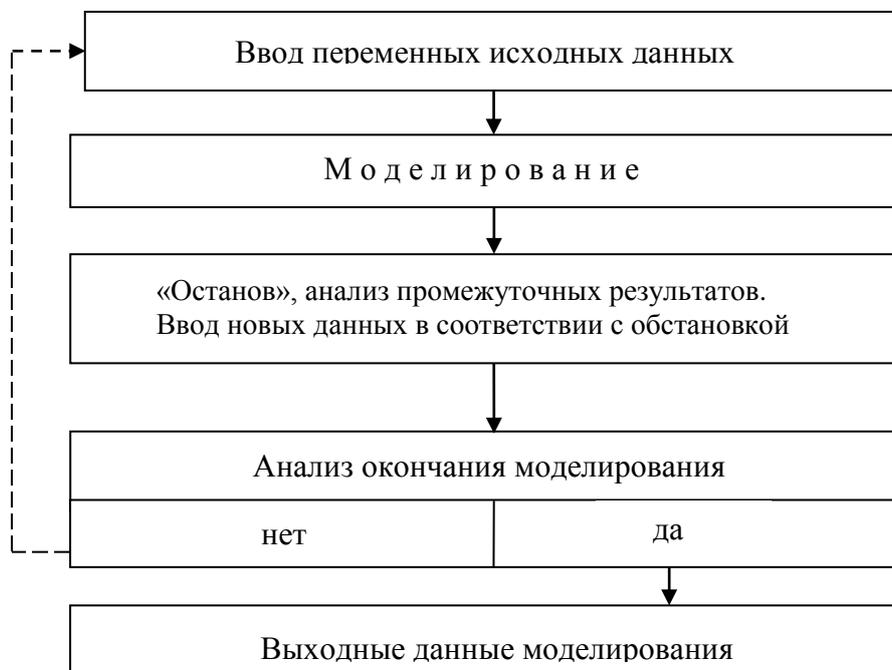


Рис. 2. Представление диалоговой модели

Математическая модель должна формулироваться и разрабатываться при определенных ограничениях и допущениях, которые должны определяться, главным образом, на этапах разработки, постановки и формализации процесса. Простейшие модели инженерного обеспечения, в которых рассматриваемые величины можно считать постоянными в течение определенного интервала времени (одно из допущений), часто можно строить на соотношениях вида:

$$Q = q \cdot t, \quad (1)$$

где Q – объем задачи инженерного обеспечения; q – норматив (скорость, производительность, интенсивность) при выполнении задачи определенным составом сил; t – время выполнения задачи.

Например, если рассмотреть задачу подготовки пути подразделением как циклический процесс «движение – восстановление», то время выполнения задачи может быть определено по формуле:

$$T = \sum_{i=1}^n \left(\frac{l_i}{V_i} + \frac{Q_i}{g_i} \right), \quad (2)$$

где l_i – протяженность i -го участка пути; V_i – скорость движения на i участке; Q_i – объем задачи на i объекте; g_i – возможности подразделения при выполнении задачи на i объекте.

Тогда средний темп выполнения задачи:

$$V_{CP} = \frac{\sum_{i=1}^n l_i}{T}.$$

Это простейшая модель, и в ней не учитываются существенные факторы: отказы техники; детализация работ и др. Величины, входящие в формулы (1), (2), полагаются постоянными. В более детальных моделях может учитываться вероятность снижения возможностей подразделений при выполнении задачи во времени в результате потерь от какого-либо воздействия.

Рассмотрим вариант, когда в соотношении (1) возможности подразделений по выполнению задачи зависят от времени $q = q(t)$.

Тогда объем выполняемой задачи Q за время T :

$$Q = \sum_{i=1}^N q(t_i) dt_i = \int_0^T q(t) dt,$$

то есть получаем более сложную модель, в которой можно учесть изменение возможностей подразделений по выполнению задачи во времени.

Если требуется определить время T , за которое будет выполнена задача в объеме Q , то необходимо решить уравнение вида:

$$Q = \int_0^T q(x) dx, \quad (3)$$

относительно неизвестной величины T .

Рассмотрим пример: пусть возможности подразделения меняются во времени в соответствии с соотношением вида:

$$q(t) = q_0 e^{-at},$$

где q_0 – начальное значение норматива по выполнению задачи; a – коэффициент, характеризующий интенсивность снижения производительности во времени.

Тогда объем задачи, выполняемый за время T , в соответствии с формулой (3) будет определяться по соотношению:

$$Q(T) = \int_0^T q_0 \cdot e^{-at} dt = \frac{q_0}{a} (1 - e^{-aT}). \quad (4)$$

При постоянной производительности, равной начальной, то есть q_0 :

$$Q(T) = q_0 T.$$

Модель, описываемая формулой (4), является более общей, чем (1), так как позволяет учесть изменение возможностей подразделения во времени. Если зависимость (4) решить относительно T , можно получить формулу для определения времени выполнения задачи при заданном объеме Q :

$$T = -\frac{1}{a} \ln\left(1 - a \frac{Q}{q_0}\right).$$

Широкое применение при моделировании процессов, протекающих во времени, находят дифференциальные уравнения, методы статистического моделирования (статистических испытаний), теории марковских цепей, уравнений динамики средних, методов линейного, нелинейного и динамического программирования и др.

Разнообразие математических моделей и задач вызвали необходимость создания их классификации. В настоящее время нет общепринятой классификации моделей, хотя имеется устоявшаяся терминология.

В общем плане математические модели могут быть классифицированы [1] по методам реализации, по применению, по целевому предназначению.

По методам реализации модели могут быть:

- аналитические, в которых основа – аналитические выражения;
- статистические, в которых основа – метод случайного выбора в соответствии с законами распределения случайных величин, параметрами случайных процессов;
- ситуационные, представляют в виде таблицы решений, соответствующих типовым ситуациям, подготовленных опытными специалистами.

По применению модели могут быть штабные, учебные и исследовательские, по целевому предназначению – расчетные (реализуют прогноз того, что может быть при каком-то одном способе действий, решении) и оптимизационные (обеспечивают возможность нахождения оптимального, наилучшего или наиболее рационального решения на основе принятого критерия).

При разработке математических моделей действий спасательных формирований, их инженерного обеспечения, моделей выполнения отдельных задач инженерного обеспечения необходимо пользоваться определенными принципами, требованиями или правилами. Основные из них:

- соответствие математической модели области применения и предназначению;
- учет положений системного подхода, предполагающего рассмотрение модели как части общей модели (системы);
- соответствие детализации информации масштабу модели;
- простота и критичность к исходным данным;
- возможность получения результатов решения при различных исходных данных и переменных исходных данных в сроки, определяемые обстановкой;
- достаточность выходной информации для принятия решения;
- оперативность – время получения конечных результатов для цикла решения не должно превышать допустимое;
- адекватность математической модели реальному процессу.

Разработку математической модели можно представить как поэтапную формализацию исследуемого явления, объекта, процесса (рис. 3):

- первый этап – уяснение целей задачи и уточнение информационной базы;
- второй этап – разработка постановки задачи. Сущность его состоит в определении следующих основных положений:

- а) наименования задачи или модели;
- б) структуры, содержания и формы выходной информации с определением расчетных величин модели (спасательный отряд, другие элементы организационно-штатной структуры, средство инженерного вооружения и др.);
- в) структуры, содержания и формы входной информации;
- г) соотношения между переменной и постоянной информацией;
- д) критериев эффективности моделируемых процессов или задач;
- е) принимаемых допущений и ограничений;
- ж) требований к точности исходной информации и результатам.



Рис. 3. Этапы разработки и реализации математических моделей

При разработке постановки задачи необходимо изучить состояние вопроса и возможности разрабатываемой модели по сравнению с существующими. Постановка задачи не содержит завершенных математических соотношений, позволяющих моделировать исследуемый процесс;

- на третьем этапе осуществляется формализованное описание процесса, его схематизация, описание условий возможного развития процесса с учетом известных фундаментальных закономерностей и вариантов действий. Применительно к задачам инженерного обеспечения формализованные описания моделируемых процессов называют оперативно-тактическим алгоритмом;

- четвертый этап – отображение формализованного описания на языке математических понятий, величин, условий, соотношений. Этап математической формулировки задачи завершает первый уровень ее разработки – создание математической модели.

Математическая модель может быть выполнена в одном из двух вариантов: она представляет последовательность формул, по которым могут быть получены требуемые величины либо системы различных уравнений, в которые неизвестными входят искомые величины. С помощью таких соотношений учитываются и принятые в моделях ограничения.

При описании математической модели по первому варианту можно приступить сразу к шестому этапу – алгоритмизации задачи или модели, а для второго варианта необходимо выбрать метод решения (пятый этап) полученной системы соотношений и после этого приступить к алгоритмизации;

- шестой этап – алгоритмизация задачи – требует работы специалистов по алгоритмизации и привязки алгоритма к алгоритмическому языку;

- седьмой этап – программирование – обеспечивает формализацию рассматриваемого процесса на уровне конкретного алгоритмического языка;

- этапы 8 и 9 дают возможность убедиться в правильности математического описания процесса, при наличии – их устранения.

Завершающим этапом является внедрение модели или задачи.

Документация на математическую модель оформляется в соответствии с определенными правилами и, как правило, включает следующие части, оформляемые отдельными книгами: 1 – «Постановка задачи», 2 – «Математическая модель (алгоритм, методика) задачи», 3 – «Программа решения задачи и инструкция программисту-оператору по ее решению на ЭВМ», 4 – «Инструкция по использованию задачи».

Постановка задачи включает: общие сведения о задаче, основные требования к задаче, порядок решения задачи, входную и выходную информацию задачи, требования к конфигурации технических и программных средств и приложения.

Возрастание масштабов последствий чрезвычайных ситуаций и сложности задач, к решению которых должны быть готовы спасательные формирования, требует применения для обоснования принимаемых решений методов математического моделирования, обеспечивающих прогнозирование результатов планируемых действий.

Применение методов исследования операций для моделирования действий спасательных формирований может служить основой для совершенствования работы органов управления всех уровней и обоснования комплекса средств для обеспечения выполнения спасательных и аварийных работ.

Литература

1. Исследование операций: учеб. / Л.А. Егоров [и др.]; под ред. Б.Н. Юркова. М.: Военно-инженерная академия, 1990. 529 с.
2. Чуев Ю.В. Исследование операций в военном деле. М.: Воениздат, 1970. 256 с.
3. Седнев В.А., Седнев А.В. Оценка эффективности применения программно-аппаратных платформ // Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций. 2019. № 6. С. 46–52.

References

1. Issledovanie operacij: ucheb. / L.A. Egorov [i dr.]; pod red. B.N. Yurkova. M.: Voennoinzhenernaya akademiya, 1990. 529 s.
2. Chuev Yu.V. Issledovanie operacij v voennom dele. M.: Voenizdat, 1970. 256 s.
3. Sednev V.A., Sednev A.V. Ocenka effektivnosti primeneniya programmno-apparatnyh platform // Problemy bezopasnosti i chrezvychajnyh situacij. 2019. № 6. S. 46–52.

Материал поступил в редакцию 25 октября 2020 г.; принят к публикации 27 ноября 2020 г.

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ

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

Рассмотрены результаты компьютерного моделирования систем массового обслуживания. Для моделирования систем массового обслуживания использованы имитационные модели, реализованные в виде программ для ЭВМ.

Ключевые слова: система массового обслуживания, имитационное моделирование, компьютерная программа, математическая модель

THE COMPUTING SIMULATION OF THE QUEUING SYSTEM

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

This article presents the problem of use the computing simulation for modeling the queuing system. The simulation model to realize in form the mathematical model and computing program.

Keywords: queuing system, simulation model, computing program, mathematical model

В МЧС России широко используются системы массового обслуживания (СМО), «реализованные в виде диспетчерских пунктов центров управления в кризисных ситуациях, пожарной охраны и других экстренных служб» [1]. «Многообразие процессов управления, которые с точки зрения теории вероятностей являются процессами массового обслуживания, а также сложность этих процессов обуславливают широкое применение методов теории массового обслуживания при управлении силами и средствами» [2]. Теория массового обслуживания есть теория математического моделирования процессов массового обслуживания. Пример моделирования СМО с помощью искусственной нейронной сети, используемой для аппроксимации вероятностно-временных характеристик СМО, представлен в работе [3]. В данной работе представлены результаты моделирования СМО с использованием имитационной модели, в которой производится формальное описание процесса функционирования СМО.

СМО содержит один или несколько каналов обслуживания и накопитель (очередь заявок на обслуживание). В данную систему поступает поток заявок, попадающих в канал обслуживания либо в накопитель (образуя очередь заявок), если все каналы обслуживания заняты. Поток событий включает в себя все случаи поступления и обслуживания заявок. В СМО наиболее часто используется поток событий с экспоненциальной плотностью распределения:

$$\varphi(\Delta t) = \mu * \exp(-\mu * \Delta t),$$

где Δt – промежуток времени между событиями; $\varphi(\Delta t)$ – плотность распределения Δt ; μ – скорость обслуживания заявки.

При $t \rightarrow \infty$ в СМО устанавливается некоторый предельный стационарный режим, который состоит в том, что система случайным образом меняет свои состояния, но вероятность каждого из них уже не зависит от времени: каждое из состояний реализуется с некоторой постоянной вероятностью P_i . При этом предельная вероятность P_i представляет собой среднее относительное время пребывания системы в данном i -ом состоянии.

Вероятности состояний СМО могут быть найдены путем интегрирования системы дифференциальных уравнений, называемых уравнениями Колмогорова.

«Математическая модель СМО связывает заданные условия работы системы (число каналов, производительность и т.п.) с показателями эффективности системы, в качестве которых используются следующие величины» [2]:

- среднее (математическое ожидание) число заявок, обслуживаемых в единицу времени;

- среднее число заявок в очереди на обслуживание;

- среднее время ожидания обслуживания;

- вероятность отказа в обслуживании без ожидания;

- вероятность превышения числа заявок в очереди определенного значения;

- вероятность превышения числа заявок в очереди определенного значения.

СМО могут быть двух типов: замкнутые и незамкнутые, с отказами и с ожиданием (очередью) [2]. Схемы замкнутых и незамкнутых СМО представлены на рис. 1.

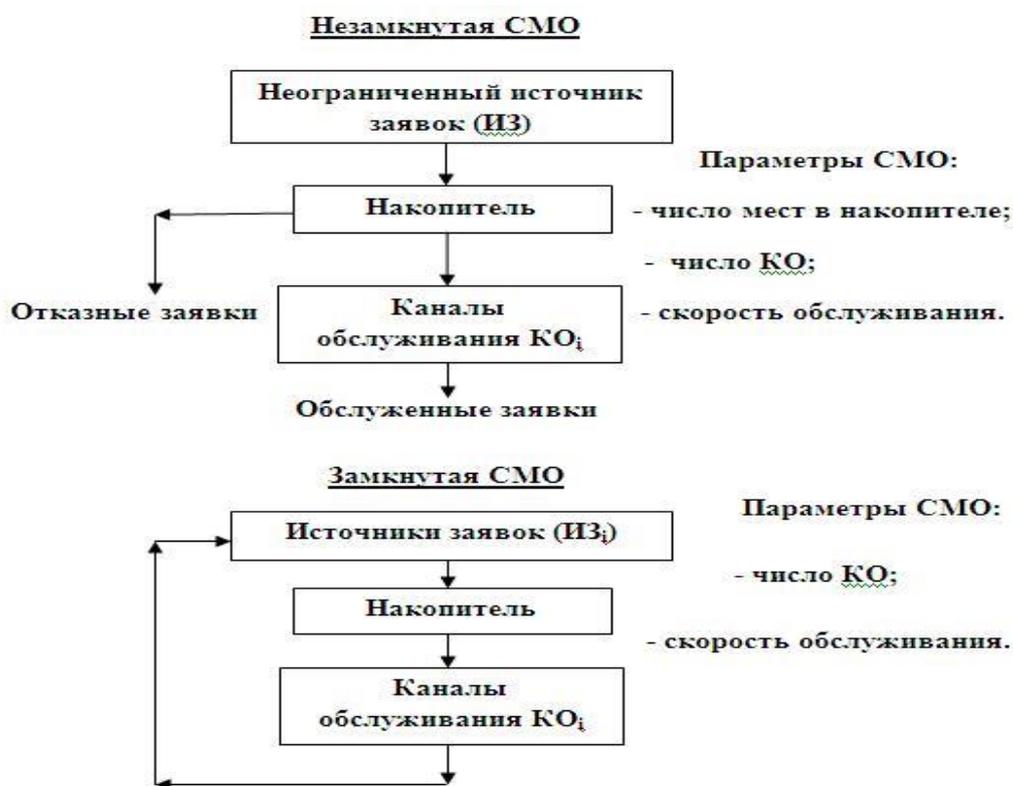


Рис. 1. Схемы замкнутых и незамкнутых СМО

«Основными параметрами СМО являются» [2]: n – число каналов, λ – интенсивность потока заявок (среднее число заявок, поступающих в единицу времени), μ – производительность каждого канала (среднее число заявок, обслуживаемых каналом в единицу времени), а также ограничения (длина очереди, время пребывания заявки в очереди и др.).

«Характеристиками СМО являются» [2]: вероятность немедленного реагирования, вероятность отказа в приемке заявки, среднее время ожидания и др.

Результаты компьютерного моделирования СМО

1. Имитационная модель СМО с пуассоновскими потоками событий.

В программе MSMO (рис. 2) производится моделирование СМО с экспоненциальной плотностью распределения событий (пуассоновский поток событий).

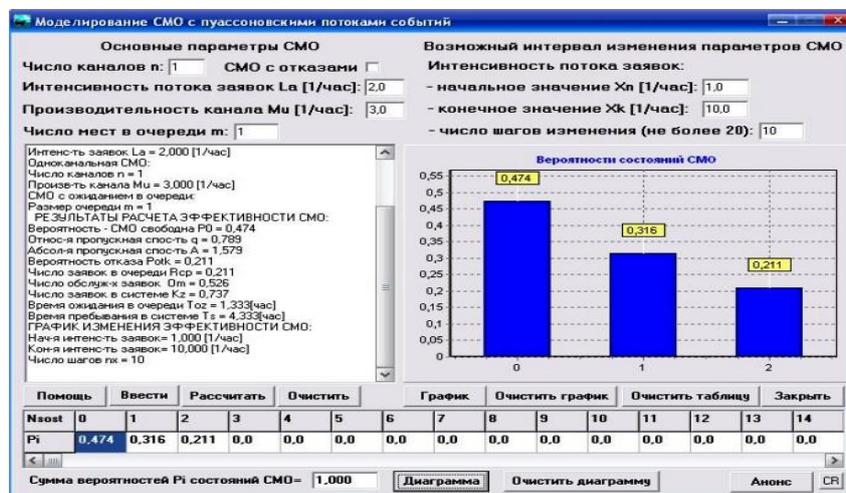


Рис. 2. СМО с пуассоновскими потоками событий

В программе для ЭВМ MSMO, реализующей имитационную модель СМО, моделируются одноканальные и многоканальные СМО с отказами, а также с ожиданием при ограниченной (менее 30) и неограниченной длине очереди ожидания. Исходными данными являются число каналов, интенсивность потока заявок, производительность канала обслуживания заявок, число мест в очереди ожидания обслуживания. Рассчитываются такие показатели эффективности СМО как вероятность того, что СМО свободна, и вероятность отказа в обслуживании, число заявок в очереди и системе, число обслуженных заявок, время ожидания в очереди и время пребывания в системе, абсолютная и относительная пропускная способность СМО.

В правой части окна программы представлена гистограмма распределения вероятностей состояний СМО. Программа позволяет выводить график зависимости вероятности отказа в обслуживании от интенсивности потока заявок.

2. Имитационная модель СМО в виде диспетчерского пункта.

Постановка задачи

На объединенный диспетчерский пункт, состоящий из n операторов, поступают случайные потоки вызовов служб 01, 02 и 03. Длительность обслуживания вызовов является случайной величиной, причем параметры обслуживания вызовов не зависят от оператора. Поступившая заявка при занятости всех операторов получает отказ в обслуживании и покидает СМО.

Законы распределения интервалов времени поступления заявок и распределения времени обслуживания заявок, используемые при моделировании СМО, могут быть следующими: равномерный, экспоненциальный, Эрланга, Вейбулла, Релея, Нормальный, Логарифмически нормальный, Лапласа, Парето и Барра.

При наличии нескольких свободных операторов очередную заявку обслуживает оператор, определяемый одним из следующих способов: оператор с меньшим номером, оператор с большим номером, оператор, выбранный случайным образом.

Возможности программы моделирования СМО

Программа PSMO (имитационная модель СМО в виде диспетчерского пункта) позволяет оценивать следующие характеристики:

- вероятность отказа в обслуживании заявок конкретных служб;
- распределение времени обслуживания (сгруппированные статистические ряды времени обслуживания) заявок;
- распределение времени занятости операторов обслуживанием заявок;
- коэффициенты занятости операторов обслуживанием заявок.

Гистограммы по сгруппированным статистическим данным представлены на рис. 3.



Рис. 3. Гистограммы по сгруппированным статистическим данным

Слева представлена гистограмма распределения времени обслуживания заявок. Цветом выделены запросы служб 01 (красный цвет), 02 (зеленый цвет) и 03 (желтый цвет). Справа представлена гистограмма распределения времени занятости операторов (разными цветами выделены значения для пяти операторов).

Программа обеспечивает построение гистограмм распределения интервалов времени поступления заявок и распределения времени обслуживания заявок для различных законов распределения, представленных на рис. 4.



Рис. 4. Гистограммы законов распределения интервалов времени поступления заявок и распределения времени обслуживания заявок

Слева представлена гистограмма распределения интервалов времени поступления заявок (разными цветами выделены экспоненциальный закон, закон Эрланга и закон Релея). Справа представлена гистограмма распределения интервалов времени обслуживания заявок (разными цветами выделены равномерный закон, логнормальный закон и закон Барра).

Интерфейс программы моделирования СМО представлен на рис. 5.

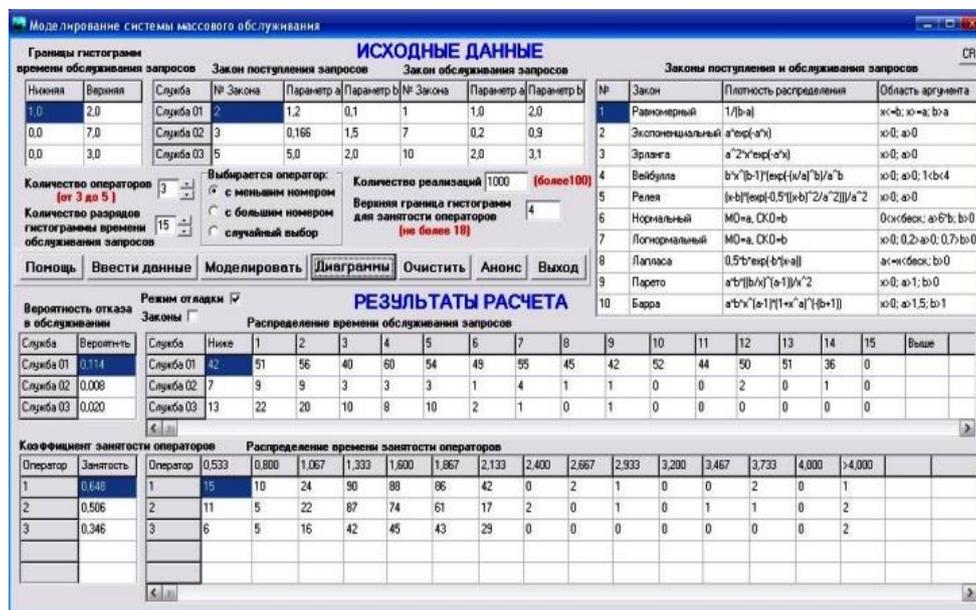


Рис. 5. Интерфейс программы моделирования СМО

Программа обеспечивает построение гистограмм по сгруппированным статистическим данным и проверку согласованности величин времени обслуживания заявок с теоретическим распределением на основе критерия Хи-квадрат Пирсона.

3. Имитационная модель сети массового обслуживания.

«СМО, связанные между собой, когда выход одной СМО (или нескольких СМО) является входом (входами) для другой (других) СМО, представляет собой сеть массового обслуживания (СеМО)» [2]. СМО, образующие СеМО, называют узлами. Рассмотрим СеМО, для которых выполняются следующие условия:

- потоки заявок в СеМО от одного узла к другому являются простейшими;
- узлы СеМО являются незамкнутыми СМО с экспоненциальным обслуживанием, неограниченным накопителем заявок и неограниченным временем ожидания, порядок поступления в канал из очереди следующий: «раньше пришел – раньше обслужился»;
- переход заявок от i -го узла к j -му узлу в общем случае случайный и задается матрицей передач Q , содержащей вероятности переходов q_{ij} .

СеМО, как и СМО, имеют параметры и характеристики и подразделяются на незамкнутые и замкнутые, а состояние СеМО обуславливается состоянием её узлов.

Параметрами СеМО являются: число узлов, параметры СМО-узлов, матрица Q передач и параметры потоков. Общими характеристиками СеМО могут являться:

- общее число заявок СеМО ($M_3 = M_{31} + M_{32} + \dots + M_{3U}$);
- общее время ожидания СеМО ($t_{ож} = t_{ож1} + t_{ож2} + \dots + t_{ожU}$);
- вероятность незанятости СеМО $P_{св}$ (все каналы обслуживания во всех узлах свободны).

Количественные значения характеристик СеМО определяются по значениям характеристик её узлов.

«Незамкнутые СеМО могут быть представлены в виде внешнего узла U_0 (источник заявок) и рабочих узлов U_1, U_2, U_3 , образующих сеть» [2].

«Трёхузловая незамкнутая СеМО [2]» представлена на рис. 6.

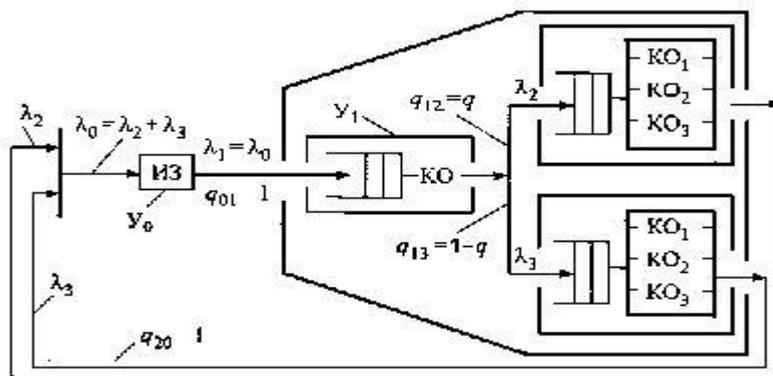


Рис. 6. Трехузловая незамкнутая СеМО:

$У_0$ – внешний источник (простейший поток заявок с частотой λ_0); $У_1$ – приемное устройство (диспетчер, поток заявок λ_1) со скоростью обслуживания заявок μ_1 ; $У_2, У_3$ – устройства обслуживания заявок, имеющие n_2 и n_3 каналов обслуживания (потоки заявок λ_2 и λ_3), способных обрабатывать заявки со скоростями μ_2 и μ_3 соответственно

Замкнутые СеМО отличаются от незамкнутых тем, что отсутствует внешний источник заявок и в СеМО обращается постоянное число заявок [2]. Замкнутая СеМО также имеет параметры, обуславливаемые параметрами образующих её СМО, числом узлов, матрицей передач и величиной среднего числа заявок. Характеристики замкнутой СеМО также обусловлены характеристиками узлов. «Трехузловая замкнутая СеМО» [2] представлена на рис. 7.

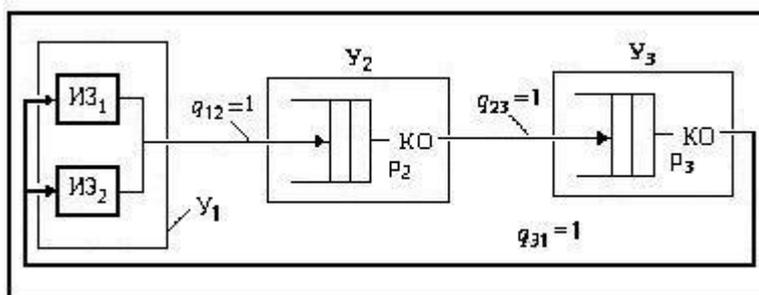


Рис. 7. Трехузловая замкнутая СеМО:

$У_1$ – задающий узел с двумя источниками заявок; $У_2$ – одноканальная незамкнутая СМО с неограниченной очередью, обслуживающая заявки со скоростью μ_2 ; $У_3$ – одноканальная незамкнутая СМО с неограниченной очередью, обслуживающая заявки со скоростью μ_3

Программа NSMO производит моделирование замкнутых и незамкнутых сетей массового обслуживания. Переход заявок от узла к узлу сети имеет случайный характер и задается матрицей переходов сети массового обслуживания. Сеть состоит из трех узлов (СМО). В случае замкнутой сети три СМО включены последовательно. В случае незамкнутой сети первый узел (СМО) включен последовательно с двумя другими узлами (СМО), включенными параллельно.

Интерфейс программы NSMO представлен на рис. 8.

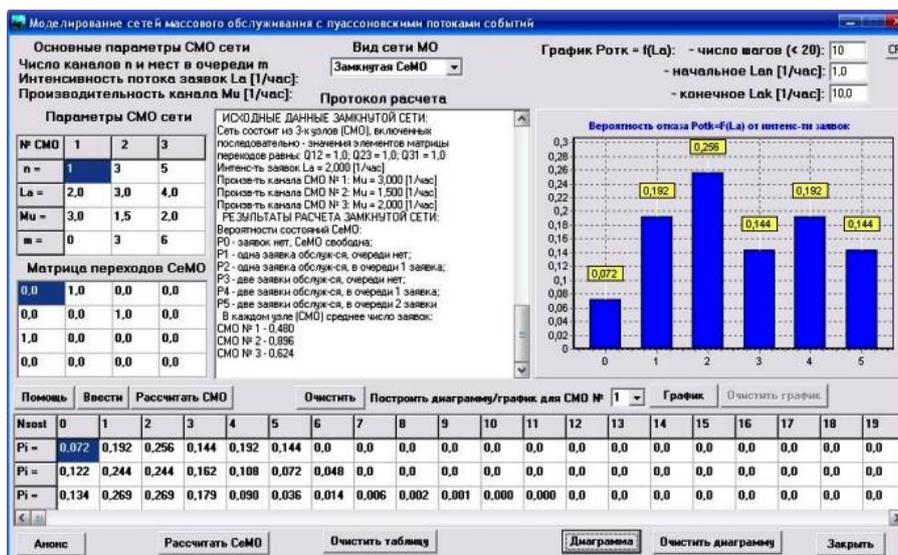


Рис. 8. Интерфейс программы NSMO

В программе NSMO моделируются сети массового обслуживания с экспоненциальной плотностью распределения событий (пуассоновский поток событий). Моделируются одноканальные и многоканальные сети массового обслуживания с отказами, а также с ожиданием при ограниченной (менее 30) и неограниченной длине очереди ожидания.

Компьютерная модель оценивает вероятности состояний СеМО, среднее число заявок в каждом узле сети и вероятности незанятости СМО как узлов сети. В правой части окна программы представлена гистограмма распределения вероятностей состояний СМО. Слева направо представлены значения следующих вероятностей: P1 – заявок нет, СеМО свободна; P2 – одна заявка обслуживается, очереди нет; P3 – одна заявка обслуживается, в очереди одна заявка; P4 – две заявки обслуживаются, очереди нет; P5 – две заявки обслуживаются, в очереди одна заявка; P6 – две заявки обслуживаются, в очереди две заявки.

Представленные результаты компьютерного моделирования СМО демонстрируют возможности имитационного моделирования случайных процессов со счетным числом состояний и непрерывным временем переходов – процессов массового обслуживания. Компьютерные модели СМО позволяют исследовать зависимости показателей эффективности СМО, характеризующих способность справляться с потоком заявок (донесений), от заданных условий работы СМО, определяемых числом каналов, их производительностью, правилами работы и характером потока заявок (донесений).

Литература

1. Абдурагимов Г.И., Таранцев А.А. Теория массового обслуживания в управлении пожарной охраной. М.: МИПБ МВД России, 2000.
2. Таранцев А.А. Инженерные методы теории массового обслуживания. СПб.: Наука, 2007.
3. Лабинский А.Ю. Моделирование системы массового обслуживания с использованием нейронной сети // Науч.-аналит. журн. «Вестник С.-Петербур. ун-та ГПС МЧС России». 2019. № 2. С. 52–57.

References

1. Abduragimov G.I., Taranzev A.A. Teoriya massovogo obslugivaniya v upravlenii pogarnoy ohranoy. M.: MIPB MVD Rossii, 2000.
2. Taranzev A.A. Ingenerniye metody teorii massovogo obslugivaniya. SPb: Nauka, 2007.
3. Labinskij A.Yu. Modelirovanie sistemy massovogo obsluzhivaniya s ispol'zovaniem nejronnoj seti // Nauch.-analit. zhurn. «Vestnik S.-Peterb. un-ta GPS MCHS Rossii». 2019. № 2. S. 52–57.

УДК 303.732.4

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ И СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ ПРОЦЕССА СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СИСТЕМЫ АНТИКРИЗИСНОГО УПРАВЛЕНИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ СРЕДСТВ ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКОЙ ПОДДЕРЖКИ

**В.И. Антюхов, кандидат технических наук, профессор,
заслуженный работник высшей школы Российской Федерации.**

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России.

Н.В. Остудин, кандидат технических наук.

Центральный аппарат МЧС России

Представлены результаты исследования в рамках совершенствования системы антикризисного управления МЧС России. Проведен анализ, позволяющий выявить проблемные вопросы предметной области и сформулировать принципы модернизации системы антикризисного управления с применением средств информационно-аналитической поддержки, в том числе с позиций теории активных систем.

Ключевые слова: принятие решений, системный анализ, формализация, постановка задачи, моделирование, синтез

SYSTEM ANALYSIS AND FORMULATION OF THE PROBLEM OF IMPROVING THE SYSTEM OF CRISIS MANAGEMENT WITH THE USE OF INFORMATION AND ANALYTICAL SUPPORT

V.I. Antyukhov. Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia.

N.V. Ostudin. Central office of the EMERCOM of Russia

The article reveals the main principles of improving the system of anti-crisis management of the EMERCOM of Russia. The basic principles of system analysis, operations research, analysis and synthesis of large systems are taken into account.

Keywords: decision-making, system analysis, formalization, problem statement, modeling, synthesis

Система антикризисного управления МЧС России как сложная организационно-техническая система с течением времени развивается и принимает новые очертания. Поэтому вопросы совершенствования этой системы являются актуальными и требуют дальнейшего исследования.

Для совершенствования системы антикризисного управления предлагается провести анализ существующей системы процессами ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций (ЧС) при помощи системного исследования органов повседневного управления Единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (РСЧС), а также функционирующих на разных уровнях центров управления в кризисных ситуациях (ЦУКС).

Вопросы совершенствования системы антикризисного управления как сложной организационно-технической системы рассмотрим по результатам анализа системы взаимосвязанных между собой органов повседневного управления единой системы,

призванной решать задачи антикризисного управления ликвидации ЧС на всех уровнях государственной власти. Целями функционирования рассматриваемой системы являются:

- организация информационного и аналитического взаимодействия среди структурных подразделений МЧС России;
- организация своевременного комплекса мер по управлению силами и средствами при осуществлении мероприятий, направленных на ликвидацию последствий ЧС;
- формирование основ Государственной политики в области обеспечения пожарной безопасности, защиты населения и территории от ЧС природного и техногенного характера;
- организация комплексной безопасности людей на водных объектах.

Систему органов повседневного управления РСЧС можно представить в качестве подсистемы РСЧС, которая, в свою очередь, представляется как подсистема общей системы антикризисного управления МЧС России (рис. 1).



**Рис. 1. Система органов повседневного управления РСЧС
в общей системе управления МЧС России**

Полученные результаты исследования функций и задач РСЧС позволили провести структуризацию системы органов повседневного управления РСЧС в виде абстрактной системы, включающей пять взаимодействующих подсистем (рис. 2):

- 1) структурная подсистема, включающая элемент выделения неисправностей (отказов) подсистемы;
- 2) информационная подсистема, которая включает в себя элементы:
 - анализа информационной потребности должностных лиц ЦУКС МЧС России [1];
 - анализа информационных потоков в системе для установления вероятного уровня рутинности в деятельности должностных лиц ЦУКС МЧС России;
 - определения рациональности использования информационных ресурсов и геоинформационных систем;
- 3) аналитическая подсистема, состоящая из элементов:
 - определения доли аналитической работы в деятельности должностных лиц органов повседневного управления РСЧС;
 - анализа возможностей решения задач должностных лиц ЦУКС системой интеллектуальной поддержки;
 - анализа возможностей решения задач должностных лиц ЦУКС средствами информационно-аналитической поддержки;
- 4) управляющая подсистема, содержащая элементы:
 - анализа управляющих воздействий должностных лиц органов повседневного управления;
 - выявления проблемных вопросов в организации управления подразделениями, должностными лицами, силами и средствами МЧС России;
- 5) социальная подсистема, включающая элемент анализа проблемных социальных вопросов сотрудников федеральной противопожарной службы, которая позволяет представить систему антикризисного управления как сложную социальную систему организованного управления, состоящую из людей (в качестве элемента системы) и информационных связей между ними.



Рис. 2. Декомпозиция системы органов антикризисного управления

До 2019 г. органы повседневного управления РСЧС осуществляли своё функционирование и решали комплекс задач на трёх уровнях: федеральном, межрегиональном и региональном. Функции управления (планирование, учёт, контроль, оперативное управление) осуществляют при этом ЦУКС. Из системы органов повседневного управления РСЧС на этих уровнях важнейшее значение занимает система ЦУКС.

Переход с двухуровневой системы управления на трехуровневый был достигнут за счет ликвидации межрегионального звена из общей структуры управления. Таким образом, произошла оптимизация системы антикризисного управления МЧС России (рис. 3).

Переход осуществлялся поэтапно, однако не удалось избежать факта, связанного с возложением дополнительных задач на главные управления по субъектам Российской Федерации, которые отвечают за решение задач в рамках федерального округа, при этом штатное количество должностных лиц в ЦУКС осталось неизменным, равно как и общее количество задач, возложенных на данные подразделения.

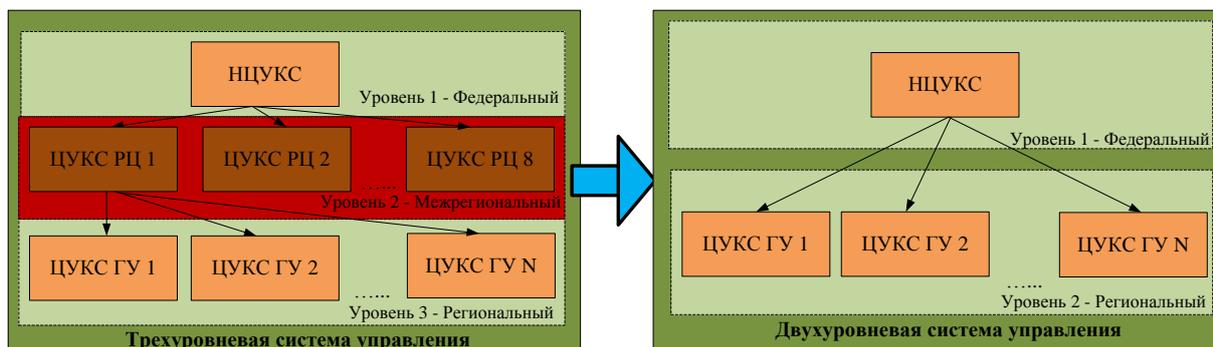


Рис. 3. Оптимизация структуры системы антикризисного управления МЧС России

Анализируя движение информационных потоков в контуре антикризисного управления были сделаны выводы о том, что на должностных лиц органов управления ЦУКС МЧС России возлагается значительный объем обрабатываемой документации, носящей случайный характер, вследствие чего повышается неопределённость (уровень энтропии) их деятельности. Информация в обрабатываемых документах зачастую дублируется, а часть документации вообще потеряла свою актуальность.

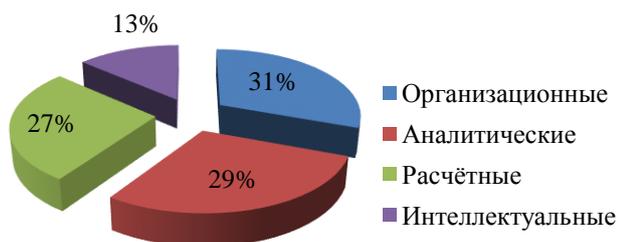
Формальные и содержательные преобразования приводят к затруднению (неопределённости) деятельности сотрудников органов управления МЧС России, поэтому допускается возможность ошибок в принятии решений. Структурный анализ деятельности дежурной смены ЦУКС МЧС России по решению оперативных задач позволил выделить задачи [2, 3] и провести их декомпозицию по функциям управления (всего в ходе проведения научного исследования выделено 170 задач по четырём функциям управления – задачи контроля, учета, оперативного управления, планирования).

В ходе работы проведено распределение задач по различным субъективным классификационным признакам: по функциям управления, по сущности (задачи организационного управления, информационно-аналитические задачи, задачи расчетного характера, интеллектуальные задачи); по уровням информационной иерархии (информационные задачи, задачи с данными, интеллектуальные задачи (учитывающие знания)). Сформированные выводы представлены в таблице, рис. 4.

Таблица. Результаты анализа задач, решаемых должностными лицами ЦУКС

№ п/п	Распределение по функциям управления		Распределение по специфике выполнения		Распределение по отношению к информации	
	Функция	Количество (%)	Специфика	Количество (%)	Категория	Количество (%)
1.	Оперативные задачи	83 (49 %)	Задачи организационного управления	52 (31 %)	Информационные задачи	107 (63 %)
2.	Учетные задачи	40 (24 %)	Информационно-аналитические задачи	49 (29 %)	Задачи с данными	25 (15 %)
3.	Контрольные задачи	33 (19 %)	Задачи расчетного характера	46 (27 %)	Интеллектуальные задачи (учитывающие знания)	38 (22 %)
4.	Задачи планирования	14 (8 %)	Интеллектуальные задачи	23 (13 %)		

Распределение задач по сущности



Распределение задач по функциям управления



Распределение задач по уровню информационной иерархии

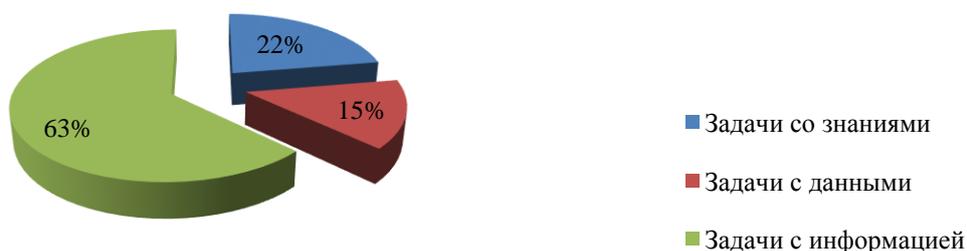


Рис. 4. Результаты анализа деятельности должностных лиц ЦУКС

С позиции теории управления основными критериями организованного управления являются:

- 1) формирование целенаправленного поведения системы;
- 2) поведение системы задают информационные воздействия.

Лицо, принимающее решение (ЛПР) задает поведение системы через каналы прямой и обратной связи, задает значения управляемых и неуправляемых характеристик. Но при этом на ЛПР воздействует ряд внешних факторов, что безусловно вызывает дестабилизацию

устойчивости системы и сказывается на принятии грамотного управленческого решения в условиях риска.

Важным вопросом также является формирование квалификационных требований к сотрудникам органов антикризисного управления МЧС России. Это способствует развитию системы антикризисного управления МЧС России как эффективной социальной системы.

Проблемы, существующие в действующей системе антикризисного управления МЧС России при реагировании на ЧС природного и техногенного характера с учетом выявленных подсистем, представлены на рис. 5.

На основе вышеизложенного в статье приводится структурный и параметрический синтез элементов системы органов повседневного управления в единую систему. Сформированная на основе синтеза модель представлена на рис. 6.



Рис. 5. Обозначение проблематики

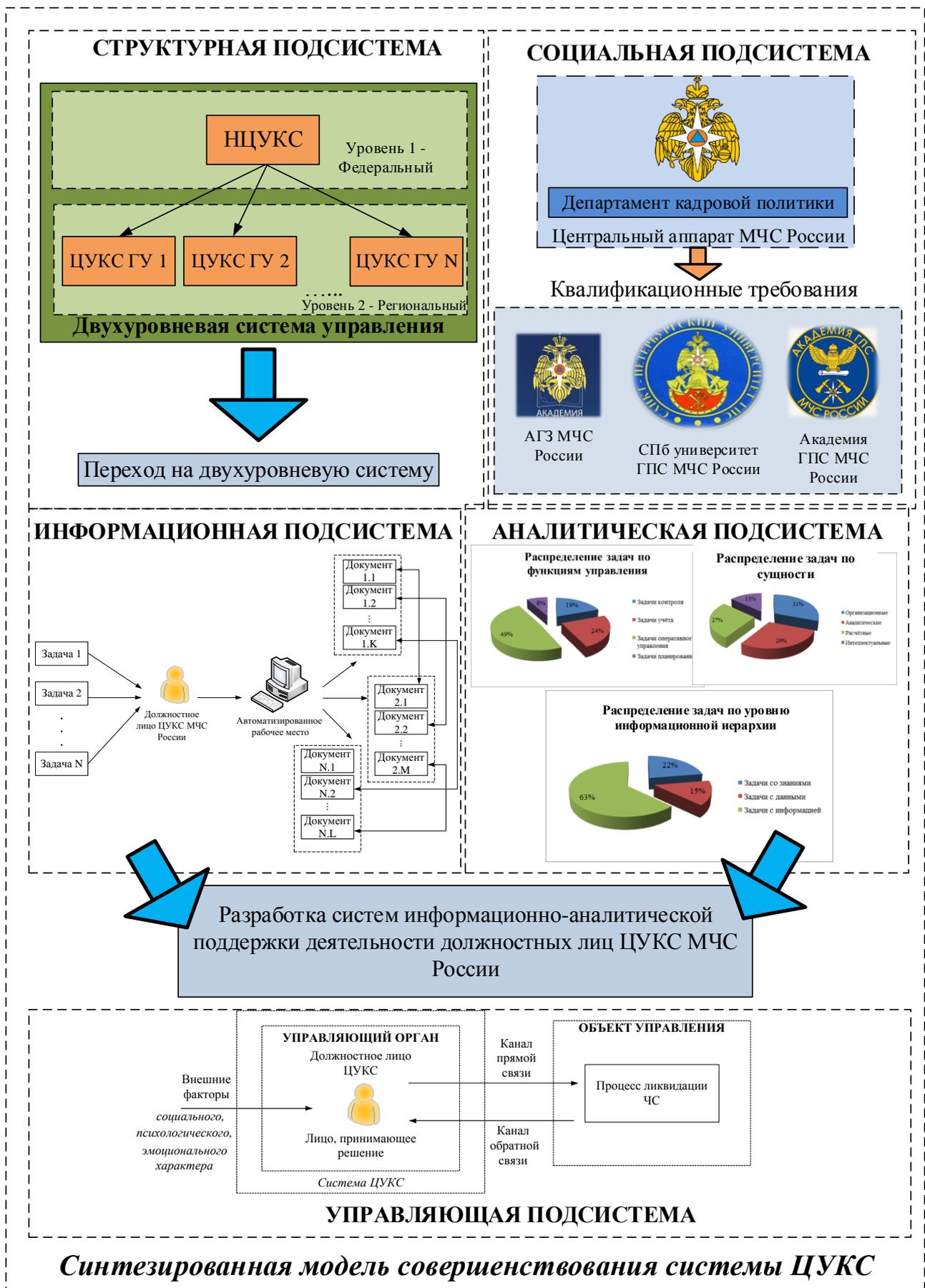


Рис. 6. Разработанная модель совершенствования системы ЦУКС

Процесс формализации повышения эффективности деятельности должностных лиц ЦУКС включает стандартный набор действий моделирования сложных систем:

1. Определение исходного множества параметров (существенных и несущественных).
2. Выявление управляемых и неуправляемых параметров.
3. Проведение символизации параметров.
4. Выявление ограничений на значения управляемых параметров.
5. Выбор показателей исхода операции.
6. Формирование целевой функции модели.

Рассматривая повышение эффективности функционирования системы антикризисного управления МЧС России с позиции теории оптимизации, выделена целевая (критериальная) функция. Она предусматривает изменение показателей, соответствующих следующим свойствам:

- 1) «своевременность»;
- 2) «производительность».

Необходимо увеличивать значение показателя «количество обрабатываемых документов» (снижая время на их выполнение) и уменьшать показатель «время выполнения задач» (увеличивая качество отработки соответствующих документов).

Математической моделью рассматриваемого процесса предлагается следующая:

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum_{j=1}^n T \xrightarrow{f_e \rightarrow \max} \min. \\ j, e \in \overline{1, L}. \end{array} \right. \quad \left\{ \begin{array}{l} \sum_{i=1}^n Q_{\text{док.}} \xrightarrow{t_k \rightarrow \min} \max. \\ i \in \overline{1, N}, \end{array} \right.$$

где T – время выполнения задачи; f_e – качество решения задачи; $Q_{\text{док.}}$ – количество документов; t_k – время выполнения документов.

Иллюстрацией рассмотренных выше действий является разработанная постановка задачи совершенствования системы ЦУКС с позиции теории активных систем и её математическое сопровождение.

Система антикризисного управления рассматривается в качестве активной системы, состоящей из активных элементов (АЭ) (подразделения ЦУКС МЧС России) с управляющим органом – руководством ЦУКС МЧС России. Центром активной системы выступают как отдельные люди, так и их группы или коллективы [4].

Осуществляется внешняя мотивация путем воздействия со стороны центра на АЭ, помимо этого происходит процесс выбора цели и задач, а также используемых АЭ технологий: содержания и форм, методов и средств деятельности (рис. 7). Внешняя среда может оказывать влияние на потребности, процесс формирования мотивов, целей, задач и технологий. Воздействие внешней среды может зачастую оказываться причиной несовпадения действия АЭ и ожидаемого результата [4].

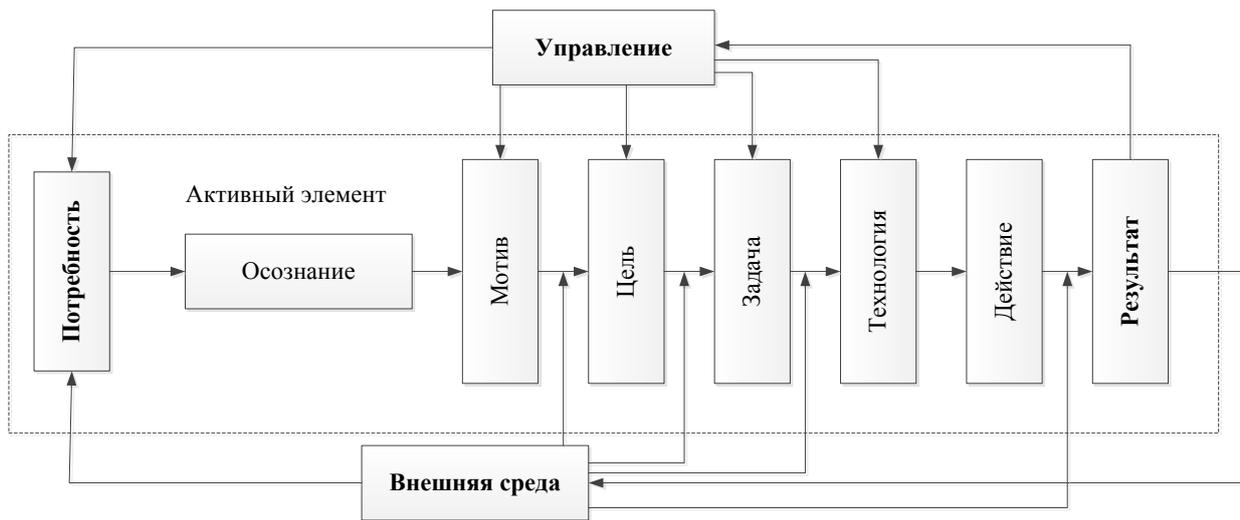


Рис. 7. Управление деятельностью АЭ

Рассмотрим общую (для детерминированных активных систем (АС) и АС с неопределенностью) постановку задачи стимулирования в АС в терминах целевых функций [5]. Вводятся следующие обозначения:

Функция полезности АЭ:

$$u(x, z, r, S(\cdot)) = \begin{cases} S'(x, z) - c'(z, r), \\ h'(z, r) - c'(x, z), \end{cases}$$

где $S'(x, z)$ – функция стимулирования системы ЦУКС; $c'(z, r)$ – функция затрат системы ЦУКС; $h'(z, r)$ – функция дохода системы ЦУКС; $c'(x, z)$ – функция штрафов системы ЦУКС [4].

В качестве стимулирования системы ЦУКС предполагается дисциплинарное поощрение сотрудников как активных элементов системы. В качестве затрат предполагается использование сил и средств на ликвидацию ЧС, а также материально-техническое обеспечение функционирования системы ЦУКС. В качестве дохода используется количество ликвидированных происшествий и ЧС, количество спасенных жизней и сохраненных материальных ценностей. В качестве штрафов – дисциплинарные взыскания сотрудников ЦУКС.

Максимизация функции [3] неизбежно ведёт к устранению неопределенности в системе антикризисного управления:

$$\dot{y} \in P_r(S(\cdot), A) = \underset{y \in A}{\text{Arg max}} f(x, y, r, S(\cdot)).$$

Целевая функция принимает вид [5] – это помогает устранить неопределенность относительно результата деятельности АЭ:

$$\psi(y, S(\cdot)) = \langle \Phi'(z, S(\cdot)) \rangle.$$

При выборе элементом системы ЦУКС действие, которое наиболее благоприятно для центра, эффективность определяется следующим выражением:

$$K(S, r) = \max_{y \in P_r(S(\cdot), A)} \psi(y, S(\cdot)).$$

В зависимости от принципа устранения неопределённости (энтропии) эффективность стимулирования оценивается с учётом минимизации или максимизации целевой функции [4]:

$$K(S) = \min_{r \in \Omega} \max_{y \in P_r(S(\cdot), A)} \psi(y, S(\cdot)),$$

$$K(S) = \min_{r \in \Omega} \min_{y \in P_r(S(\cdot), A)} \psi(y, S(\cdot)).$$

Система учёта штрафов системы антикризисного управления представляется скачкообразной функцией (рис. 8) [4]:

$$C_c(x, y) = \begin{cases} 0, & y(\leq, \geq)x. \\ C, & y(<, >)x. \end{cases}$$

Стимулирование системы представляется квазискачкообразной функцией (рис. 8) [4]:

$$C_{QC}(x, y) = \begin{cases} 0, & y = x. \\ C, & y \neq x. \end{cases}$$

Компенсаторная система стимулирования:

$$C_k(y) = \begin{cases} h(y) - [h_{\max} - C], & y \in [y^-, y^+] \\ C, & y \in [y^-, y^+] \end{cases},$$

где y^- и y^+ – левая и правая граница дискретного множества действий [4]:

$$C_{QK}(x, y) = \begin{cases} h(y) - [h_{\max} - C], & y = x. \\ C, & y \neq x. \end{cases}$$

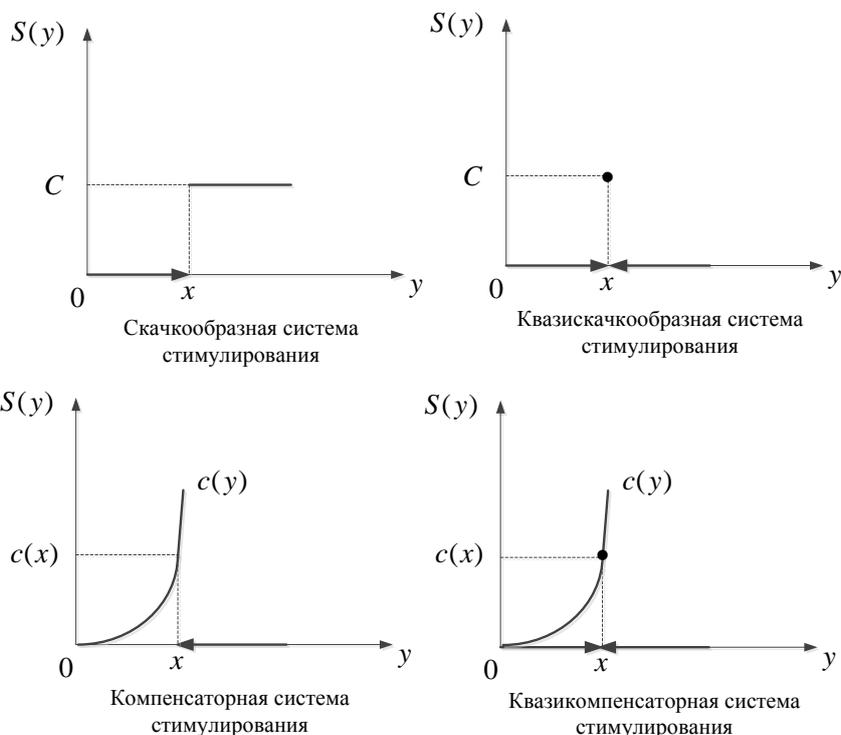


Рис. 8. Графическое отображение систем стимулирования

Полученные результаты позволят перейти к моделированию, алгоритмизации и автоматизации процессов информационно-аналитической поддержки должностных лиц системы антикризисного управления для повышения эффективности функционирования органов повседневного управления как в режиме повседневной деятельности, так и в режиме ЧС.

Литература

1. Антюхов В.И., Остудин Н.В., Сорока А.В. Методика анализа информационной потребности должностных лиц центров управления в кризисных ситуациях МЧС России // Природные и техногенные риски (физико-математические и прикладные аспекты). 2016. № 4 (20). С. 18–28.
2. Антюхов В.И., Остудин Н.В. Методика выявления и анализа проблемных вопросов в деятельности должностных лиц центров управления в кризисных ситуациях МЧС России // Вестник Санкт-Петербургского университета МВД России. 2016. № 1. С. 16.
3. Антюхов В.И., Остудин Н.В. Алгоритмизация деятельности должностных лиц центров управления в кризисных ситуациях МЧС России // Технологии техносферной безопасности. 2017. № 2 (72). С. 220–228.
4. Новиков Д.А., Петраков С.Н. Курс теории активных систем. М.: СИНТЕГ, 1999. 104 с.
5. Системный анализ и принятие решений / В.С. Артамонов [и др.]: учеб. СПб.: С.-Петерб. ун-т ГПС МЧС России, 2017. 352 с.

References

1. Antyuhov V.I., Ostudin N.V., Soroka A.V. Metodika analiza informacionnoj potrebnosti dolzhnostnyh lic centrov upravleniya v krizisnyh situacijah MCHS Rossii // Prirodnye i tekhnogennye riski (fiziko-matematicheskie i prikladnye aspekty). 2016. № 4 (20). S. 18–28.
2. Antyuhov V.I., Ostudin N.V. Metodika vyyavleniya i analiza problemnyh voprosov v deyatel'nosti dolzhnostnyh lic centrov upravleniya v krizisnyh situacijah MCHS Rossii // Vestnik Sankt-Peterburgskogo universiteta MVD Rossii. 2016. № 1. S. 16.
3. Antyuhov V.I., Ostudin N.V. Algoritmizaciya deyatel'nosti dolzhnostnyh lic centrov upravleniya v krizisnyh situacijah MCHS Rossii // Tekhnologii tekhnosfernoj bezopasnosti. 2017. № 2 (72). S. 220–228.
4. Novikov D.A., Petrakov S.N. Kurs teorii aktivnyh sistem. M.: SINTEG, 1999. 104 s.
5. Sistemnyj analiz i prinyatie reshenij / V.S. Artamonov [i dr.]: ucheb. SPb.: S.-Peterb. un-t GPS MCHS Rossii, 2017. 352 s.

АНАЛИЗ РИСКОВ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СИСТЕМ СБОРА, ХРАНЕНИЯ, ОБРАБОТКИ, ПЕРЕДАЧИ, ПРЕДСТАВЛЕНИЯ И ВОСПРОИЗВЕДЕНИЯ ИНФОРМАЦИИ В ОРГАНИЗАЦИИ

А.В. Калач, доктор химических наук, профессор;

С.А. Бокадаров, кандидат технических наук.

Воронежский институт ФСИН России.

Д.Ю. Минкин, доктор технических наук, профессор.

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

Проведена оценка возможных рисков возникновения угроз информационной безопасности организаций, выполнено исследование по организации мероприятий, проводимых учреждениями для обеспечения сохранности данных, осуществления мер противодействия злоумышленникам, анализ влияния различных факторов на возможности системы обеспечения информационной безопасности.

Ключевые слова: безопасность, информация, анализ рисков, функционирование, эффективность, деятельность

ANALYSIS OF SECURITY RISKS FOR THE OPERATION OF SYSTEMS FOR COLLECTING, STORING, PROCESSING, TRANSMITTING, PRESENTING AND REPRODUCING INFORMATION IN AN ORGANIZATION

A.V. Kalach; S.A. Bokadarov.

Voronezh institute of the Federal penitentiary service of Russia.

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

The article evaluates the possible risks of threats to information security of organizations, conducts research on the organization of activities carried out by institutions to ensure data security, implement measures to counter hackers, and analyzes the impact of various factors on the capabilities of the information security system.

Keywords: security, information, risk analysis, functioning, efficiency, activity

Необходимость снижения затрат и ужесточение законодательных и нормативных требований, поставившие перед учреждениями и органами силовых ведомств новые задачи, связаны с новыми рисками, способными существенно повлиять на стратегию развития и деятельность учреждений в области информационной безопасности.

Ключевая проблема – поиск адекватного бюджета для функции информационной безопасности. В последнее время ключевой задачей ответственных лиц стал поиск решений, направленных на повышение эффективности и результативности деятельности функции информационной безопасности и сведению к минимуму сопутствующих затрат.

Соблюдение нормативных требований по-прежнему остается одной из наиболее приоритетных задач для функции информационной безопасности. Во многих странах и отраслях происходит ужесточение требований в области защиты персональных данных, сообразно этому возрастают и расходы организаций на обеспечение соответствия таким требованиям.

В последние годы произошли качественные изменения в технологиях передачи и обработки информации, необходимость доступности ключевых информационных ресурсов в любой точке земного шара влечет за собой распространение беспроводных и широкополосных каналов связи, а также к изменению подхода к использованию информации и технологий. Соответственно, в настоящее время происходит трансформация концепции управления рисками информационной безопасности. Одним из ключевых компонентов данного подхода является управление рисками информационной безопасности, присущими защищаемой информации [1, 2].

Важнейшим приоритетом развития функции информационной безопасности организаций является совершенствование процесса управления рисками. Около 50 % организаций планируют увеличить финансирование в данном направлении, а 39 % планируют сохранить объем инвестиций на прежнем уровне.

Финансовый кризис вносит свои коррективы в деятельность любой организационной структуры, и повышенное внимание к вопросам управления рисками способствует достижению целей в области информационной безопасности в условиях ограниченных ресурсов. Именно за счет грамотного управления рисками информационной безопасности [3] возможны разумное обоснование необходимых мероприятий в области информационной безопасности перед руководством и, как следствие, эффективное управление бюджетом информационной безопасности. При этом руководство также осознает потенциальные последствия сокращения бюджета на информационную безопасность, принимая те или иные риски.

Как показывает практический опыт – уровень внешних и внутренних угроз информационной безопасности продолжает расти. Так, например, в 41 % случаев отмечается повышение количества атак извне, в 25 % – рост числа внутренних атак, а в 13 % – рост числа попыток мошенничества со стороны инсайдеров. Выявлено, что фокус угроз продолжает смещаться внутрь организаций (и внутрь приложений), в результате, стандартные меры и средства защиты от атак извне, применяемые, как правило, на уровне инфраструктуры, уже давно являются недостаточными. Наиболее очевидным решением представляется применение риск-ориентированного подхода к вопросам управления информационной безопасностью для определения наиболее значимых для учреждений угроз (как внутренних, так и внешних, связанных в первую очередь с наиболее критичными информационными ресурсами) и принятие соответствующих мер для минимизации рисков (рис. 1) [4].

У 75 % учреждений существует проблема нарушения информационной безопасности со стороны недавно уволенных сотрудников. При этом лишь 42 % пытаются получить представление о потенциальных рисках, связанных с этим вопросом, и только 26 % принимают конкретные меры по минимизации этих рисков (рис. 2).

В настоящее время, когда нередко случаи сокращения сотрудников, ведомствам необходимо иметь четкий набор контрмер, направленных на снижение рисков и минимизацию потенциального ущерба, связанного с действиями увольняемых или уволенных. Как правило, такие меры должны быть интегрированы в стандартные процессы управления доступом и не должны требовать больших усилий или финансовых затрат на внедрение, являясь в большей степени вопросом формализации текущих процессов.

Все больше специалистов по информационной безопасности и ответственных лиц в организациях по всему миру начинают понимать, что для того, чтобы деятельность в области информационной безопасности отвечала целевым показателям, необходимо составить представление о ключевых информационных потоках в организации и ориентировать инициативы в области информационной безопасности на защиту критичной для организации информации в зависимости от актуальности тех или иных угроз. В настоящее время происходит смещение позиционирования функции информационной безопасности из компонента информационных технологий в отдельный процесс,

ориентированный непосредственно на информацию, а не на информационные технологии, используемые для ее обработки и хранения.

Однако в настоящее время наблюдается увеличение числа организаций, испытывающих нехватку персонала и бюджета. Это лишний раз подтверждает зависимость функции информационной безопасности от общих экономических тенденций, так же, как и прочих корпоративных функций, для эффективной работы которых требуются постоянные инвестиции (рис. 3).



Рис. 1. Затраты на обеспечение информационной безопасности (ИБ – информационная безопасность; ПО – программное обеспечение)



Рис. 2. Реакция учреждений на риски злонамеренных действий со стороны уволенных сотрудников

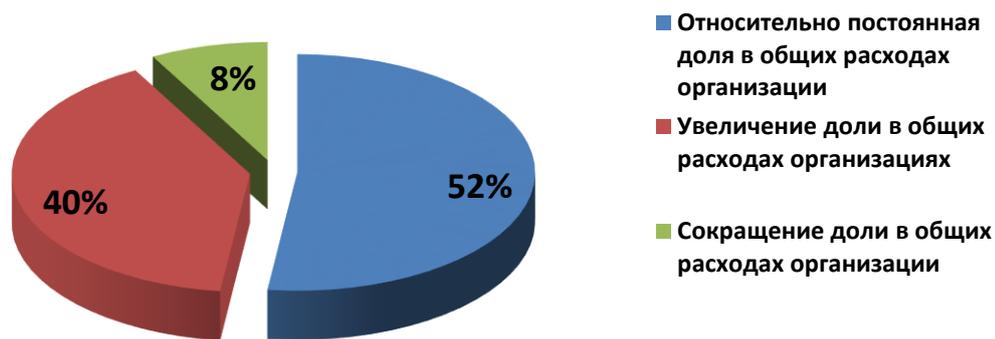


Рис. 3. Доля ежегодных расходов на информационную безопасность в общих расходах организаций

В 2019 г. задача выделения бюджета на нужды информационной безопасности остается весьма непростой. 50 % организаций оценивают степень ее важности как высокую или значительную, что на 17 % превышает прошлогодние показатели [5].

Этот результат особенно важен в свете того, что 40 % из них планируют увеличить долю в суммарных расходах, направляемую на информационную безопасность (рис. 4), а 52 % намерены сохранить эти затраты на прежнем уровне (рис. 5, 6).

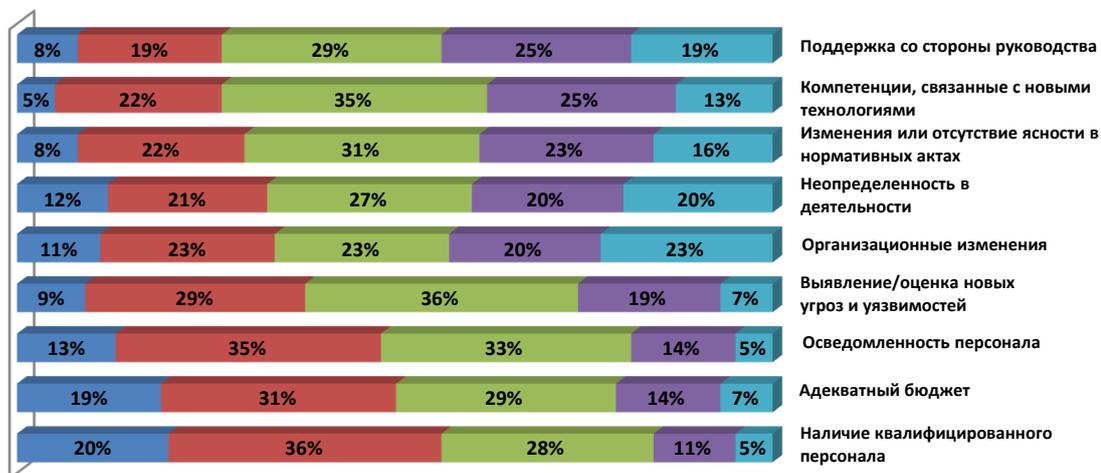


Рис. 4. Основные факторы, влияющие на организацию инициатив в области информационной безопасности по степени связанных с ними затруднений



Рис. 5. Важность вопросов информационной безопасности в обеспечении различных направлений деятельности организации

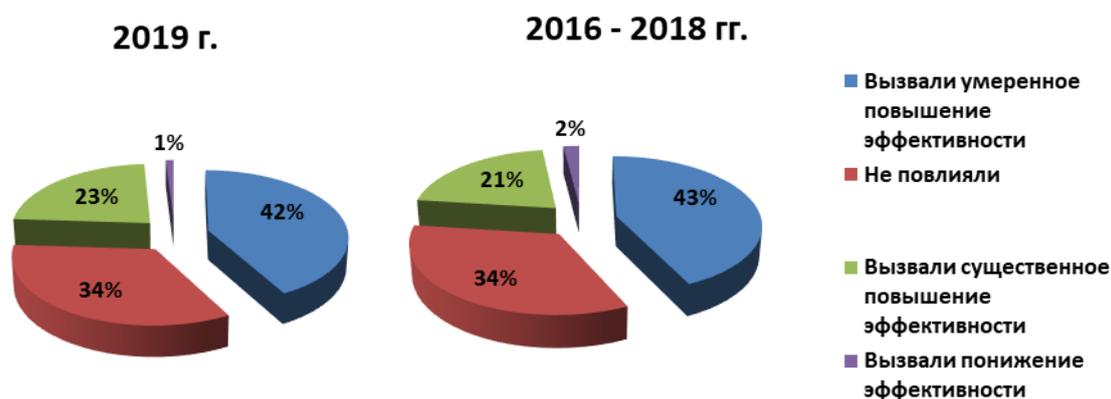


Рис. 6. Влияние соблюдения нормативных требований на общую эффективность системы информационной безопасности организаций

Стоит отметить, что 44 % учреждений до сих пор не имеют формализованной стратегии информационной безопасности. В условиях отсутствия продуманной стратегии представляется затруднительным обосновать и продемонстрировать необходимость выделения средств на задачи информационной безопасности, тем более учитывая сегодняшнюю ситуацию на рынке. Без четкой стратегии сложно выбрать наиболее приоритетные направления, требующие финансирования, и убедиться в том, что дефицитные ресурсы выделены именно на целевые задачи, решение которых приносит наибольшую отдачу. Внедрение риск-ориентированного подхода позволит организациям правильно обозначить приоритетные области, оценить эффективность планируемых затрат на информационную безопасность и получить максимальную отдачу от уже сделанных капиталовложений [6].

Для организаций наиболее острым являлся вопрос нехватки квалифицированного персонала для решения задач информационной безопасности. Одним из вариантов решения этой проблемы является кроссинг или аутстафтинг сотрудников: при таком подходе постановкой задач и общим руководством проведения работ занимается менеджер со стороны организации-заказчика, в то время как непосредственное выполнение работ осуществляется сотрудниками организации, предоставляющей услуги. Аутстафтинг позволяет решить проблему нехватки квалифицированных ресурсов, и вместе с тем не предполагает передачу контроля над информационной безопасностью внешним организациям.

Программа повышения осведомленности сотрудников в вопросах обеспечения безопасности информации реализована в 74 % организаций [7].

Однако менее половины рассматривают в собственных программах такие немаловажные аспекты, как распространение оповещений об актуальных для организации угрозах (44 %), передача информационных сводок по новым «горячим» темам (42 %), проведение специальных мероприятий для пользователей, входящих в группы повышенного риска (35 %).

Следует отметить, что 73 % учреждений не планируют прибегать к услугам сторонних организаций для разработки программ повышения осведомленности сотрудников и проведения обучения в области информационной безопасности. Во многих случаях представляется целесообразным использовать помощь внешних организаций для планирования, проведения и оценки эффективности программ повышения осведомленности сотрудников, а также их обучения в области информационной безопасности.

Упомянутые проблемы не являются новыми, но они приобретают все большее значение в условиях текущей экономической ситуации. Специалисты, ответственные за информационную безопасность, должны ориентироваться на поиск новых способов решения таких задач, а операционная эффективность рассматриваться как неотъемлемый аспект любого реализуемого проекта в области информационной безопасности.

Литература

1. Об информации, информационных технологиях и о защите информации: Федер. закон от 25 дек. 2008 г. № 273-ФЗ (принят Государственной Думой 8 июля 2006 г.; одобрен Советом Федерации 14 июля 2006 г.). Доступ из справ.-правовой системы «Консультант Плюс».
2. Черных А.К., Малыгин И.Г., Клыков П.Н. Выбор показателей для оценки реализации целевых программ создания информационных систем органов государственного управления в чрезвычайных ситуациях // Науч.-аналит. журн. «Вестник С.-Петерб. ун-та ГПС МЧС России». 2019. № 2. С. 78–86.
3. О техническом регулировании: Федер. закон от 27 дек. 2002 г. № 184-ФЗ (в ред. от 28 нояб. 2018 г.; принят Государственной Думой 15 дек. 2002 г.; одобрен Советом Федерации 18 дек. 2002 г.) Доступ из справ.-правовой системы «Консультант Плюс».
4. О персональных данных: Федер. закон от 27 июля 2006 г. № 152-ФЗ (в ред. от 24 апр. 2020 г.; принят Государственной Думой 8 июля 2006 г.; одобрен Советом Федерации 14 июля 2006 г.). Доступ из справ.-правовой системы «Консультант Плюс».
5. Калач А.В., Бокадаров С.А., Бухаров Е.О. Использование систем обнаружения атак как средства обеспечения информационной безопасности // Информационные технологии. Проблемы и решения. 2019. № 2 (7). С. 122–128.
6. Зыбин Д.Г., Калач А.В., Бокадаров С.А. Современные модели формирования интеллектуальных систем в процессе поддержки принятия управленческих решений // Вестник Воронежского института ФСИН России. 2018. № 2. С. 70–76.
7. Васильева Н.В., Кунтурова Н.Б., Малыгина Е.А. Применение электронной информационной образовательной среды при обучении в вузах // Науч.-аналит. журн. «Вестник С.-Петерб. ун-та ГПС МЧС России». 2019. № 2. С. 149–158.

References

1. Ob informacii, informacionnyh tekhnologiyah i o zashchite informacii: Feder. zakon ot 25 dek. 2008 g. № 273-FZ (prinyat Gosudarstvennoj Dumoj 8 iyulya 2006 g.; odobren Sovetom Federacii 14 iyulya 2006 g.). Dostup iz sprav.-pravovoj sistemy «Konsul'tant Plyus».
2. Chernyh A.K., Malygin I.G., Klykov P.N. Vybory pokazatelej dlya ocenki realizacii celevykh programm sozdaniya informacionnyh sistem organov gosudarstvennogo upravleniya v chrezvychajnyh situacijah // Nauch.-analit. zhurn. «Vestnik S.-Peterb. un-ta GPS MCHS Rossii». 2019. № 2. S. 78–86.
3. O tekhnicheskom regulirovanii: Feder. zakon ot 27 dek. 2002 g. № 184-FZ (v red. ot 28 noyab. 2018 g.; prinyat Gosudarstvennoj Dumoj 15 dek. 2002 g.; odobren Sovetom Federacii 18 dek. 2002 g.) Dostup iz sprav.-pravovoj sistemy «Konsul'tant Plyus».
4. O personal'nyh dannyh: Feder. zakon ot 27 iyulya 2006 g. № 152-FZ (v red. ot 24 apr. 2020 g.; prinyat Gosudarstvennoj Dumoj 8 iyulya 2006 g.; odobren Sovetom Federacii 14 iyulya 2006 g.). Dostup iz sprav.-pravovoj sistemy «Konsul'tant Plyus».
5. Kalach A.V., Bokadarov S.A., Buharov E.O. Ispol'zovanie sistem obnaruzheniya atak kak sredstva obespecheniya informacionnoj bezopasnosti // Informacionnye tekhnologii. Problemy i resheniya. 2019. № 2 (7). S. 122–128.
6. Zybin D.G., Kalach A.V., Bokadarov S.A. Sovremennye modeli formirovaniya intellektual'nyh sistem v processe podderzhki prinyatiya upravlencheskih reshenij // Vestnik Voronezhskogo instituta FSIN Rossii. 2018. № 2. S. 70–76.
7. Vasil'eva N.V., Kunturova N.B., Malygina E.A. Primenenie elektronnoj informacionnoj obrazovatel'noj sredy pri obuchenii v vuzah // Nauch.-analit. zhurn. «Vestnik S.-Peterb. un-ta GPS MCHS Rossii». 2019. № 2. S. 149–158.

УДК 004.055

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ОРГАНАМИ НАДЗОРНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ МЧС РОССИИ

С.Н. Терехин, доктор технических наук, профессор;

А.В. Вострых.

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

Демонстрируется актуальность совершенствования информационных систем, используемых органами надзорной деятельности МЧС России, путём разработки и внедрения персонажей пользователей основных компьютеризированных групп сотрудников ведомства. Данный аспект позволяет повысить как качество информационных систем, так и снизить когнитивный диссонанс сотрудников, работающих в информационных системах в условиях высокого напряжения.

Ключевые слова: информационные системы, персонажи пользователей, графический пользовательский интерфейс, целевая аудитория, подразделения МЧС России

IMPROVEMENT OF INFORMATION SYSTEMS USED BY THE SUPERVISORY AUTHORITIES OF THE EMERCOM OF RUSSIA

S.N. Terekhin; A.V. Vostrykh.

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

The article demonstrates the relevance of improving information systems used by the Supervisory authorities of the Ministry of emergency situations of Russia by developing and implementing user profiles for the main computerized groups of employees of the Ministry. This aspect can improve both the quality of information systems and reduce the cognitive dissonance of employees working in information systems under high voltage conditions.

Keywords: information system, characters of the users, graphical user interface, target audience, EMERCOM divisions

Происходящие сегодня в России политические, экономические и социальные преобразования имеют тесную взаимосвязь с системой обеспечения пожарной безопасности (ПБ). В настоящее время обеспечение ПБ объектов национальной экономики является одной из приоритетных стратегических задач Российской Федерации [1–3]. Это подтверждается такими показателями, как количество и вид пожаров, количество погибших людей, размер экономических потерь и т.д. Несмотря на постепенное снижение данных показателей, их количество остаётся на достаточно высоком неприемлемом уровне [4]. Обеспечение ПБ является одним из элементов, составляющих национальную безопасность России, где особое внимание уделяется объектам защиты (ОЗ), создающим условия поддержания высокого уровня социально-экономического развития страны.

Согласно статистике за 2019 г. в Российской Федерации произошло 149 056 пожаров, на которых погибло 10 134 человека, получило травмы 11 082 человека, общий ущерб составил 18 621 321 тыс. руб. [4]. Высокие показатели и тяжесть последствий происшествий заставляют рассматривать пожары как серьёзную угрозу личности, обществу и государству в целом.

Возникающие происшествия приводят к снижению экономического и финансового потенциалов затронутых бедствиями территорий. Недостаточная скорость реагирования,

слабый контроль, ошибки в расчётах рисков и несвоевременное принятие управленческих решений, приводят к возрастанию размеров потерь [5].

Одной из составляющих повышения качества работ сотрудников МЧС России является модернизация информационных систем (ИС), используемых в ведомстве [6]. Сегодня органы надзорной деятельности МЧС России используют следующее специализированное программное обеспечение (ПО):

- «СтатПож 2009»;

- СПО ИАП (Автоматизированная информационная система сбора информации о противопожарном состоянии объектов надзора и исполнения административных процедур по осуществлению государственного пожарного надзора (ГПН) на объектах надзора) и Web приложение «Система государственных надзоров МЧС России», системы «АИС Электронный инспектор»;

- программные комплексы для определения расчетных величин «Фогард-ПП», «Fire Risks», «Riskmanager», «GREENLINE», «Z-Model» и подобные;

- официальный сайт «Статистика пожаров» и сайты МЧС России.

Проанализируем некоторые из них в аспекте достоинств и недостатков.

Система АИС «Электронный инспектор» состоит из двух функционально связанных подсистем:

- система СПО ИАП с встроенным модулем «ГН ГО и ЧС» на субъектовом и территориальном уровнях;

- Web-приложение «Система государственных надзоров МЧС России» сайта «АИС Электронный инспектор» (АИС ЭИ) МЧС России на федеральном и межрегиональном уровнях.

Сайт «АИС Электронный инспектор» представляет собой совокупность технологий и программных средств (ПС), обеспечивающих единую среду работы и доступа к информации, хранящейся в базах данных (БД) и обладает следующими возможностями:

- визуализация состояния ПБ и результатов надзорной деятельности ОЗ;

- визуализация состояния административно-процессуальной деятельности отдела надзорной деятельности и профилактической работы (ОНДПР) МЧС России на территории Российской Федерации;

- визуализация статистики о надзорной деятельности МЧС России;

- визуализация данных о пожарах на территории Российской Федерации;

- автоматизированное формирование статистических и аналитических отчетов ПБ объектов надзора.

СПО ИАП осуществляет информационную поддержку процедур надзорной деятельности, установленных законодательством Российской Федерации, а также формирует единую БД результатов надзорной деятельности на территории Российской Федерации. В программных продуктах (ПП) сотрудники органов надзорной деятельности МЧС России ведут БД объектов надзора, содержащую данные о месте и времени контрольных мероприятий, выявленных недостатках и принятых мерах.

СПО ИАП обладает следующими функциями:

- использования в автономном и сетевом исполнении;

- возможность идентифицировать БД, созданные органом УНДПР субъекта, территориальными отделами ОНДПР субъекта;

- авторизация доступа к БД и возможность слияния БД различных уровней;

- ведение БД об объектах управления, с которыми работает СПО, ведение БД территориальных органов государственного надзора субъекта Российской Федерации;

- ведение БД адресов, юридических организаций, юридических лиц и индивидуальных предпринимателей;

- ведение БД административных процедур по осуществлению ГПН на объектах надзора в ОНДПР МЧС России и оформление результатов проверок ОЗ и принятия мер по результатам проверок;

- ведение БД планирования проверок: перспективного, ежегодного и т.д.;
- ведение БД электронных контрольно-наблюдательных дел ОЗ, состоящих на учете органов государственного надзора территориальных подразделений ОНДПР МЧС России субъекта и специального управления федеральной противопожарной службы;
- предоставление помощи и справки.

Несмотря на все достоинства, проанализированные ПП имеют ряд недостатков. Так, помимо проблем технической стороны (нехватка компьютеров, подключенных к интранету; нехватка сотрудников с необходимым уровнем владения ЭВМ; сложность обновления БД, низкий уровень обратной связи на форумах поддержки), анализируемое ПО имеет ряд недостатков, лежащих в основе не только анализируемых ПП, но практически всего существующего ПО. В основе каждой такой программы, используемой органами надзорной деятельности МЧС России, лежит модель представления данных WIMP (от англ. «windows, icons, menus, pointers») [7], интерфейсы которой основаны на двухмерной модели, отображаемой на дисплее и состоящей из различных метафор. Модель WIMP имеет следующие недостатки:

- не всегда возможен подбор метафор (если пользователь не знаком с ними, они малоэффективны);
- метафора ограничивает функциональную наполненность;
- сложность графических пользовательских интерфейсов (ГПИ) возрастает нелинейно с увеличением количества элементов интерфейса;
- требует значительной концентрации внимания пользователей;
- интерфейс зависит от устройств ввода (мышь и клавиатура).

Имеющиеся недостатки ГПИ влияют на качество и результат работы специалистов. Некоторые показатели, такие как количество ошибок и скорость работы ПП, являются ключевыми, так как от них зависят: скорость принятия решения, точность прогнозирования, скорость ликвидации происшествий, которые, как известно напрямую связаны с количеством пострадавших и спасённых людей. Поэтому использование качественных ПП и их ГПИ жизненно необходимо для успешного функционирования органов надзорной деятельности МЧС России.

Для повышения качества ИС необходимо проанализировать потребности целевой аудитории, то есть сотрудников ГПН, и сравнить их с возможностями современных ИС, используемых в ежедневной работе.

Рассмотрим отношения пользователей и ПП на категориальном уровне. Так потребности пользователя (в данном случае сотрудника органов надзорной деятельности МЧС России):

- обмениваться данными;
- получать актуальную и индивидуальную информацию быстро;
- минимизировать количество ошибок при работе с системой;
- простота обучения и высокая степень сохранения навыков оперирования интерфейсом;
- редактировать информацию (удалять, изменять);
- сохранять информацию и т.д.,

объединим в категорию – «информационные потребности человека» (ИПЧ).

Для удовлетворения этих потребностей создаются различные ИС и ПП. С каждым годом объём функционального инструментария таких систем постоянно растёт и усложняется. Объединим его в категорию «информационные возможности системы» (ИВС):

- предоставление информации в круглосуточном и непрерывном режиме;
- возможность обрабатывать, корректировать, удалять, создавать информацию;
- предотвращать появление ошибок;
- предоставлять актуальную информацию;
- хранить информацию и т.д.

Обладея высокой сложностью, появившейся в процессе эволюционного развития и постоянной модификации, ИС стали сложны для взаимодействия и понимания пользователями (рис).

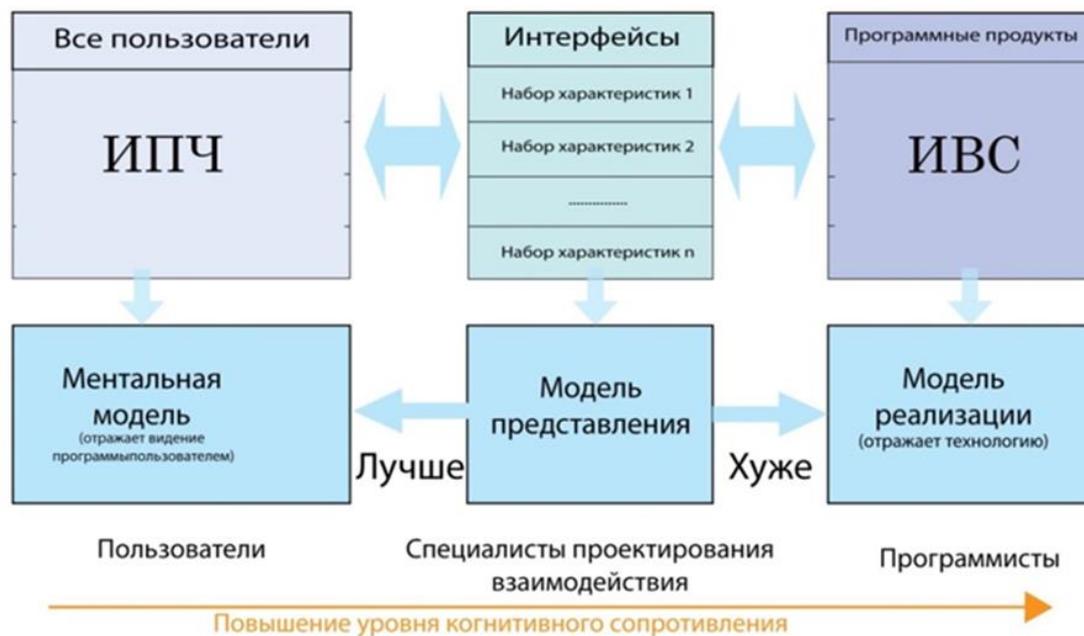


Рис. Модель отношений ИПЧ – ГПИ – ИВС

Для сокращения возникшего барьера между пользователем и ИС создаются ГПИ, которые являются связующим звеном между этими двумя категориями.

Интерфейсы ИС, используемых сотрудниками органов надзорной деятельности МЧС России, обладают следующими недостатками [8]:

- постоянная модернизация и модификация приводит к нарушению принципа KISS (от англ. «keep it simple and straightforward»), что заставляет пользователей переучиваться для полноценного использования новой версии ИС;

- необходимость изучения большого числа сочетаний клавиш. Тем самым нарушается принцип монотонности интерфейса [8], усложняется процесс обучения;

- в ГПИ ИС не учитывается принцип универсальности [9]. Так одни и те же функциональные элементы, их группировка, визуальное отображение и механизмы управления сильно отличаются как между конкурирующими фирмами, так и в продуктах, созданных внутри компании;

- в ГПИ ИС имеется возможность вносить критичные изменения в настройки (нарушается принцип «mistakeproofing») [8];

- в ГПИ ИС не учитывают психологические и физиологические особенности пользователей целевой аудитории [9] и т.д.

Перечисленные проблемы актуальны для ИС, используемых сотрудниками МЧС России, где недопустимы ошибки, независимо от их причин (человеческий фактор, сбой в системе) [10]. Всё это приводит к личной и коллективной неудовлетворённости, что недопустимо в экстремальных условиях работы специалистов.

Ключевым элементом совершенствования ИС, используемых в МЧС России, является использование персонажей пользователей и сценариев их взаимодействия с ПО. Концентрация доступных средств и возможностей системы на выполнение целей и мотивов персонажей пользователей позволит повысить качество ГПИ и, соответственно, результаты работы в ИС.

Создание моделей пользователей необходимо для понимания основных потребностей, целей и мотивов специалистов с учётом их физиологических и психологических

особенностей. Грамотно спроектированный «персонаж» будет в максимальной степени отражать ментальную модель группы исследуемых специалистов, для которых проектируются ИС.

В результате проведенного анализа подразделений МЧС России, были выделены наиболее «компьютеризированные» группы специалистов, значительная часть рабочего времени которых заключается во взаимодействии с различными ИС [11]:

- сотрудники ГПН;
- специалисты центров управлений в кризисных ситуациях (ЦУКС);
- операторы системы-112.

Стоит отметить, что с целью качественного комплектования подразделений МЧС России все будущие сотрудники министерства проходят комплекс психодиагностических мероприятий, направленных на выявление психофизиологических и социально-психологических особенностей, оценку уровня развития профессионально важных качеств, определение степени пригодности кандидата к выполнению профессиональных обязанностей [12].

Данное мероприятие называется профессиональным психологическим отбором и служит одним из важнейших мероприятий при приеме на службу, так как позволяет спрогнозировать эффективность деятельности будущих сотрудников и позволяет избежать возможных ошибочных действий, которые могут быть совершены по причине несоответствия индивидуально-психологических качеств кандидата требованиям профессиональной деятельности.

Подобный анализ кандидатов на соответствие установленным «эталонам» является своего рода «метафорой» проектируемых в работе моделей пользователей сотрудников МЧС России. В обоих случаях анализируются индивиды, работающие в определенных условиях, и ставится попытка спрогнозировать их действия для исключения возможностей появления различного рода ошибок и сбоев в работе, которые не приемлемы в системе МЧС России.

Основной аудиторией, на которой сконцентрировано внимание настоящей работы, являются сотрудники органов надзорной деятельности МЧС России. Специалисты находятся в возрастной категории 23–55 лет (подавляющее большинство находится в возрастной категории 27–32 года), примерно поровну разделенные по гендерному признаку, с небольшим преобладанием мужского пола (примерно 60 % на 40 %). В своей работе специалисты надзорных органов используют ИС, примеры которых приведены выше.

Данные ИС позволяют оперативно получать информацию об объектах, нуждающихся в надзоре, с возможностью сравнивать и анализировать статистические данные по региону или временному отрезку. Специфика работы специалистов определяется постоянной когнитивной нагрузкой регулярных внесений изменений в нормативные базы, требования к статистической и аналитической отчетности в работе органов ГПН. Большая часть времени и ресурсов уходит на корректное ведение отчетных и контрольных документов по различным направлениям надзорной деятельности.

Согласно методическому руководству по проведению профессионального психологического отбора в МЧС России [12], сотрудники ГПН должны обладать следующими профессиональными качествами, представленными в табл. 1.

Определим приоритетность удовлетворения характеристик качества оцениваемого ГПИ в соответствии с моделями пользователей основных «компьютеризированных» групп сотрудников МЧС России с целью дальнейшей концентрации внимания при оценке ГПИ на первостепенных характеристиках. Приоритет показателей выставляется по шкале от 1 до 5, где 1 имеет самый высокий приоритет (табл. 2).

Таблица 1. Профессионально важные качества сотрудников ГПН

Сфера	Профессионально важные качества (ПВК)	Анти-ПВК	Резервные ПВК
I. Интеллектуально-мнестическая	Уровень абстрактного мышления выше средних значений	1. Уровень абстрактного мышления средний и ниже. 2. Низкая интеллектуальная лабильность	1. Высокий уровень кратковременной памяти. 2. Тенденция к игнорированию прагматического стиля мышления. 3. Тенденция к игнорированию реалистического стиля мышления
II. Эмоционально-личностная	Предусмотрительность, хорошая ориентировка в ситуации	Импульсивность, беззаботность	-
III. Мотивационно-волевая	Тенденция к умеренному уровню притязаний	Низкий уровень притязаний	-

Таблица 2. Ранжирование характеристик качества ГПИ к моделям пользователей

Модели групп сотрудников	Характеристики качества				
	Скорость работы пользователя в программе	Скорость обучения навыкам оперирования интерфейсом	Количество ошибок	Субъективная удовлетворенность	Степень сохранения навыков взаимодействия
ЦУКС	2	5	1	4	3
Система-112	1	5	2	4	3
ГПН	2	5	1	4	3

Таким образом, данные показатели должны учитываться при проектировании взаимодействия пользователей с ИС. Практика показала, что добиться высоких показателей по всем направлениям невозможно, поэтому в соответствии с разработанными персонажами пользователей делается упор на соответствующие приоритетные направления [8].

Для современного мира характерно бурное развитие и ежесекундная изменчивость ситуаций. В такой стремительной тенденции с каждым годом происшествя на ОЗ носят всё более непредсказуемый характер. Сотрудники МЧС России должны идти в ногу со временем и иметь на вооружении все современные достижения науки для оптимизации и повышения результативности своей работы.

Внедрение разработанного персонажа сотрудника ГПН позволит выстроить первостепенные цели при проектировании специализированных ИС, подняв их уровень качества с «пользовательской стороны». Этим будет ускорено достижение целей сотрудников, а полученные характеристики позволят проводить оценку имеющихся ИС для отбора наиболее подходящих.

Литература

1. О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года: Указ Президента Рос. Федерации от 21 июля 2020 г. № 474 // Рос. газ. 2020. № 239.
2. О плане мероприятий на 2018–2024 годы (I этап) по реализации МЧС России Основ государственной политики Российской Федерации в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций на период до 2030 года: приказ МЧС России от 22 окт. 2018 г. № 467. М.: Стандартиформ, 2018.
3. Цифровая экономика Российской Федерации: Национальная программа (утв. Протоколом заседания президиума Совета при Президенте Рос. Федерации от 4 июня 2019 г. № 7). Доступ из справ.-правового портала «Гарант».
4. Пожары и пожарная безопасность в 2019 году: стат. сб. / под общ. ред. А.В. Матюшина. М.: ВНИИПО, 2020. 124 с.
5. Синешук Ю.И., Терёхин С.Н. Роль и значение информационных технологий систем профессиональной деятельности сотрудников МЧС России // Проблемы управления рисками в техносфере. 2017. № 1. (41) С. 119–127.
6. Черных А.К., Малыгин И.Г., Клыкков П.Н. Выбор показателей для оценки реализации целевых программ создания информационных систем органов государственного управления в чрезвычайных ситуациях // Науч.-аналит. журн. «Вестник С.-Петерб. ун-та ГПС МЧС России». 2019. № 2. С. 78–86.
7. Ахунова Д.Г., Вострых А.В. Преимущества перехода на целеориентированное проектирование интерфейсов для мобильных пользователей информационных систем // РОСИНФОКОМ-2019. № 1. С. 5–9.
8. Головач В. Дизайн пользовательского интерфейса. Useithics, 2008. 97 с.
9. Уэйншенк С. 100 главных принципов дизайна. Как удержать внимание. СПб.: Питер, 2011. С. 272
10. Николаев Д.В., Вострых А.В., Скуртул И.В. Экономические обоснования перехода на новые подходы в проектировании интерфейсов программных продуктов МЧС России // Проблемы управления рисками в техносфере. 2020. № 1 (53). С. 85–89.
11. Вострых А.В. Актуальность разработки моделей специалистов противопожарной службы // Технологии ликвидации чрезвычайных ситуаций: сб. материалов VI Междунар. заоч. науч.-практ. конф. Минск, 2020. С. 8–10.
12. Шаповалова О.Ю., Лебедева Н.А. Методическое руководство по проведению профессионального психологического отбора в МЧС России. М., 2013. 121 с.

References

1. O nacional'nyh celyah razvitiya Rossijskoj Federacii na period do 2030 goda: Ukaz Prezidenta Ros. Federacii ot 21 iyulya 2020 g. № 474 // Ros. gaz. 2020. № 239.
2. O plane meropriyatij na 2018–2024 gody (I etap) po realizacii MCHS Rossii Osnov gosudarstvennoj politiki Rossijskoj Federacii v oblasti zashchity naseleniya i territorij ot chrezvychajnyh situacij na period do 2030 goda: prikaz MCHS Rossii ot 22 okt. 2018 g. № 467. M.: Standartinform, 2018.
3. Cifrovaya ekonomika Rossijskoj Federacii: Nacional'naya programma (utv. Protokolom zasedaniya prezidiuma Soveta pri Prezidente Ros. Federacii ot 4 iyunya 2019 g. № 7). Dostup iz sprav.-pravovogo portala «Garant».
4. Pozhary i pozharnaya bezopasnost' v 2019 godu: stat. sb. / pod obshch. red. A.V. Matyushina. M.: VNIPO, 2020. 124 s.
5. Sineshchuk Yu.I., Teryohin S.N. Rol' i znachenie informacionnyh tekhnologij sistem professional'noj deyatel'nosti sotrudnikov MCHS Rossii // Problemy upravleniya riskami v tekhnosfere. 2017. № 1. (41) S. 119–127.
6. Chernyh A.K., Malygin I.G., Klykov P.N. Vybory pokazatelej dlya ocenki realizacii celevykh programm sozdaniya informacionnyh sistem organov gosudarstvennogo upravleniya

v chrezvyčajnyh situacijah // Nauch.-analit. zhurn. «Vestnik S.-Peterb. un-ta GPS MCHS Rossii». 2019. № 2. S. 78–86.

7. Ahunova D.G., Vostryh A.V. Preimushchestva perekhoda na celeorintirovannoe proektirovanie interfejsov dlya mobil'nyh pol'zovatelej informacionnyh sistem // ROSINFOKOM-2019. № 1. S. 5–9.

8. Golovach V. Dizajn pol'zovatel'skogo interfejsa. Usethics, 2008. 97 c.

9. Uejnshenk S. 100 glavnyh principov dizajna. Kak uderzhat' vnimanie. SPb.: Piter, 2011. S. 272

10. Nikolaev D.V., Vostryh A.V., Skurtul I.V. Ekonomicheskie obosnovaniya perekhoda na novye podhody v proektirovanii interfejsov programmnyh produktov MCHS Rossii // Problemy upravleniya riskami v tekhnosfere. 2020. № 1 (53). S. 85–89.

11. Vostryh A.V. Aktual'nost' razrabotki modelej specialistov protivopozharnoj sluzhby // Tekhnologii likvidacii chrezvyčajnyh situacij: sb. materialov VI Mezhdunar. zaoch. nauch.-prakt. konf. Minsk, 2020. S. 8–10.

12. Shapovalova O.Yu., Lebedeva N.A. Metodicheskoe rukovodstvo po provedeniyu professional'nogo psihologicheskogo otbora v MCHS Rossii. M., 2013. 121 s.

ЭКОНОМИКА, СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

УДК 338.24

ИНСТРУМЕНТЫ ГОСУДАРСТВЕННОГО УПРАВЛЕНИЯ В БОРЬБЕ С БЕДНОСТЬЮ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**И.В. Смирнова, доктор экономических наук, профессор,
почетный работник высшего профессионального образования
Российской Федерации;**

**Л.В. Зубова, кандидат экономических наук.
Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России**

Исследуются направления государственной социально-экономической политики по борьбе с бедностью в Российской Федерации. Выделены такие меры, как перераспределение доходов в интересах большинства населения, меры по защите личных сбережений, борьба с финансовыми пирамидами, улучшение предпринимательского климата, денежно-кредитная политика и стимулирование спроса, повышение производительности труда, меры по обеспечению продовольственной безопасности, модернизация системы здравоохранения, введение безусловного базового дохода, развитие благотворительности.

Ключевые слова: бедность, государственная социально-экономическая политика, доходы населения, предпринимательский климат, денежно-кредитная политика, производительность труда, безусловный базовый доход

PUBLIC ADMINISTRATION INSTRUMENTS IN THE FIGHT AGAINST POVERTY IN THE RUSSIAN FEDERATION

I.V. Smirnova; L.V. Zubova.

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

The directions of state socio-economic policy to combat poverty in the Russian Federation are being investigated. Measures such as income redistribution for the majority of the population, measures to protect personal savings, fight against financial pyramids, improve the business climate, monetary policy and stimulate demand, improving productivity, measures to ensure food security, modernization of the health care system, the introduction of unconditional basic income, the development of philanthropy.

Keywords: poverty, state socio-economic policy, incomes of the population, business climate, monetary policy, productivity, unconditional basic income

В условиях современного кризиса Правительство сокращает рост государственных расходов на социальные нужды, что создает ограничения для снижения уровня бедности и социального неравенства только путем значительного увеличения бюджетных расходов. Для этого необходимо активно задействовать ряд перераспределительных и защитных экономических инструментов:

1. Перераспределение доходов в интересах большинства населения.

Этот механизм успешно применяется во многих странах мира.

Формы и методы перераспределительного механизма давно известны, и многие из них успешно действуют в экономически развитых странах. К ним относятся:

– введение прогрессивной шкалы налогообложения доходов. Так, по расчетам экспертов института социально-экономических проблем народонаселения РАН, только введение прогрессивной шкалы на совокупные доходы со ставками налогов в пределах, принятых в Европе, позволит увеличить пенсию в четыре раза, минимальную заработную плату – в 3,5 раза, заработную плату бюджетникам – в 2,5–3 раза. Доля поступлений подоходного налога в общей сумме поступлений в государственные бюджеты зарубежных стран приведена в табл. 1.

Таблица 1. Доля поступлений подоходного налога в общей сумме поступлений в государственные бюджеты зарубежных стран, 2015 г., % [1]

Страна	Всего доходов	В том числе НДФЛ	Уд. вес, %
США, трлн долл.	6,4	2,3	35,9
Германия, млрд евро	648,7	227,8	35,1
Великобритания, млрд ф.ст.	682,0	176,0	25,8
Эстония, млн евро	5940,5	1182,5	19,9
Польша, млрд злотых	289,1	45,0	15,6
Венгрия, трлн форинтов	12,9	1,7	13,2
Китай, млрд юаней	124,9	8,6	6,9

Одной из косвенных мер снижения неравенства в доходах граждан, занятых в бюджетной сфере, является Положение об установлении систем оплаты труда работников федеральных бюджетных, автономных и казенных учреждений, утвержденное постановлением Правительства Российской Федерации от 5 августа 2008 г. № 583, в котором предусмотрено соотношение в кратности от 1 до 8 зарплат руководителей и остального персонала.

Кроме того, Федеральный закон от 3 июля 2016 г. № 347-ФЗ внес изменения в трудовое законодательство: согласно ст. 145 Трудового кодекса Российской Федерации предельные соотношения должны соблюдаться учреждениями всех уровней подчинения и всех типов, а действовать эти соотношения должны как для руководителей, так и для их заместителей и главных бухгалтеров. Конкретные соотношения среднемесячной зарплаты руководящего состава и остальных работников учреждений должны установить органы-учредители.

«Устранение уродливых дисбалансов в имущественной пирамиде, преодоление нищеты и хронической бедности за счет более справедливого распределения доходов и активной социальной политики (положение о социальном государстве закреплено в Конституции Российской Федерации) – это не популизм и не вопрос идеологических пристрастий, а необходимость. Это пока еще почти не используемый ресурс развития. Задействовать этот ресурс – значит придать ускорение экономическому росту и обеспечить гармонию и стабильность общественным отношениям» [2].

2. Меры по защите личных сбережений.

Создание механизма, позволяющего обеспечить сохранность вкладов граждан, остро необходимо в стране в связи с хроническими невыплатами заработной платы. Суммарная задолженность по заработной плате по Российской Федерации на 1 декабря 2019 г. представлена в табл. 2 [3].

Таблица 2

Млн рублей					В % к 1 ноября 2019 г.				
всего	в том числе				всего	в том числе			
	федерального бюджета	бюджетов субъектов РФ	местных бюджетов	из-за отсутствия собственных средств		федерального бюджета	бюджетов субъектов РФ	местных бюджетов	из-за отсутствия собственных средств
2907,8	19,2	0,0	7,8	2880,8	110,2	–	–	107,0	110,9

К основным мерам по защите интересов частных вкладчиков можно отнести:

- усиление контроля Центральным банком Российской Федерации (ЦБ РФ) за кредитными организациями, осуществляющими привлечение вкладов населения;
- ужесточение требований со стороны ЦБ РФ к кредитным организациям, намеривающимся получить лицензию на привлечение вкладов населения. Например, с октября 2019 г. каждому россиянину стали рассчитывать предельную долговую нагрузку – соотношение платежей по кредитам и займам и ежемесячного дохода заёмщика (ПДН), от которой стал зависеть коэффициент риска. К 2024 г. индекс ПДН не должен будет превышать 10 % ежемесячного дохода россиян;
- введение ограничения финансовых структур, привлекающих вклады и денежные средства населения, а также систематический контроль за их деятельностью.

3. Борьба с финансовыми пирамидами.

Понятие «финансовой пирамиды» в российском законодательстве отсутствует. Однако на практике под финансовой пирамидой понимается механизм привлечения денежных средств граждан с гарантией доходности, значительно превышающей среднерыночную. При этом годовые проценты участникам пирамиды выплачиваются за счет средств, ранее внесенных другими вкладчиками. Такие мошеннические схемы основаны на агрессивном маркетинге и рекламе.

В России в 2018 г. заведено 161 уголовное дело в рамках борьбы с финансовыми пирамидами. Потерпевшими по ним признаны более 77 тыс. человек. Это на 12,3 % больше, чем за аналогичный период прошлого года.

По статистике ЦБ РФ, только за 9 месяцев 2019 г. было выявлено 240 финансовых пирамид. Из них 90 организаций действовали в виде интернет-проектов, 71 – в организационно-правовой форме ООО, 28 организаций действовали под видом институтов микрофинансирования, 15 – потребительских кооперативов, 36 – в иных формах [4].

Ответственность тех, кто завлекает граждан в финансовые пирамиды, осуществляется по двум статьям Уголовного кодекса Российской Федерации – ст. 159 «Мошенничество» и ст. 172.2 «Организация деятельности по привлечению денежных средств и (или) иного имущества» (была добавлена в 2016 г.). Наказание по первой статье предусматривает штраф в размере до 1,5 млн руб., лишение свободы до 10 лет, по второй – штраф до 1,5 млн руб., а также заключение до шести лет.

В 2018 г. ООО «Кэшбери» ЦБ РФ признал одной из самых крупных финансовых пирамид за последние несколько лет. Мошенники предлагали россиянам инвестировать средства в выдачу микрозаймов с доходностью в 600 % годовых.

ЦБ РФ разрабатывает способы борьбы с мошенниками. В 2018 г. разработал для сети Интернет робота, занимающегося поиском незаконных финансовых схем. Программа маскируется под обычного человека, который ищет инструменты вложения денег, и мониторит все, что происходит в интернете. На такого посетителя откликаются компании, которые ищут новых клиентов. Как только зафиксирована компания, проявившая интерес к роботу, специалисты ЦБ РФ выявляют ее легальность.

Пирамиды будут существовать, пока люди не перестанут доверять компаниям, обещающим доходность существенно выше инфляции, что связано со значительным риском и, как правило, с мошенничеством.

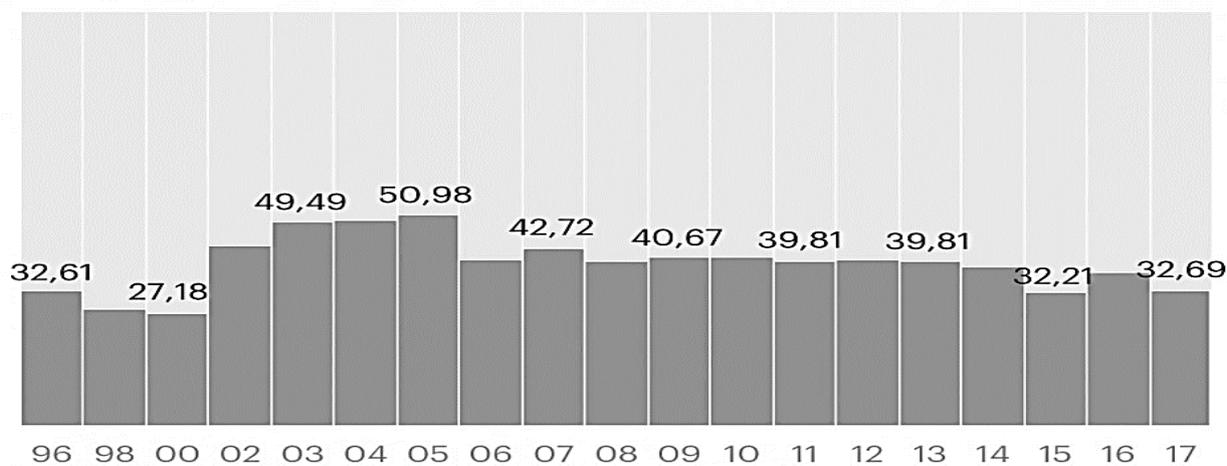
4. Улучшение предпринимательского климата.

Предпринимательский климат (региона, страны) представляет собой комплекс сформировавшихся в данном территориальном образовании условий и возможностей для ведения и развития предпринимательской деятельности. Предпринимательский климат можно рассматривать как результат качества государственного управления.

Согласно Индексу качества государственного управления (World Governance Indicators, WGI 2017 г.), подготавливаемому специалистами Всемирного банка, Россия ухудшила позиции в нем. Этот индекс учитывает шесть показателей: «подотчетность», «политическая стабильность и отсутствие насилия», «эффективность Правительства», «качество регулирования», «верховенство закона» и «контроль над коррупцией». Представление о положении Российской Федерации в сравнении с другими странами дает ее ранг – 32,7 %, то есть у 32,7 % стран мира уровень регуляторной политики хуже, чем у России [5] (рис.).

Особое внимание для развития предпринимательства необходимо уделять федеральным и региональным органам государственного управления, общественным организациям, программам поддержки предпринимательства. В частности, программе социального контракта.

Индикатор дает представление о том, какой процент стран имеет более низкие показатели, чем Россия. Если он равен 0%, значит, в мире нет ни одной страны с результатом хуже. 100% — наилучший показатель. Данные с 1996 по 2017 год



Источник: Индекс качества государственного управления Всемирного банка

© РБК, 2018

Рис. Положение Российской Федерации относительно других стран по качеству регуляторной политики

В такой форме осуществляется взаимодействие этой категории граждан с органами власти на местах. Ее главной целью является оказание помощи семье в поиске выхода из сложной жизненной ситуации на основе индивидуальной программы социальной поддержки.

Социальный контракт – договор между органами соцзащиты региона и семьей, признанной малоимущей, в соответствии с которым местные власти предоставляют заявителям материальную помощь (в некоторых случаях натуральную) на открытие собственного дела, покупке необходимого имущества для личного подсобного хозяйства,

ремонт жилья или хозяйственных построек, на обучение или просто взамен на обещание найти работу [6].

В 2020 г. проект остается экспериментальным, поскольку помощь в рамках программы оказывается только в нескольких субъектах Российской Федерации.

По данным за 2017 г., 76 регионов работали по системе соцконтракта. Основной социально-демографической группой среди получателей помощи по программе социального контракта являются семьи с детьми до 16 лет (73 %), в том числе 42 % – многодетные семьи. Количество заключенных социальных контрактов и размера единовременных выплат в 2018 г. приведено в табл. 3.

Таблица 3. Количество заключенных социальных контрактов и размера единовременных выплат в 2018 г. [7]

Регион	Число заключенных социальных контрактов в отчетном периоде, ед.	Средний размер единовременной денежной выплаты по социальному контракту, руб.
Российская Федерация	104 580	36 377
Белгородская область	4 216	8 803
Ямало-Ненецкий авт. округ	13 764	11 163/11 502 (рег.)
Нижегородская область	7 500	1 457
Вологодская область	3 258	16 650
Оренбургская область	2 151	1 690
Томская область	5 509	991
Республика Саха (Якутия)	1 288	153 920
Пермский край	2 018	18 328
Забайкальский край	371	26 043
Кировская область	528	32 379
Ростовская область	994	12 943
Сахалинская область	1 967	176 390
Курганская область	3	30 000
Краснодарский край	112	84 145
Республика Крым	28	88 000
Московская область	7	60 000

Основные направления действий, предусмотренных социальным контрактом для получателей помощи в 2017 г.:

- 3,1 % – повышение профессионального статуса и более активный поиск работы (регистрация в службе занятости, прохождение подготовки/переподготовки);
- 33,5 % – расширение личного подсобного (крестьянского) хозяйства;
- 0,9 % – начало или развитие индивидуальной предпринимательской деятельности;
- 15,4 % – предоставление семьям социальных услуг в период действия социального контракта;
- 47,1 % – другие мероприятия по выходу из трудной жизненной ситуации.

В среднем по регионам – участникам программы социального контракта, в которых проводился опрос семей – 28 % вышли из трудной жизненной ситуации. Субъективное определение трудной жизненной ситуации не всегда совпадает с бедностью по доходам [7].

Для каждой семьи составляется индивидуальная программа адаптации. Выданные суммы отличаются в зависимости от региона и выбранного направления.

Контракт заключается на срок от 3 до 12 месяцев. Затем его можно продлить. Кроме денежных выплат в рамках соцконтракта можно получить от государства продукты питания, одежду, топливо, а также социальные услуги.

Систему соцконтракта регионы реализуют за счет собственных средств, с 2020 г. запланирована помощь из федерального бюджета.

Планируется в ближайшие пять лет оказать поддержку с помощью соцконтракта более 9 млн человек. В 2018 г. было заключено 115 тыс. социальных контрактов, в них были вовлечены около 320 тыс. граждан. В 2020 г. на соцконтракты правительство выделит 7 млрд рублей.

5. Денежно-кредитная политика и стимулирование спроса.

В большинстве современных стран одной из основных функций государства является перераспределение избыточного богатства от одних субъектов экономики в пользу наиболее необеспеченных и социально незащищенных слоев населения или бизнеса.

В России проводится политика макроэкономической стабилизации, в рамках которой одновременно реализуется ультражесткая денежно-кредитная политика (реальные ставки ЦБ РФ одни из самых высоких в мире), жесткая бюджетная политика (реальные доходы от дорогой нефти направляются в резервные фонды, повышается НДС и пенсионный возраст населения) и политика структурно заниженного валютного курса (максимизируется прибыль экспортеров ценой более дорогого импорта для населения).

В результате такого перераспределения богатства компании выплачивают рекордные дивиденды, почти 70 % из которых идет мажоритарным акционерам и в бюджет [8].

При этом около 50 % россиян денег хватает только на еду и одежду; значительно выросло потребительское кредитование для повседневных нужд – совокупный долг населения банкам превысил 17 трлн руб., то есть 16 % ВВП.

Доля просроченной задолженности граждан Российской Федерации около 4–4,2 % от общей задолженности. За последние 10 лет просроченные долги россиян выросли в шесть раз. В расчете на одного экономически активного жителя России на начало 2020 г. их объем составлял 18–20 тыс. руб., в начале 2010 г. – 3 тыс. руб. Соответственно если 10 лет назад эта сумма составляла 15 % от средней зарплаты, то теперь 66 % от средней зарплаты [9].

Для стимулирования экономического роста и потребления в развитых странах прочно вошло в практику сокращение налогов.

Например, правительство Австралии во время кризиса 2008–2009 гг. перечислило примерно по 950 долл. всем рабочим страны, зарабатывавшим менее 100 тыс. долл. в год. Такие выплаты получили 8,7 млн человек (все население Австралии сейчас составляет 25,7 млн, а тогда было 21,2 млн).

Аналоги такой политики могли бы найти свое применение в самых разных сферах. Например, в виде «продуктовых талонов» для малоимущих, списания или льготной реструктуризации кредитов в случае рождения детей, в виде различных целевых субсидий, скажем, на образование, на медицинское обслуживание, освобождение от НДФЛ малоимущих (которое имеет место в большинстве стран мира) и т.д.

Источники средств на эти меры имеются. В частности, по итогам 2019 г. в российском бюджете образуется профицит не менее чем 1,8 трлн руб. (в прошлом он достиг 2,75 трлн руб. или 2,7 % ВВП) [10].

6. Повышение производительности труда – главный источник устойчивого роста доходов населения.

По данным анализа Всемирного банка, разрыв между производительностью труда (выпуск на единицу затрат труда) в развитых и развивающихся странах с 1981 по 2018 г. огромный: в 29 развитых и 74 развивающихся странах в среднем один работник 60 % развивающихся стран производит за то же время менее 1/5 того, что выпускает работник развитых экономик.

В России рост производительности труда был близок к нулю в 2013–2018 гг. В 2018 г. производительность труда выросла на 1,9 %. Главная причина замедления – слабые инвестиции (на это приходится 3/4 падения) [11].

Одной из основных причин низкой производительности труда является засилье государства в экономике: государственные компании и проекты, как правило, менее эффективны, чем частный сектор.

По оценкам Федеральной антимонопольной службы, доля госсектора в экономике разрастается. К 2017 г. она превышала 60–70 % ВВП, в 2018 г. ситуация не изменилась, а в некоторых секторах даже ухудшилась, после перехода в 2018 г. частных банков под контроль Фонда консолидации банковского сектора доля государства в банковских активах возросла с 59,2 % в начале 2017 г. до 66,2 % [11].

Основной рост производительности обеспечивает небольшая доля самых эффективных компаний. Но проблема России в том, что лидеры увеличивают выпуск и занимают все бóльшую долю рынка, а аутсайдеры, становясь все меньше, его не покидают. В итоге такой бизнес удерживает работников и капитал, тормозя производительность всей отрасли.

По мнению специалистов Всемирного банка, для повышения производительности труда необходимо:

- увеличить количество и улучшить качество факторов производства и эффективность их использования – создать благоприятные экономические условия (институциональные и социальные);

- развивать торговую интеграцию;

- увеличивать доступность финансовых инструментов;

- поощрять инвестиции в человеческий капитал.

По данным Всемирного банка, в России на человеческий капитал приходится 46 % совокупного богатства, в среднем по организации экономического сотрудничества и развития – 70 %. Отрасли, связанные с развитием человеческого капитала, финансируются недостаточно: за 2011–2017 гг. расходы на образование снизились с 3,7 до 3,5 % ВВП, на здравоохранение – с 3,5 до 3,3 %, при этом на оборону, напротив, выросли – с 2,5 до 3,1 %. Чтобы такие инвестиции приводили к росту добавленной стоимости в экономике, нужна качественно другая экономическая и политическая среда [11].

Ускорение роста производительности труда – один из нацпроектов Российской Федерации: к 2024 г. темпы роста в средних и крупных несырьевых компаниях должны расти на 5 % в год. Для этого власти готовы помочь предприятиям льготными займами, налоговыми льготами, создавать системы переквалификации работников и развивать международное сотрудничество компаний. Всего с 2019 по 2024 г. на это планируется потратить более 5,5 млрд руб. [12].

Человеческий капитал – один из важнейших двигателей производительности труда, но без спроса в экономике, который зависит от качества институтов, уровня конкурентности и эффективности регулирования, человеческий капитал не может использоваться эффективно.

7. Меры по обеспечению продовольственной безопасности.

В Российской Федерации принята Доктрина продовольственной безопасности, утвержденная Указом Президента Российской Федерации от 30 января 2010 г. № 120. Новая Доктрина продовольственной безопасности Российской Федерации до 2030 г. утверждена в декабре 2019 г. [13].

В целях повышения доступности пищевых продуктов для всех групп населения и в соответствии с концепцией развития внутренней продовольственной помощи в Российской Федерации необходимо принять решение о развитии системы социального питания и адресной продовольственной помощи нуждающимся гражданам на территории Российской Федерации, включая разработку системных мер поддержки социального питания и нормативов их ресурсного обеспечения.

Одной из действенных мер борьбы с бедностью в рамках задач продовольственной безопасности является промышленный фудшеринг.

В частности, Правительство разработало проект поправок к Налоговому кодексу: освободить от уплаты подоходного налога и НДС операции юрлиц по передаче на благотворительность продуктов питания – главным образом с истекающим сроком реализации (кроме алкоголя).

Передача их малоимущим распространена во многих странах мира.

В России это может решить проблему голода 21 млн человек, находящихся за чертой бедности, и на 9 % снизить объем захоронения пищевых отходов.

В настоящее время производителям и розничным предприятиям выгоднее отправлять продовольствие с истекающим сроком годности на свалки, чем передавать фондам или малоимущим, уплачивая от ее стоимости 20 % налога на прибыль и обратный НДС в 20 %. При этом стоимость уничтожения тонны мусора в Москве и области варьируется от 5 тыс. до 30 тыс. руб.

Из 17 млн т пищевых отходов (30 % всех твердых коммунальных отходов), которые ежегодно создаются в Российской Федерации, 9,2 % создаются на этапах хранения и реализации. Такие отходы могут составлять от 2 % до 7 % оборота компаний в Российской Федерации и исчисляться десятками миллионов рублей. 94 % всех пищевых отходов оказываются на полигонах и становятся источником негативного воздействия на климат, воздух и воду. Спасение от уничтожения хотя бы 1,2 млн т продуктов в год позволит помогать 18 млн нуждающихся (5 кг продуктов на человека в месяц) [14].

Борьба с бедностью, отходами и голодом входит в цели устойчивого развития ООН, под которыми подписались и Российская Федерация, и многие транснациональные компании.

8. Модернизация системы здравоохранения.

Один из ключевых показателей системы здравоохранения – доля личных платежей населения в общих расходах на медицинскую помощь. В развитых странах это в среднем 10–20 %. Чем выше доля личных платежей – тем ниже солидарность системы и доступность медицинской помощи, выше неравенство прав граждан на охрану здоровья, риск нищеты и банкротства семей из-за непосильных медицинских расходов [15].

Несмотря на то, что в России государство гарантирует населению бесплатную медицинскую помощь, доля личных платежей населения в общих расходах на медицинскую помощь быстро растет и в 2016 г., по данным Всемирного банка, составила 40,5 % текущих расходов на здравоохранение. В этот показатель не включены затраты россиян на лечение за рубежом, черный рынок медицинских услуг, а также неформальные платежи: взятки и подарки врачам (с учетом этих трат реальная доля личных платежей граждан может быть больше половины расходов российского здравоохранения). Для сравнения, доля личных платежей американцев – 11,9 % от расходов на здравоохранение США [16].

Причинами такой ситуации выступают:

1. Дефицит программы государственных гарантий, которая обещает гражданам России практически все виды медицинских услуг бесплатно, располагая заведомо недостаточным бюджетом в 3,5 % ВВП.

Опыт стран Евросоюза показывает, что даже ограниченная доступность современной помощи требует ежегодно расходовать не менее 7–9 % ВВП.

2. Взносы обязательного медицинского страхования (ОМС) в России рассчитываются с регрессом, а их максимальная ставка (5,1 % фонда оплаты труда) ниже европейского минимума – 7,5 % фонда оплаты труда в Греции и Австрии.

Финансирование здравоохранения в любой стране зависит не от экономики, а от приоритетов государства. Наглядный пример – Куба: расходы на медицину наравне с развитыми странами (10,9 % ВВП), а в долларах на душу населения – в 1,5 раза больше, чем Россия: \$826 против \$523 [16].

В скандинавских странах одноканальная интеграция ресурсов привела к тому, что коммерческий сектор почти исчез. На его услуги нет спроса в ситуации, когда даже члены королевских семей пользуются солидарно финансируемой общедоступной медициной.

Мировой опыт показывает, что восстановить здравоохранение России можно лишь опираясь на принцип социальной солидарности.

Если сохраняется страховая модель, то работники должны платить посильные взносы ОМС солидарно с работодателями, а самозанятые и платежеспособные неработающие –

солидарно с государством. Если страна выбирает бюджетную модель «единого плательщика» – все экономически активные граждане платят целевой (медицинский или социальный) подоходный налог.

9. Введение безусловного базового дохода.

Безусловный базовый доход (ББД) – государственная или иная институциональная материальная поддержка членов сообщества. Безусловность (гарантированность) дохода заключается в отсутствии дополнительных (помимо принадлежности к обществу) требований для получения помощи.

Считается, что такая система поддержки может снизить финансовую тревожность и улучшить здоровье, усилить мотивацию к работе.

Человек будет уверен, что не останется совсем на мели, даже если потеряет работу. При этом альтернатива заработку в виде ББД не означает замену занятости. Это – лишь мотивация искать новую работу. Кроме гарантии безопасности, доход расширит возможности гражданина в выборе собственного пути. Молодежь сможет больше времени уделить образованию.

Знание, что человек получает безусловную базовую поддержку, даже когда он вроде бы в ней не нуждается, является психологическим укрытием от любых невзгод – именно в этом ценность базового дохода, а отнюдь не в его денежном выражении.

В середине 1960-х гг. несколько экономистов предложили концепцию отрицательного подоходного налога (ОПН). ОПН – форма безусловного базового дохода, совмещенная с имеющейся системой социального обеспечения. Система ОПН в конце года возвращала бы часть уплаченного налога гражданам, доход которых ниже установленного минимума. Он мог бы гарантировать некоторую базовую безопасность. Система в предложенном виде не применялась. Максимально полная занятость была обеспечена с помощью давления на граждан: их вынуждали брать первую попавшуюся работу независимо от квалификации и зарплаты, а в случае отказа от предложения гражданин утрачивал статус безработного и право на пособие – такая система действует в современной России. В некоторых странах (Италия и США) разовый отказ ведет к прекращению поддержки [17].

В государствах с развитой экономикой базовый доход составят преимущественно средства от социальных программ. Например, если эксперименты покажут, что введение ББД ускорит поиск работы, то ББД станет эффективнее пособия по безработице. Кроме того, в странах с высокими налогами (почти по всей Европе) возможно перераспределение налоговых трат таким образом, чтобы покрыть расходы на программу базового дохода – это позволит сохранить разнообразные программы таргетированной помощи нуждающимся.

Согласно измерениям британского фонда СВТ, потребуется повышение налоговой ставки на 3 % (до 23, 43 и 48 % для низких, средних и высоких доходов соответственно), чтобы достичь следующей схемы базового дохода: взрослый работающий гражданин еженедельно получает £60, молодой (20–23 года) – £50 и учащийся (16–19 лет) – £40. При переходе к ББД ожидается снижение бедности в молодом возрасте на 4 %, взрослой бедности на 3 %, бедности среди пожилых людей на 2 % [17].

В финском эксперименте с предоставлением ББД, проводившемся с 2017 по 2019 г., исследовалось поведение безработных, которые испытывали высокий уровень неуверенности в собственном будущем.

Главный результат – преодоление бюрократических барьеров и усиление трудовой инициативы на 57 и 68 % соответственно (против 37 и 42 % в контрольной группе). То есть ученые заметили большее желание получить работу на полный день, чем в контрольной группе. Это подтверждает тезис о том, что ББД на самом деле благотворно влияет на трудовую инициативность населения.

Аргументы против ББД в Российской Федерации: перераспределение всех существующих сегодня социальных выплат населению (кроме обычных пенсий) на нужды ББД, всего профицита 2020 г. и половину расходов на оборону может найти около 5 трлн руб. Это соответствует ББД в районе 5 000 руб. в месяц на человека. Это абсолютный

максимум достижимого ББД при напряжении всех доступных российскому государству ресурсов [18].

10. Развитие благотворительности.

К 1902 г. в России функционировало 11 040 благотворительных учреждений (в том числе 4 762 благотворительных общества) и 19 108 приходских попечительских советов. На каждые 100 тыс. населения приходилось шесть благотворительных учреждений (больниц, приютов, бесплатных ночлежек и столовых, школ и т.д. За счет частных средств обеспечивалось три четверти бюджета всего благотворительного сектора, и только 25 % всего бюджета русской благотворительности формировалось из средств казны, земств, городов и сословных учреждений. В начале XX в. в Москве производилось больше пожертвований, чем в Париже, Берлине и Вене вместе взятых. Быть членом благотворительного общества считалось в царской России большой честью, позволяло занять весьма почетное общественное положение.

Сегодня Россия занимает 138-е место в мире по уровню частной благотворительности. Эта позиция осталась той же, что была в 2014 г., когда Госдумой был принят «Закон о меценатской деятельности в России» [19].

На меценатство и благотворительность в год в Российской Федерации и США расходуется ежегодно примерно по 400 млрд, соответственно, в долларах и в рублях. Расходы американцев на благотворительность составляют порядка 2 % ВВП, россиян – 0,45 % ВВП, на одного среднестатистического россиянина приходится общественных пожертвований в долларовом выражении примерно в 30 раз меньше, чем на одного американца [19].

Обладая ВВП, уступающим американскому примерно в 14 раз, а зарплатами топ-менеджеров госкомпаний, высших чиновников и парламентариев, сопоставимыми с американскими, мы в номинациях «меценатство» и «благотворительность» проигрываем США в сотни раз.

На сегодня самый крупный культурный эндаумент-фонд у нас создан в Эрмитаже с капиталом более 415 млн руб., в образовании – фонд «Сколтех» с капиталом в 4,7 млрд руб. Для сравнения: фонд Соломона Гугенхайма (управляет одноименным музеем в США) составляет в доходной части свыше 65 млрд долл. или 3,96 трлн руб. по текущему курсу, а эндаумент Гарварда – 40,9 млрд долл. или 2,56 трлн руб. Бюджет десяти крупнейших благотворительных фондов России (среди них пять самых больших возглавляют супруги Тимченко, Владимир Потанин, Алишер Усманов, Михаил Прохоров, Михаил Гуцериев) составляет суммарно 6,7 млрд руб. [19].

В 2018 г. суммы на дарение (меценатство) в США превысили траты федерального бюджета на культуру, в Великобритании культура получает от филантропов вдвое больше, нежели от государства. Это обусловлено тем, что в США можно списать 50 % суммы дарений с налогов, в Великобритании весь меценатский дар может быть списан с налога.

Существует инициатива Билла Гейтса и Уоррена Баффета «Giving Pledge» («Клятва дарения»), подписанты которой обязались отдать не меньше половины своего состояния на благотворительность. На сегодня «клятву» подписали свыше 204 богатейших людей из 23 стран мира. Почти 90 % из них – американцы. Из российских бизнесменов к ней присоединился в 2013 г. только Владимир Потанин.

В течение 2020 г. Правительство Российской Федерации планирует во исполнение «Концепции о меценатстве в России» принять ряд законодательных актов, предусматривающих введение налоговых льгот.

Таким образом, в борьбе с бедностью важны не только средства поддержки малоимущих, но и направления государственных усилий в этой области. Так, изучая эффективность расходования средств на образование среди детей из самых бедных семей, ученые, получившие нобелевскую премию по экономике 2019 г. (Майкл Кремер, Абхиджит Банерджи и Эстер Дюфло), выяснили, что эффект на каждый вложенный доллар оказался в 15 раз больше, когда деньги были потрачены на информационную кампанию,

на объяснение выгод и преимуществ образования. В 10 раз больше оказался эффект затрат на борьбу с желудочно-кишечными паразитами у детей, которые сдерживают их физическое и умственное развитие [20].

Литература

1. Бардашев А. Хочется вам того или нет, безусловный базовый доход станет реальностью уже на нашем веку. URL: <https://republic.ru/posts/95611> (дата обращения: 23.08.2020).
2. Вардуль Н. Кудрин и Нобелевка по экономике // Информационный канал Сабскрайб. URL: <https://subscribe.ru/digest/economics/news/n258933845.html> (дата обращения: 23.08.2020).
3. Верлин Е. Меценаты, вперед! Последний резерв президента России. URL: https://republic.ru/posts/95642?utm_source=republic.ru&utm_medium=email&utm_campaign=morning (дата обращения: 23.08.2020).
4. Всемирный банк заметил ухудшение условий для бизнеса в России. URL: <https://www.rbc.ru/economics/24/09/2018/5ba51cb79a79476bb96d0308> (дата обращения: 23.08.2020).
5. Исследование РБК: сколько Россия на самом деле тратит на своих граждан // РБК. 14.12.2016. URL: <https://www.rbc.ru/economics/14/12/2016/584fd32e9a7947c251265ede> (дата обращения: 23.08.2020).
6. К кому прилетит вертолет с деньгами? URL: <https://subscribe.ru/digest/economics/money/n267294909.html> (дата обращения: 23.08.2020).
7. Кобяков А. Преодолеть разрыв // Однако. 2014. Апрель–май. С. 109.
8. Комраков А. Независимая газета. Просроченные долги населения обгоняют рост зарплат 4 февраля 2020. URL: https://yandex.ru/turbo?text=http%3A%2F%2Fwww.ng.ru%2Fеconomics%2F2020-02-04%2F1_7785_debts.html (дата обращения: 23.08.2020).
9. Кто вкладывается в пирамиды. URL: <https://subscribe.ru/digest/economics/money/n266789254.html> (дата обращения: 23.08.2020).
10. Некрасов Д. Бессмысленная помощь. Мифы о безусловном базовом доходе. URL: https://republic.ru/posts/95800?utm_source=republic.ru&utm_medium=email&utm_campaign=morning (дата обращения: 23.08.2020).
11. О чем не сказал Путин. URL: <https://subscribe.ru/digest/economics/news/n258937762.html> (дата обращения: 23.08.2020).
12. Прокофьева Л.М. Опыт оказания социальной помощи на основе социального контракта в субъектах РФ. URL: https://nifi.ru/images/FILES/NEWS/2019/Seminar3031/Tatarintsev_Prokofieva_Moscow.pdf (дата обращения: 23.08.2020).
13. Промышленный фудшеринг против бедности // Коммерсант. 2020. 8 февр.
14. Рагозин А., Кравченко Н. Уникальная модель. Как бесплатная медицина оказывается дороже платной. URL: https://republic.ru/posts/95616?utm_source=republic.ru&utm_medium=email&utm_campaign=morning (дата обращения: 23.08.2020).
15. Росстат. URL: https://www.gks.ru/bgd/free/B04_03/IssWWW.exe/Stg/d04/239.htm (дата обращения: 23.08.2020).
16. Росстат признал трудности в оценке производительности труда. Почему ключевой показатель нацпроектов невозможно достоверно оценить // РБК, Экономика. 02.07.2019. URL: <https://www.rbc.ru/economics/02/07/2019/5d1a19a99a794765b4e87de5> (дата обращения: 23.08.2020).
17. Об утверждении Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации: Указ Президента Рос. Федерация от 21 янв. 2020 г. № 20. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
18. О государственной социальной помощи: Федер. закон от 17 июля 1999 г. № 178-ФЗ (в ред. от 27 дек. 2019 г.; с изм. и доп., вступ. в силу с 1 янв. 2020 г.). Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

19. Холявко А. Всемирный банк назвал лучший способ борьбы с бедностью // Ведомости. 2020. 9 янв.
20. Шобей Л.Г. Роль налога на доходы физических лиц в формировании доходов бюджетов РФ. URL: www.vectoreconomy.ru (дата обращения: 12.09.2020).

References

1. Bardashev A. Hochetsya vam togo ili net, bezuslovnyj bazovyj dohod stanet real'nost'yu uzhe na nashem veku. URL: <https://republic.ru/posts/95611> (data obrashcheniya: 23.08.2020).
2. Vardul' N. Kudrin i Nobelevka po ekonomike // Informacionnyj kanal Sabskrajb. URL: <https://subscribe.ru/digest/economics/news/n258933845.html> (data obrashcheniya: 23.08.2020).
3. Verlin E. Mecenaty, vpered! Poslednij rezerv prezidenta Rossii. URL: https://republic.ru/posts/95642?utm_source=republic.ru&utm_medium=email&utm_campaign=morning (data obrashcheniya: 23.08.2020).
4. Vsemirnyj bank zametil uhudshenie uslovij dlya biznesa v Rossii. URL: <https://www.rbc.ru/economics/24/09/2018/5ba51cb79a79476bb96d0308> (data obrashcheniya: 23.08.2020).
5. Issledovanie RBK: skol'ko Rossiya na samom dele tratit na svoih grazhdan // RBK. 14.12.2016. URL: <https://www.rbc.ru/economics/14/12/2016/584fd32e9a7947c251265ede> (data obrashcheniya: 23.08.2020).
6. K komu priletit vertolet s den'gami? URL: <https://subscribe.ru/digest/economics/money/n267294909.html> (data obrashcheniya: 23.08.2020).
7. Kobayakov A. Preodolet' razryv // Odnako. 2014. April'-maj. S. 109.
8. Komrakov A. Nezavisimaya gazeta. Prosrochennye dolgi naseleniya obgonyayut rost zarplat 4 fevralya 2020. URL: https://yandex.ru/turbo?text=http%3A%2F%2Fwww.ng.ru%2F2Feconomics%2F2020-02-04%2F1_7785_debts.html (data obrashcheniya: 23.08.2020).
9. Kto vkladyvaetsya v piramidy. URL: <https://subscribe.ru/digest/economics/money/n266789254.html> (data obrashcheniya: 23.08.2020).
10. Nekrasov D. Bessmyslennaya pomoshch'. Mify o bezuslovnom bazovom dohode. URL: https://republic.ru/posts/95800?utm_source=republic.ru&utm_medium=email&utm_campaign=morning (data obrashcheniya: 23.08.2020).
11. O chem ne skazal Putin. URL: <https://subscribe.ru/digest/economics/news/n258937762.html> (data obrashcheniya: 23.08.2020).
12. Prokof'eva L.M. Opyt okazaniya social'noj pomoshchi na osnove social'nogo kontrakta v sub"ektah RF. URL: https://nifi.ru/images/FILES/NEWS/2019/Seminar3031/Tatarintsev_Prokofieva_Moscow.pdf (data obrashcheniya: 23.08.2020).
13. Promyshlennyj fudshering protiv bednosti // Kommersant. 2020. 8 fevr.
14. Ragozin A., Kravchenko N. Unikal'naya model'. Kak besplatnaya medicina okazyvaetsya dorozhe platnoj. URL: https://republic.ru/posts/95616?utm_source=republic.ru&utm_medium=email&utm_campaign=morning (data obrashcheniya: 23.08.2020).
15. Rosstat. URL: https://www.gks.ru/bgd/free/B04_03/IssWWW.exe/Stg/d04/239.htm (data obrashcheniya: 23.08.2020).
16. Rosstat priznal trudnosti v ocenke proizvoditel'nosti truda. Pochemu klyuchevoj pokazatel' nacproektov nevozmozhno dostoverno ocenit' // RBK, Ekonomika. 02.07.2019. URL: <https://www.rbc.ru/economics/02/07/2019/5d1a19a99a794765b4e87de5> (data obrashcheniya: 23.08.2020).
17. Ob utverzhdenii Doktriny prodovol'stvennoj bezopasnosti Rossijskoj Federacii: Ukaz Prezidenta Ros. Federaciya ot 21 yanv. 2020 g. № 20. Dostup iz sprav.-pravovoj sistemy «Konsul'tantPlyus».
18. O gosudarstvennoj social'noj pomoshchi: Feder. zakon ot 17 iyulya 1999 g. № 178-FZ (v red. ot 27 dek. 2019 g.; s izm. i dop., vstup. v silu s 1 yanv. 2020 g.). Dostup iz sprav.-pravovoj sistemy «Konsul'tantPlyus».

19. Holyavko A. Vsemirnyj bank nazval luchshij sposob bor'by s bednost'yu // Vedomosti. 2020. 9 yanv.
20. Shobej L.G. Rol' naloga na dohody fizicheskikh lic v formirovanii dohodov byudzhetrov RF. URL: www.vectoreconomy.ru (data obrashcheniya: 12.09.2020).

УДК 338.24

МЕТОДОЛОГИЯ РАЗВИТИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО КАПИТАЛА ГОСУДАРСТВЕННЫХ КОРПОРАЦИЙ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**О.В. Мартыненко, кандидат экономических наук.
Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России.**

**В.А. Фарбер, кандидат экономических наук, доцент.
Михайловская военная артиллерийская академия.**

**Н.Р. Гоцкая, кандидат экономических наук.
Краснодарский университет МВД России**

Актуальность исследования обосновывается крупномасштабными трансформационными изменениями общественного развития и превращением интеллектуального капитала в важнейший ресурс инновационного развития государства. В этих условиях приобретает важное значение исследование социальных стратегий корпоративного развития, позволяющих интенсифицировать процессы повышения знаний, совершенствовать систему управления, активизировать эволюцию знаний, образования, профессиональных компетенций персонала. В этой связи в работе на основе анализа проводится теоретический обзор существующих определений по данному направлению, обоснован вывод, что в научных информационных источниках однозначной точки зрения, выбранной большинством ученых, в части определений понятий «интеллектуального капитала госкорпораций» на сегодня пока нет. Приводятся авторские содержание и форма выражения определений понятий и методология его развития.

Осуществляется анализ содержания интеллектуального капитала, раскрываются стратегии развития интеллектуального капитала современной государственной корпорации посредством диагностики интеллектуального капитала Ленинградской области. Особое внимание уделяется ключевым элементам, которые вносят вклад в формирование интеллектуального капитала государственных корпораций.

Ключевые слова: образование, процесс, методика, подготовка, специалист

METHODOLOGY OF DEVELOPMENT OF INTELLECTUAL CAPITAL OF STATE CORPORATIONS OF THE RUSSIAN FEDERATION

O.V. Martynenko. Saint Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia.

V.A. Farber. Mikhailovsky military artillery academy.

N.R. Gotskaya. Krasnodar university of the Ministry of internal affairs of Russia

Annotation. The relevance of the research is justified by large-scale transformational changes in social development and the transformation of intellectual capital into the most important resource for innovative development of the state. Under these conditions, it is important to study social strategies of corporate development that allow us to intensify the processes of increasing knowledge, improve the management system, and activate the evolution of knowledge, education, and professional competencies of personnel. In this regard, based on the review analysis, the paper provides a theoretical review of existing definitions in this area, and concludes that scientific information sources do not yet have an unambiguous point of view, chosen by the majority of scientists, regarding the definitions of the concepts of «intellectual capital of state corporations». And the author's content and form of expression of definitions of concepts and methodology of its development are given.

The article analyzes the content of intellectual capital, reveals strategies for the development of intellectual capital of a modern state Corporation through diagnostics of the intellectual capital of the Leningrad region. Special attention is paid to the key elements that contribute to the formation of the intellectual capital of state corporations.

Keywords: education, process, methodology, training, specialist

Ключевыми элементами, которые вносят вклад в формирование интеллектуального капитала государственных корпораций, являются:

– научно-образовательный комплекс (вузы и их филиалы, профессиональные образовательные организации и другие структуры, осуществляющие подготовку специалистов);

– научно-исследовательский комплекс (отраслевые научно-исследовательские институты, государственные научные центры и другие учебные заведения по подготовке специалистов);

– производственный комплекс – предприятия, осуществляющие непосредственно производство высокотехнологичной промышленной продукции и (или) инновационных товаров и услуг;

– инновационно-внедренческий комплекс, то есть организации, учреждения государственных корпораций, в задачу которых входит коммерциализация результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (НИОКР);

– некоммерческие организации по развитию сетевого взаимодействия государственных корпораций с другими структурами;

– инвестиционное сообщество – то есть федеральные и региональные организации, осуществляющие инвестиции в развитие государственных корпораций и предприятий, входящих в их состав.

«Проблемы выбора решения при развитии интеллектуального капитала, их оценки и моделирования отражены в исследованиях А. Алчиана, У. Баумоля, Н. Георгеску-Рогена, А. Ли, Г. Райфа, П. Самуэль-сона, Дж. Стиглера, Р. Строца, Х. Хаутэккера, Д. Эльсберга, Р. Шлайфера, Й. Шумпетера, М.И. Баканова, В.И. Бархатова и др. При развитии интеллектуального капитала встречаются риски, где исходя из обзорного анализа содержания и формы выражения этого понятия выбрана точка зрения, согласно которой с общенаучных позиций риск есть возможное или вынужденное решение, принятое субъектом в условиях неопределенности последствий» [1–3].

Таким образом, интеллектуальный капитал в настоящем исследовании определяется, как нематериальный ресурс, который формируется благодаря синергетическому взаимодействию различных элементов разветвленной структуры государственных корпораций. «В этой связи в работе на основе анализа проводится теоретический обзор существующих определений по данному направлению, обоснован вывод, что в научных информационных источниках однозначной точки зрения, выбранной большинством ученых, в части определений понятий: «интеллектуальный капитал» пока нет.

Авторы делают обоснованный вывод, что воспроизводство интеллектуального капитала в регионе и стране является основным условием формирования государственных корпораций, направленных на инновационное развитие в условиях повышенных рисков.

Однако, прежде чем перейти к построению модели воспроизводства интеллектуального капитала региона, необходимо оценить имеющийся нематериальный ресурс в Ленинградской области.

Для оценки имеющихся ресурсов авторами исследования разработана модель оценки интеллектуального капитала в регионе.

Методическое обеспечение диагностики интеллектуального капитала региона основано на понимании структуры интеллектуального капитала как совокупности человеческого капитала, организационного капитала и инновационно-промышленного капитала (схема представлена на рис. 1).

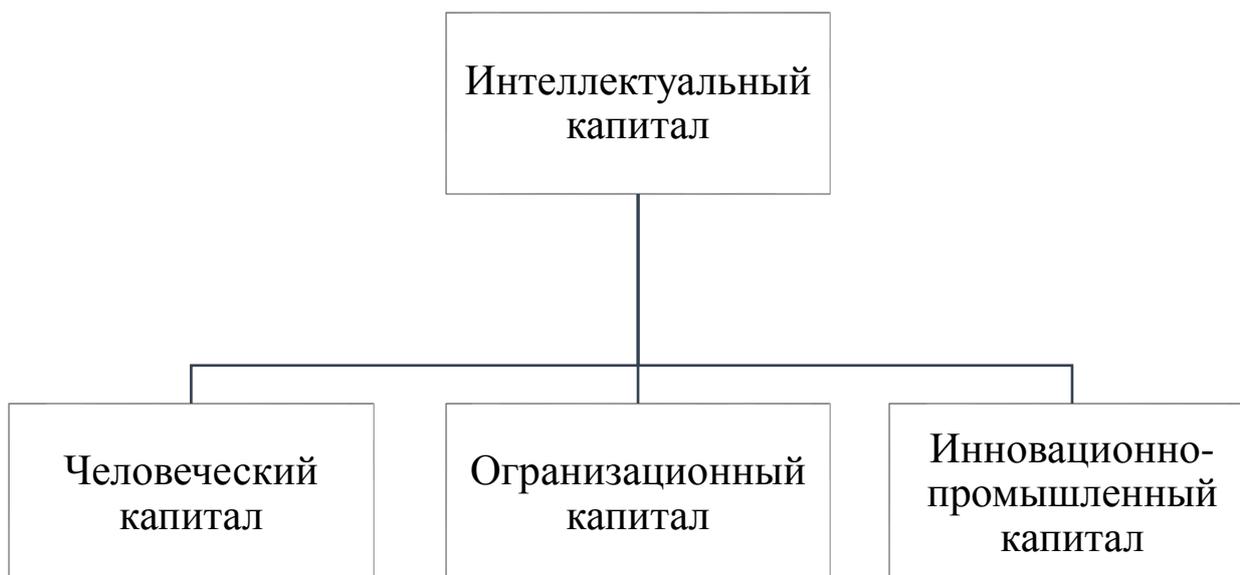


Рис. 1. Структура интеллектуального капитала

Таким образом, на основе анализа работ зарубежных и российских авторов можно сделать вывод о том, что интеллектуальный капитал включает:

- человеческий капитал (совокупность профессиональных знаний, творческих способностей и компетенций, практических навыков и опыта в инновационной деятельности коллектива людей);
- организационный капитал (процессы взаимодействия государственных корпораций посредством корпоративной культуры и бизнес-модели с субъектами управления в регионе);
- инновационно-технологический капитал (совокупность промышленных инновационных предприятий в регионе, патентов на объекты интеллектуальной собственности в сфере инноваций, затрат региона на научные исследования (НИОКР) и др.) [4].

На основе всего вышесказанного, авторы исследования предлагают модель оценки интеллектуального капитала региона с учетом трех выделенных структурных элементов (человеческий капитал, организационный капитал, и инновационно-технологический капитал).

Модель диагностики интеллектуального капитала Ленинградской области включает следующие факторы.

1. Человеческий капитал измеряется при помощи диагностики следующих ключевых показателей региона:

- количество общеобразовательных школ в регионе;
- численность учащихся в общеобразовательных школах;
- количество средних профессиональных учебных заведений;
- количество высших учебных заведений;
- численность студентов в высших учебных заведениях.

2. Организационный капитал измерить не предоставляется возможным в силу отсутствия государственных корпораций в регионе. Построение взаимосвязей государственных корпораций с муниципальными органами власти и органами местного самоуправления будет включено далее при разработке механизма формирования государственных корпораций в регионе [5].

3. Инновационно-промышленный капитал измеряется при помощи диагностики следующих ключевых показателей региона:

- количество промышленно-инновационных предприятий (шт.);
- количество рабочих мест на инновационных предприятиях (шт.);

- экспорт высокотехнологичной продукции (млн руб.);
- количество патентов на инновационные изобретения на 1 000 чел. населения (шт.),
- затраты на НИОКР (млн руб.).

Значения приведенных показателей берутся из официальных статистических данных (по годам) в приведенных единицах измерений. Разумеется, сравнение просто количественных данных будет громоздким и не очень эффективным для дальнейшего построения модели воспроизводства интеллектуального капитала. В предлагаемой модели необходимо осуществить расчет индексов для выбранных показателей в целом для каждой сферы, по каждому показателю для каждого года [6].

Временной период оценки выбранных показателей для Ленинградской области выбран в четыре года, с мая 2014 г. по май 2018 г. Временной период диагностики обусловлен периодом существования Ленинградской области как самостоятельного образования.

Далее производится трансформация выбранных показателей в индексы, где для перевода любого показателя X в индекс, значение которого заключено между 0 и 1, используется следующая формула:

$$X'_{ij} = \frac{X_{ij} - \min_j (X_{ij})}{\max_j (X_{ij}) - \min_j (X_{ij})},$$

где X'_{ij} – значение индекса j -го показателя сферы для i -го года; X_{ij} – значение j -го показателя развития сферы для i -го года; $\max_j (X_{ij})$ – максимальное значение j -го показателя для i -го года; $\min_j (X_{ij})$ – минимальное значение j -го показателя для i -го года.

В частности, если количество общеобразовательных школ в Ленинградской области в 2014 г. составляло 739, при этом минимальным за период (четыре года) является показатель – 654 школы, максимальным является показатель 739 школ, получается следующее:

$$\text{IndH} (2014) = 739 - 654 / 347 - 325 = 3,86.$$

Используя предложенную модель трансформации, все показатели по всем выделенным структурным компонентам можно свести к индексам в значениях от 0 до 1. После определения индексов, которые заносятся в таблицы по сферам и по годам, необходимо осуществить расчет индекса каждого компонента в t году как среднего арифметического.

$$\text{IndH} = \text{IndH} (2014) + \text{IndH} (2015) + \text{IndH} (2016) + \text{IndH} (2017) + \text{IndH} (2018) / 5 \text{ лет.}$$

После определения индексов по каждому году далее осуществляется расчет интегрального индикатора для региона по всем сферам. Всего выделено три структурных компонента интеллектуального капитала.

Интегральный индикатор определяется как среднее арифметическое индикаторов показателей трех выбранных групп факторов:

$$\text{IndA} = \frac{\sum \text{Ind}_{ij}}{3},$$

где IndA – интегральный индикатор A -сферы в t году; Ind_{ij} – фактор i сферы региона в j году; 3 – количество выбранных факторов для анализа.

Следовательно, далее производится расчет индексов как среднее арифметическое частных показателей за год по каждому фактору, характеризующему каждый из перечисленных компонентов.

Расчет индексов по каждому компоненту интеллектуального капитала проводится по формулам:

$$IndH = \frac{\sum_j^m A_j}{m} ;$$

$$IndO = \frac{\sum_j^m P_j}{m} ;$$

$$IndI = \frac{\sum_j^m X_j}{m} ,$$

где Ind – индекс каждого структурного компонента; X_j – значение j -го показателя региона; m – количество факторов, оценивающих данный компонент.

В оценке человеческого капитала выделено пять факторов, и в оценке интеллектуально-промышленного капитала выделено пять факторов, следовательно, при расчете $m=5$.

Для расчета показателей интеллектуального капитала Ленинградской области за 2014–2018 гг. принимаются значения:

1. Человеческий капитал (H).
2. Организационный капитал (O).
3. Инновационно-промышленный капитал (I).

Уровень развития интеллектуального капитала региона определяется средним арифметическим между всеми компонентами:

$$ИК=(IndH+IndO+IndI)/3.$$

Таким образом, в исследовании разработана модель диагностики интеллектуального капитала для дальнейшего построения модели воспроизводства интеллектуального капитала в рамках разработки успешного механизма формирования государственных корпораций в Ленинградской области. Модель воспроизводства интеллектуального капитала является механизмом повышения рискоустойчивости государственных корпораций.

Применяя предложенную модель диагностики интеллектуального капитала, в исследовании авторами была проведена непосредственно оценка интеллектуального капитала региона по выделенным компонентам.

«Применение предлагаемого методического обеспечения позволило определить целевые индикаторы в области управления рисками и планировать соответствующие мероприятия» [4].

В частности, в рамках человеческого капитала оценивались факторы (табл. 1):

- количество общеобразовательных школ в регионе;
- численность учащихся в общеобразовательных школах;
- количество средне-профессиональных учебных заведений;
- количество высших учебных заведений;
- численность студентов в высших учебных заведениях [7].

Таблица 1. Индексы показателей человеческого капитала
Ленинградской области за 2014–2018 гг. [2]

Года	Индексы показателей человеческого капитала					
	X – количество общеобразовательных школ	X – численность учащихся школ	X – количество средних профессиональных учебных заведений	X – количество высших учебных заведений	X – численность студентов вузов	X – среднее по годам
2014	0,64	0,72	0,68	0,35	0,51	0,58
2015	0,68	0,68	0,62	0,39	0,48	0,57
2016	0,61	0,72	0,64	0,35	0,52	0,57
2017	0,63	0,64	0,58	0,37	0,54	0,55
2018	0,69	0,73	0,58	0,38	0,58	0,59
X (среднее)	0,65	0,70	0,62	0,37	0,53	0,57
IndH	0,57					

Примечание: рассчитано на основании статистических данных [2]

Индекс показателей человеческого капитала в Ленинградской области (IndH) составляет 0,57 за 2014–2018 гг.

$$\text{IndH (2014–2018 гг.)} = 0,65 + 0,70 + 0,62 + 0,37 + 0,53 / 5 = 0,57.$$

«Существующее разнообразие методов оценки и анализа рисков и в целом управления ими в большинстве случаев не являются универсальными, не позволяют определяться с допустимой величиной средств» [5], поэтому, исходя из того, что индексы показателей могут располагаться только в диапазоне 0–1, можно увидеть, что индекс человеческого капитала в Ленинградской области довольно низкий, немного выше среднего. При этом самые низкие показатели по количеству высших учебных заведений в регионе и по численности студентов вузов.

Индекс показателей инновационно-промышленного капитала в Ленинградской области (IndI) за 2014–2018 гг. составляет 0,29 (табл. 2).

$$\text{IndI (2014–2018 гг.)} = 0,35 + 0,29 + 0,23 + 0,29 + 0,29 / 5 = 0,29.$$

Наиболее благоприятный фактор в данном компоненте – промышленно-инновационные предприятия (0,35 из 1,0), наименее благоприятный фактор – экспорт высокотехнологичной продукции (0,23 из 1,0).

Уровень развития человеческого капитала Ленинградской области по выделенным факторам приводится на рис. 2.

Таблица 2. Индексы показателей инновационно-промышленного капитала в Ленинградской области за 2014–2018 гг.[2]

Года	Индексы показателей инновационно-промышленного капитала					
	X – количество промышленно-инновационных предприятий	X – количество рабочих мест на инновационных предприятиях	X – количество экспорта высоко-технологичной продукции	X – количество патентов на инновационные изобретения	X – затраты на НИОКР	X – среднее по годам
2014	0,32	0,28	0,18	0,22	0,31	0,26
2015	0,28	0,33	0,23	0,29	0,29	0,28
2016	0,41	0,24	0,28	0,29	0,31	0,31
2017	0,43	0,32	0,21	0,27	0,24	0,29
2018	0,29	0,28	0,23	0,38	0,32	0,30
X (среднее)	0,35	0,29	0,23	0,29	0,29	0,29
IndI	0,29					

Примечание: рассчитано на основании статистических данных [3]

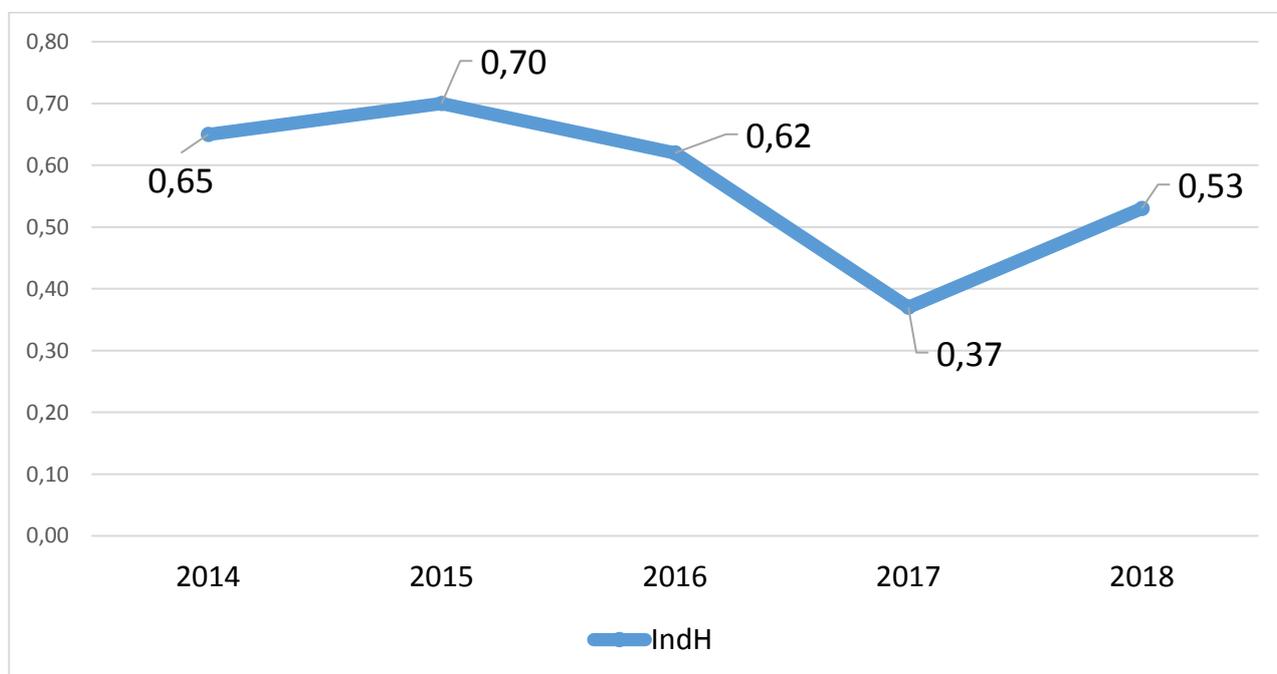


Рис. 2. Уровень развития человеческого капитала в Ленинградской области по выделенным факторам [2]

Наиболее благоприятными можно считать факторы наличия общеобразовательных школ в регионе в 2018 г. и численности учащихся в общеобразовательных школах в регионе.

Таким образом, можно сделать следующие выводы. Уровень развития человеческого капитала по выделенным факторам был наиболее высоким в 2015 г. (0,7 из 1,0), наиболее низким – в 2017 г. (0,37 из 1,0).

Наименее благоприятными можно считать факторы количества высших учебных заведений в регионе и количества студентов вузов.

Уровень развития инновационно-промышленного капитала в Ленинградской области по выделенным факторам приводится на рис. 3.

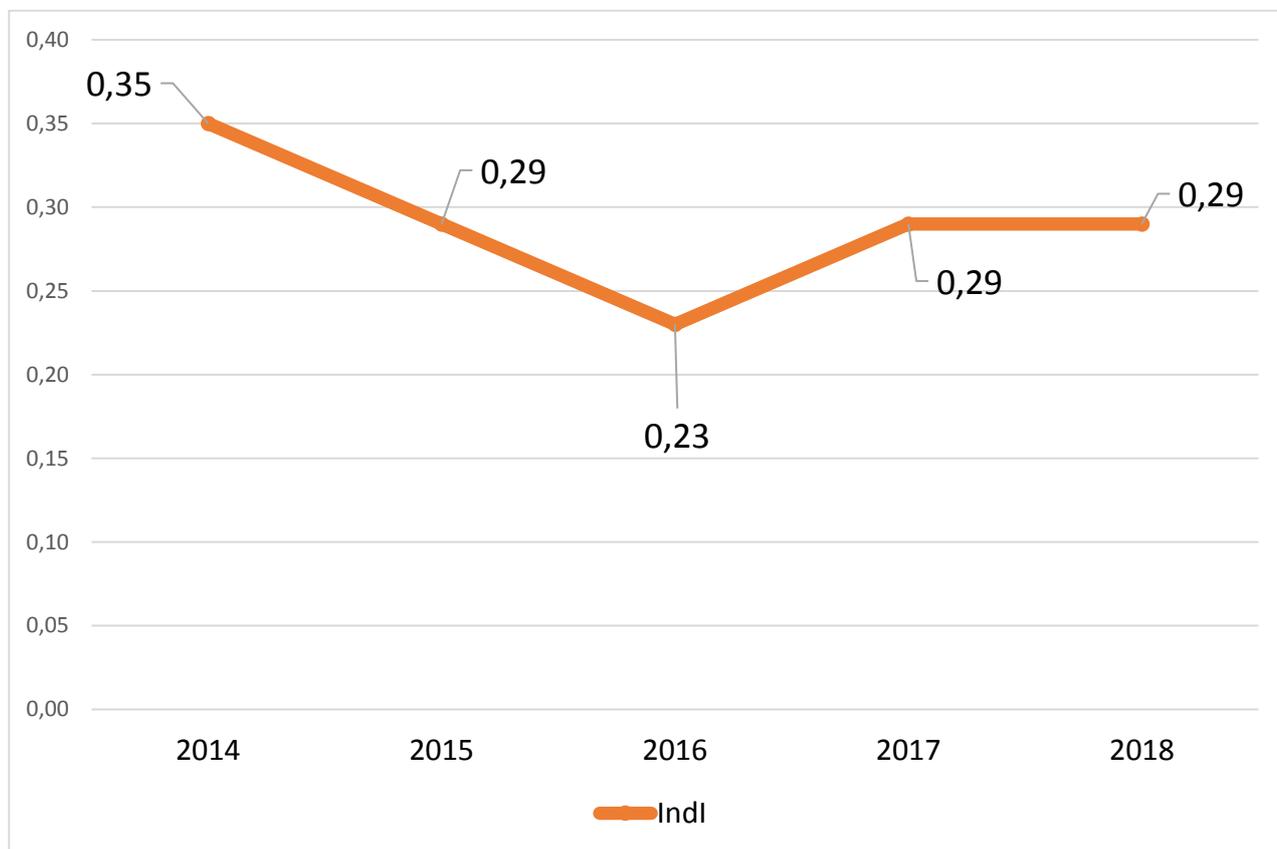


Рис. 3. Уровень развития инновационно-промышленного капитала в Ленинградской области по выделенным факторам [2]

Таким образом, можно сделать следующие выводы. Уровень развития инновационно-промышленного капитала по выделенным факторам был наиболее высоким в 2014 г. (0,35 из 1,0), наиболее низким – в 2016 г. (0,23 из 1,0). Снижение уровня обусловлено специфическими условиями и факторами, в частности, снижением ресурсов (в том числе человеческих и промышленных ресурсов) региона, санкционным влиянием и другими факторами. «Способом может выступать, например, эффективное использование, но не эффективность: рентабельность как форма эффективности не является способом, а рентабельная реализация товаров означает способ удовлетворения спроса населения в потребительских товарах посредством обмена товаров на деньги, приносящий прибыль рыночному торговцу». «Оценка эффективности на основе «затратного» подхода, который поддерживает большинство ученых, предполагает определение соответствия конечного результата потребленным ресурсам (потребленному капиталу), то есть соответствие эффекта в виде конечного результата произведенным для этого затратам; предполагает определение соответствия конечного результата потребленным ресурсам (потребленному капиталу)».

Наиболее благоприятным можно считать фактор наличия промышленно-инновационных предприятий в регионе (0,35 из 1,0). Наименее благоприятным можно считать фактор экспорта высокотехнологичной продукции в регионе (0,23 из 1,0).

Перспективами исследования является разработка модели воспроизводства человеческого капитала в регионе.

Литература

1. Давыдянец Д.Е., Жидков В.Е., Зубова Л.В. К определению понятий «энергосбережение» и «энергоэффективность» // *Фундаментальные исследования*. 2014. № 9–6. С. 1294–1296.
2. Сборник УФСГС, Спб, 2019. https://petrostat.gks.ru/storage/mediabank/lo_rus_print.pdf.
3. Зубова Л.В., Давыдянец Д.Е. Оценка эффекта и эффективности последствий рисков хозяйствующего субъекта с учетом обеспечения допустимой рискоустойчивости и необходимой конкурентоспособности // *Бизнес в законе. Экономико-юридический журнал*. 2010. № 4. С. 186–190.
4. Zubova L., Yakovleva A., Stepanova T., Koneva O.V., Vanieva A. Methodology development to assess the contractor risk tolerance from the rocket and space technology life cycle stage // *International Journal of Recent Technology and Engineering*. 2019. Т. 8. № 4. С. 7894–7898.
5. Zubova L., Yakovaleva A., Tregulova N., Vasenev S., Zibrova N. Development of a risk assessment system for the creation of space rocket technology // *International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering*. 2019. Т. 9. № 1. С. 2745–2750.
6. Gotskaya N.R., Davydyants D.E., Karlik A.E., Petrov D.M. Comprehensive value of enterprise solutions and algorithm of risk level assessment. technical sciences // *Science and Society*. 2018. Т. 82. № 3. С. 111–121.
7. Zubova L.V., Kuzmin V.N., Sherstyuk A.V. Model of administration of managerial decisions based on estimation of risk-stability of enterprises. 2018.

References

1. Davydyanc D.E., Zhidkov V.E., Zubova L.V. K opredeleniyu ponyatij «energoberezhenie» i «energoeffektivnost'» // *Fundamental'nye issledovaniya*. 2014. № 9–6. S. 1294–1296.
2. Sbornik UFSGS, Spb, 2019. https://petrostat.gks.ru/storage/mediabank/lo_rus_print.pdf.
3. Zubova L.V., Davydyanc D.E. Ocenka efekta i effektivnosti posledstvij riskov hozyajstvuyushchego sub"ekta s uchetom obespecheniya dopustimoy riskoustojchivosti i neobhodimoy konkurentosposobnosti // *Biznes v zakone. Ekonomiko-yuridicheskij zhurnal*. 2010. № 4. S. 186–190.
4. Zubova L., Yakovleva A., Stepanova T., Koneva O.V., Vanieva A. Methodology development to assess the contractor risk tolerance from the rocket and space technology life cycle stage // *International Journal of Recent Technology and Engineering*. 2019. Т. 8. № 4. S. 7894–7898.
5. Zubova L., Yakovaleva A., Tregulova N., Vasenev S., Zibrova N. Development of a risk assessment system for the creation of space rocket technology // *International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering*. 2019. Т. 9. № 1. S. 2745–2750.
6. Gotskaya N.R., Davydyants D.E., Karlik A.E., Petrov D.M. Comprehensive value of enterprise solutions and algorithm of risk level assessment. technical sciences // *Science and Society*. 2018. Т. 82. № 3. S. 111–121.
7. Zubova L.V., Kuzmin V.N., Sherstyuk A.V. Model of administration of managerial decisions based on estimation of risk-stability of enterprises. 2018.

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

УДК 378.147.88

ПРОГРАММНО-АППАРАТНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСТАНЦИОННОГО ЛАБОРАТОРНОГО ЭКСПЕРИМЕНТА

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

М.А. Симонова, кандидат технических наук, доцент;

А.А. Пермяков, кандидат педагогических наук.

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

Показана роль лабораторного практикума в формировании профессиональной компетентности будущих специалистов применительно к специфике удаленного режима обучения в пожарно-технических учебных заведениях. Сформулированы основные требования к структуре виртуальной лаборатории. Обнаружены существенные противоречия между ожидаемыми показателями профессиональной компетентности и возможностью их формирования на основе традиционной модели лабораторного практикума. Сформирована натурно-виртуальная модель лабораторного практикума, предполагающая выполнение обучающимся виртуального этапа лабораторного эксперимента вне лаборатории. Представлен способ обеспечения доступа обучающихся к средствам информационно-методической поддержки дистанционного лабораторного эксперимента на базе применения возможностей современных гаджетов. Сформирована функциональная схема виртуальной теплофизической лаборатории, работающей в удаленном режиме. Показан вариант ее программной реализации на базе применения табличного процессора MS Excel с использованием макросов Visual Basic.

Ключевые слова: профессиональная компетентность, лабораторный практикум, лабораторный эксперимент, натурный эксперимент, виртуальный эксперимент, удаленный режим обучения, табличный процессор

SOFTWARE AND HARDWARE FOR REMOTE LABORATORY EXPERIMENTS

A.A. Kuzmin; M.A. Simonova; A.A. Permyakov.

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

The role of laboratory practice in the formation of professional competence of future specialists in relation to the specifics of remote training in fire-technical educational institutions is shown. The main requirements for the virtual laboratory structure are formulated. The main contradictions between the requirements for professional competence of students and the potential of the traditional model of laboratory practice are revealed. A full-scale virtual model of a laboratory workshop is proposed, which involves students performing a virtual stage of a laboratory experiment outside the laboratory. The method for providing students with access to information and methodological support for remote laboratory experiments based on the use of modern gadgets is presented. A functional diagram of a virtual thermophysical laboratory operating in remote mode has been formed. A variant of its software implementation based on the use of the MS Excel table processor with the connection of Visual Basic macros is shown.

Keywords: professional competence, laboratory practice, laboratory experiment, full-scale experiment, virtual experiment, remote learning mode, table processor

Процесс подготовки квалифицированных специалистов, которые в будущем могут выполнять свои служебные обязанности сотрудников федеральной противопожарной службы, предполагает, в том числе и формирование профессиональной компетенции ПК-39. Наличие такой компетенции дает возможность специалисту по заданным методикам проводить экспериментальные работы, а также обрабатывать и анализировать полученные в ходе эксперимента данные [1]. Для достижения подобной цели рабочие программы общетехнических и естественно-научных дисциплин должны предусматривать проведение лабораторного практикума.

В процессе организации лабораторного практикума принципиальным является определение возможной схемы проведения эксперимента: натуральный эксперимент или виртуальный [2]. В этом случае наблюдается ряд противоречий, требующих разрешения:

- между необходимостью в наработке практических навыков работы курсантов и студентов с измерительными приборами и незначительным объемом получаемых в ходе натурального эксперимента данных, что затрудняет приобретение необходимого опыта использования статистических методов в обработке результатов измерений физических величин [3];

- между максимальной ограниченностью длительности лабораторно-практического занятия в шесть академических часов, что обусловлено распорядком дня учебного заведения, и возможной существенной продолжительностью некоторых физико-химических процессов, изучаемых в ходе проведения натурального лабораторного эксперимента (например, процессы самовозгорания, прогрев строительных конструкций на пожаре и т.д.);

- между безусловной необходимостью соблюдения условий безопасности в проведении лабораторного практикума и актуальностью изучения свойств токсических веществ, взрывоопасных материалов, а также таких процессов, как критические режимы работы технологических аппаратов, машин и механизмов.

Часть вышеперечисленных противоречий может быть разрешена в ходе практической реализации натурно-виртуальной модели лабораторного практикума, которая представлена на рис. 1.

Основное преимущество использования натурно-виртуальной модели лабораторного практикума состоит в возможности дополнения экспериментальных данных натурной фазы данными виртуального моделирования, которые могут быть получены за рамками ограничений, налагаемых на возможности специализированной лаборатории, и ограниченной продолжительностью аудиторного занятия. Это дает возможность курсантам и студентам нарабатывать практические навыки обращения с измерительной техникой, а также осваивать статистические методы обработки экспериментальных данных.

Однако существующие в настоящий момент реалии вызывают необходимость перехода к дистанционным формам проведения занятий в пожарно-технических вузах, включая реализацию лабораторного практикума в специализированной интернет-среде.

Применение существующего программного продукта курсантами и студентами пожарно-технических вузов в ходе дистанционного учебного процесса сталкивается с определенными ограничениями:

- значительная часть актуальных виртуальных лабораторий реализована в виде относительно сложных программно-аппаратных комплексов, которые предполагают в ходе своей имплементации наличие профессиональных навыков, которые у курсантов или студентов могут отсутствовать;

- виртуальные лаборатории как программный продукт являются лицензионным товаром, приобретаемым учебным заведением для пользования на определенных условиях, при этом пользовательские соглашения обычно содержат определенные ограничения на число инсталляций этого продукта, что делает незаконным установку программного продукта

на персональные компьютеры (ПК) иных физических лиц, к которым относятся обучающиеся в пожарно-технических учебных заведениях курсанты и студенты, если это, конечно, не предусмотрено контрактом;

– как правило, требования к конфигурации моделирующих ПК выходят за обычную конфигурацию ноутбуков или планшетов, использующихся курсантами и студентами в процессе дистанционного обучения.

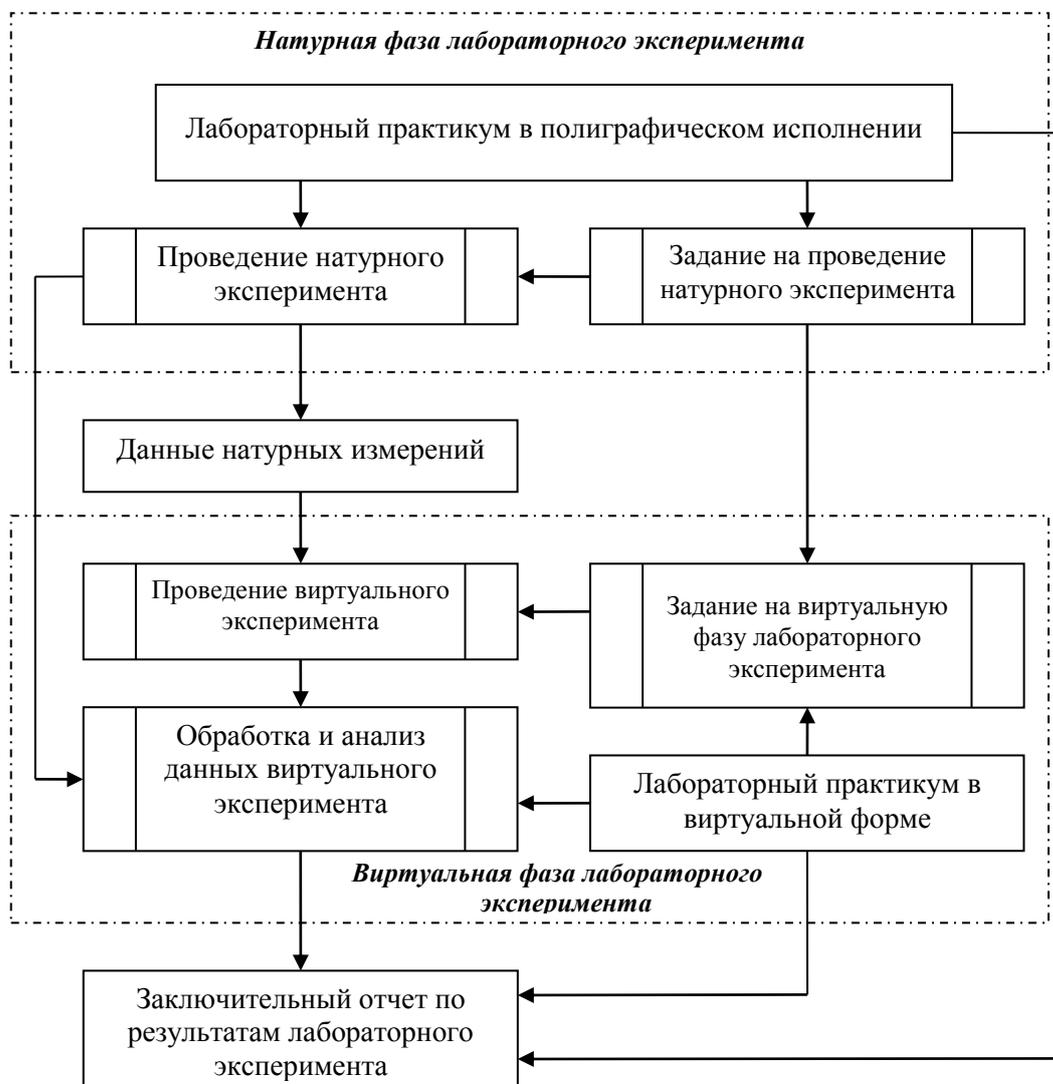


Рис. 1. Натурно-виртуальная модель реализации лабораторного практикума

Большинство из используемых в дистанционном учебном процессе сред, в том числе и eTutorium, не позволяет управлять натурным экспериментом в удаленном режиме, но существует возможность паллиативного решения в виде использования ранее полученных данных для формирования индивидуального задания на виртуальный эксперимент.

Успешная реализация в дистанционном учебном процессе натурно-виртуальной модели в виде программного продукта возможна лишь при его соответствии минимальным аппаратным возможностям ПК обучающихся, работающих в удаленном режиме.

Кроме того, виртуальный этап лабораторного эксперимента в ходе стандартного вебинара ограничен его предельной продолжительностью в рамках требований к структуре традиционного расписания, поэтому процедуру обработки полученных результатов желательно вынести на период внеаудиторной самостоятельной работы, для чего необходимо предусмотреть определенную степень индивидуальности в содержании соответствующего задания.

Решение подобной проблемы лежит в плоскости самостоятельного создания силами учебного заведения оригинального программного продукта, что решало бы проблему юридических ограничений в его использовании вне стен учебного заведения, например, курсантами и студентами, работающими в удаленном режиме. Такое программное обеспечение, адекватное возможной конфигурации ПК перспективного пользователя, делает возможным решение проблемы организации виртуального лабораторного практикума в дистанционном учебном процессе.

Основные концептуальные положения организации дистанционного учебного процесса на основе использования передовых информационно-коммуникационных технологий достаточно полно были сформулированы в работе [4], однако современные авторы при анализе возможности моделирующего инструментария ограничиваются офисными ПК, хотя форм-факторы применяемых обучающимися девайсов этим не ограничиваются. При этом было необходимо продолжить формирование у обучающихся курсантов и студентов практических навыков работы с интерфейсом составляющих программного комплекса MS Office, прежде всего, с электронной таблицей (табличным процессором) MS Excel. Эти соображения и легли в основу выбора составляющих программного комплекса MS Office в качестве программной основы виртуальной теплофизической лаборатории (ВТЛ). Кроме того, важным обстоятельством является возможность инкорпорирования специально разработанных на Visual Basic макросов, которые расширяют вычислительный потенциал табличного процессора. Функциональные особенности электронной таблицы MS Excel существенно уменьшают трудоемкость формирования массивов индивидуальных заданий на виртуальный эксперимент, экспериментальных данных, физических свойств моделируемого объекта, которые и составляют реляционную базу данных ВТЛ.

Функциональная схема ВТЛ представлена на рис. 2.

Запуск ВТЛ осуществляется файлом формата *.xls, который позволяет осуществлять:

- выбор данных натурального эксперимента из соответствующего массива данных в соответствии с ранее введенным номером индивидуального задания на виртуальный эксперимент;
- вывод информации, полученной в результате реализации виртуального этапа лабораторного эксперимента;
- возможность обращения обучающегося к массиву индивидуальных заданий на проведение моделирования;
- получение итоговых данных виртуального моделирования с их последующим объединением с данными, полученными в ходе реализации натурной фазы лабораторного эксперимента;
- возможность обращения к массиву физических характеристик и свойств изучаемых объектов в ходе моделирования на всех этапах виртуальной фазы лабораторного эксперимента, в том числе и обработке полученных данных;
- программную поддержку процесса самоконтроля результатов обработки данных натурной и виртуальной фаз лабораторного эксперимента.

Интерфейс ВТЛ «Исследование конвективного теплообмена при вынужденном движении жидкости» в процессе при вводе начальных данных виртуального эксперимента представлен на рис. 3.



Рис. 2. Функциональная схема ВТЛ

В ходе работы с ВТЛ весьма востребованным является обращение к символу «Q», который размещен в верхнем левом углу начального экрана. В этом случае происходит оперативное обращение к тексту виртуального лабораторного практикума, представляющего собой текстовый файл формата *.doc.

Интерфейс ВТЛ в режим обращения к тексту виртуального лабораторного практикума представлен на рис. 4.



Ввести № варианта



№ ВАРИАНТА		
9	4	7

И С Х О Д Н Ы Е Д А Н Н Ы Е :	
Длина образца $L, \text{м}$	0,8
Диаметр образца $d, \text{м}$	0,03
Диаметр канала $D, \text{м}$	0,05
Напряжение $U, \text{В}$	75
Температура воздуха на входе в установку $t_{\text{в1}}, ^\circ\text{C}$	25
Степень черноты образца ε	0,45
Степень черноты поверхности помещения ε_w	0,8
Температура в помещении, $^\circ\text{C}$	21

Режимы	Расход воздуха, л/с
Режим 1	8,5
Режим 2	9
Режим 3	10,5
Режим 4	12
Режим 5	13



Результаты экспериментальных исследований						
Режимы	t_{f2}	t_{w1}	t_{w2}	t_{w3}	t_{w4}	t_{w5}
Режим 1	28,2	57,1	58,7	60,3	61,9	63,5
Режим 2	28,0	55,9	57,7	59,6	61,4	63,3
Режим 3	27,6	52,8	54,2	55,5	56,8	58,1
Режим 4	27,3	50,4	51,6	52,7	53,9	55,1
Режим 5	27,2	49,0	50,1	51,2	52,3	53,4

Рис. 3. Интерфейс ВТЛ «Исследование конвективного теплообмена при вынужденном движении жидкости»



Исследование конвективного теплообмена при вынужденном движении жидкости.

Цель работы: экспериментальным путем найти критериальное уравнение конвективного теплообмена при вынужденном движении воздуха около теплопередающей трубы, а также сравнить полученные результаты с литературными данными.

1. Описание лабораторной установки

Лабораторная установка (рисунок 1.) предназначена для исследования процесса теплообмена при вынужденной конвекции, в частности — определения коэффициента теплопередачи при вынужденной конвекции, его зависимости от температурного напора и получения критериального уравнения. Принцип работы установки основан на

Рис. 4. **Виртуальный лабораторный практикум**

Дизайн интерфейса ВТЛ предполагает наличие постоянной возможности отката к стартовому файлу формата *.xls на основе обращения к ключевому символу «Q», располагающемуся в левом верхнем углу рабочего экрана.

Поскольку основная сфера использования ВТЛ – режим удаленного доступа учебного процесса пожарно-технического учебного заведения, непременным условием его эффективного использования является свободный доступ обучающихся курсантов и студентам к опциям самоконтроля даже в период off line, что позволяет им оценить корректность результатов лабораторных измерений, полученных в ходе их обработки, в соответствии с предлагаемой лабораторным практикумом методикой.

Существенным достоинством применения ВТЛ с поддержкой виртуального этапа вне планового вебинара является существование двух версий, функциональные возможности которых в значительной степени аутентичны:

- расширенная версия ВТЛ, предполагающая работу с офисным ПК или ноутбуком в операционной системе версии Windows 7 и выше;
- смарт-приложение ВТЛ на основе операционной системы Android, предполагающее использование смартфона.

Функциональная схема ВТЛ (рис. 2) была реализована в ходе информационно-методической поддержки удаленного учебного процесса при выполнении курсантами специальности «Пожарная безопасность» лабораторного практикума дисциплины «Теплотехника», в ходе которого были апробированы виртуальные лабораторные эксперименты по следующим темам:

- исследование теплофизических свойств строительных материалов;
- исследование процесса теплообмена при естественной конвекции;
- исследование конвективного теплообмена при вынужденном движении жидкости.

Темы лабораторных экспериментов дают возможность курсантам, обучающимся

в удаленном режиме, продолжить освоение статистических методов обработки результатов натуральных измерений. Обоснованность этого предположения была подтверждена педагогическими наблюдениями в процессе защиты отчетов по лабораторным экспериментам.

Актуальность смарт-приложения ВТЛ для операционной системы Android была подтверждена просьбами со стороны обучающихся курсантов о его представлении для загрузки на смартфоны даже при наличии доступа к расширенной версии ВТЛ.

Таким образом, в результате изучения проблемы программно-аппаратного проведения лабораторного практикума при переходе пожарно-технического учебного заведения к работе в удаленном режиме:

- сформулированы основные требования к структуре ВТЛ;
- выявлены существенные противоречия между ожидаемыми показателями профессиональной компетентности обучающихся и возможностью их формирования на основе традиционной модели лабораторного практикума;
- сформирована и реализована натурно-виртуальная модель ВТЛ, предполагающая выполнение обучающимися виртуального этапа лабораторного эксперимента вне лаборатории.

Литература

1. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования по специальности 20.05.01 «Пожарная безопасность» (уровень специалитета) (утв. приказом Министерства образования и науки Рос. Федерации от 17 авг. 2015 г. № 851). Доступ из справ.-правового портала «Гарант».

2. Кузьмин А.А., Романов Н.Н. О возможных схемах проведения натурно-виртуального и виртуально-натурного лабораторных экспериментов в учебном процессе // Природные и техногенные риски (физико-математические и прикладные аспекты). 2016. №1 (17). С. 74–78.

3. Кузьмин А.А., Романов Н.Н. Имплементация метода наименьших квадратов в модальность обработки результатов виртуального лабораторного эксперимента // Природные и техногенные риски (физико-математические и прикладные аспекты). 2016. № 2 (18). С. 82–87.

4. Асеев И.М., Медведева Л.В. Автоматизированный учебно-тренажерный комплекс как опорное дидактическое средство методики дополнительного профессионального образования в вузе МЧС России // Проблемы управления рисками в техносфере. 2016. № 1 (37). С. 142–150.

References

1. Federal'nyj gosudarstvennyj obrazovatel'nyj standart vysshego obrazovaniya po special'nosti 20.05.01 «Pozharnaya bezopasnost'» (uroven' specialiteta) (utv. prikazom Ministerstva obrazovaniya i nauki Ros. Federacii ot 17 avg. 2015 g. № 851). Dostup iz sprav.-pravovogo portala «Garant».

2. Kuz'min A.A., Romanov N.N. O vozmoznykh skemah provedeniya naturno-virtual'nogo i virtual'no-naturnogo laboratornykh eksperimentov v uchebnom processe // Prirodnye i tekhnogennye riski (fiziko-matematicheskie aspekty). 2016. №1 (17). S. 74–78.

3. Kuz'min A.A., Romanov N.N. Implementaciya metoda naimen'shikh kvadratov v modal'nost' obrabotki rezul'tatov virtual'nogo laboratornogo eksperimenta // Prirodnye i tekhnogennye riski (fiziko-matematicheskie aspekty). 2016. № 2 (18). S. 82–87.

4. Aseev I.M., Medvedeva L.V. Avtomatizirovannyj uchebno-trenazhernyj kompleks kak opornoe didakticheskoe sredstvo metodiki dopolnitel'nogo professional'nogo obrazovaniya v vuze MCHS Rossii // Problemy upravleniya riskami v tekhnosfere. 2016. № 1 (37). S. 142–150.

УДК 159.923.3:614.849

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ПСИХОЛОГИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ НА БЕЗОПАСНОЕ ПОВЕДЕНИЕ СОТРУДНИКОВ МЧС РОССИИ

Н.В. Васильченко, кандидат технических наук, доцент;

Н.Н. Турова, кандидат технических наук, доцент;

Е.И. Стабровская, кандидат технических наук, доцент.

Кемеровский государственный университет

Рассмотрены особенности психологических качеств сотрудников МЧС России и влияние их на соблюдение требований норм и правил охраны труда. Проведен анализ результатов психологического исследования сотрудников в области профессионального психологического отбора, психологического мониторинга состояния и постэкспедиционной диагностики. По результатам выявлено, что психологическое состояние сотрудника безусловно влияет на безопасность труда, а также наблюдается прямое влияние высокопрофессионального психологического сопровождения на протяжении всего периода службы на поддержание психологического здоровья сотрудников и повышение их уровня личной безопасности.

Ключевые слова: пожарный, экстремальные ситуации, стресс, безопасность труда, психологическое сопровождение

STUDY OF THE INFLUENCE OF INDIVIDUAL PSYCHOLOGICAL CHARACTERISTICS ON THE SAFE BEHAVIOR OF EMERCOM EMPLOYEES

N.V. Vasilchenko; N.N. Turova; E.I. Stabrovskaya.

Kemerovo state university

The article examines the features of the psychological qualities of EMERCOM employees of Russia and their impact on compliance with the requirements of labor protection standards and rules. The analysis of the results of psychological research of employees in the field of professional psychological selection, psychological monitoring of the state and post-expedition diagnostics was carried out. According to the results, it was revealed that the psychological state of the employee certainly affects the safety of work, as well as there is a direct influence of highly professional psychological support throughout the entire period of service on maintaining the psychological health of employees and increasing their level of personal safety.

Keywords: firefighter, extreme situations, stress, labor safety, psychological support

Одна из самых опасных профессий – это профессия пожарного, которая представляет собой работу не только в экстремальных условиях, но и огромный риск для собственной жизни, большую ответственность за жизнь и здоровье других людей. Исследование индивидуальных особенностей профессии пожарного-спасателя и психофизиологических особенностей сотрудника федеральной пожарной службы (ФПС) встречается в работах многих ученых: Г.О. Нецкого, М.В. Леви, И.Г. Чурсина, В.И. Медведева, И.Н. Ефановой, М.И. Марьина, С.И. Ловчана и др. На сегодняшний день служба в пожарной охране связана с резким ростом эмоциональных и информационных нагрузок, а также повышением требований к сотрудникам и усложнением взаимоотношений между ними, соблюдению требований норм и правил по охране труда. С психологической точки зрения экстремальные

условия деятельности, с которыми ежедневно сталкивается личный состав пожарных подразделений, характеризуются многочисленными психотравмирующими факторами. Оказавшись в ситуации, близкой к экстремальной, сотрудник должен мгновенно провести ее оценку, а затем принять правильное решение и совершить адекватные действия [1, 2].

Профессиональная деятельность сотрудников ФПС Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий (МЧС России) предъявляет повышенные требования к индивидуально-психологическим особенностям человека, характеризующим эмоциональную и нервно-психологическую устойчивость, ситуационную и личностную тревожность, особенности характера и темперамента, которые наиболее резко проявляются в экстремальных условиях. Экстремальные условия – это условия, резко отличающиеся от обычных, и в силу этого воздействующие на психику, не адаптированную к ним, как стрессоры. Для сотрудников Государственной противопожарной службы (ГПС) МЧС России экстремальными считаются те ситуации, которым свойственны различные отрицательные эмоциональные воздействия. Эти воздействия, как правило, связаны с трудностями и опасностями, проявляющимися возложенной большой ответственностью выполняемой деятельности, ограничением времени на принятие правильных решений и др. Ситуации, которые всегда сопровождаются наличием угрозы для жизни, создают многочисленные нагрузки психических и психомоторных процессов, особенно в условиях отсутствия конкретной информации. Значительные физические нагрузки, перенапряжение нервной системы, воздействие значительных ускорений, кислородное голодание, наличие во вдыхаемом воздухе различных вредных веществ. Негативное воздействие тех или иных вредных и опасных производственных факторов (таких как, наличие шума, вибрации, повышенные температуры окружающей среды, влажность). Увеличение психического напряжения, тревожность, переживание несчастья близких, гибель людей, детей [2, 3].

Все вышеперечисленные экстремальные ситуации оказывают влияние на эффективность и работоспособность пожарных-спасателей. Как правило, эффективность находится в прямой зависимости не только от генетически обусловленных свойств личности, но и от важных профессиональных качеств, знаний, умений и навыков, которые сотрудник приобрел в процессе своей трудовой деятельности. Поэтому для обеспечения эффективности и надежности выполнения деятельности, сохранения здоровья сотрудников ГПС МЧС России необходима система мер по подготовке специалистов экстремального профиля деятельности, особое место в которой отведено психологическому сопровождению, в том числе выявлению индивидуальных особенностей, влияющих на безопасность труда. Психологическое сопровождение сотрудников в системе МЧС России осуществляется в рамках психологического обеспечения сотрудниками психологической службы подразделений пожарной охраны. Целью психологической подготовки является выработка у сотрудников ГПС МЧС России психологических знаний, умений и готовности к благополучному преодолению психологических трудностей, которые могут возникнуть во время несения службы, руководствуясь интересами повышения эффективности выполнения своих обязанностей в штатных и экстремальных условиях. Особенность психологического сопровождения сотрудников заключается в ее комплексности. Высокую значимость имеет каждое направление психологического обеспечения. Профессиональный психологический отбор, психологическое консультирование и психологическое сопровождение очень тесно взаимосвязаны, и поэтому дополняют друг друга, и одно без другого не принесет желаемого результата. Актуальность заявленной тематики заключается в том, что профессиональная деятельность сотрудников ГПС МЧС России осуществляется в особых условиях и характеризуется воздействием внушительного числа факторов, вызванных стрессовыми ситуациями. При недостаточной психологической подготовке сотрудников воздействие данных факторов может привести к снижению эффективности выполняемой ими работы, психическим и другим нарушениям, профессиональному выгоранию и даже несчастным случаям [4, 5].

В связи с этим возникает необходимость в качественном и высокопрофессиональном психологическом сопровождении и квалифицированном обучении охране труда с целью ведения безопасных работ сотрудников противопожарной службы МЧС России, что определяет цель настоящего исследования: изучение индивидуальных психологических особенностей сотрудников ГПС МЧС России и их влияние на безопасность труда.

Для достижения цели поставлены следующие задачи:

- подбор методологического комплекса и группы сотрудников для проведения исследования;
- исследование особенностей соблюдения требований безопасности труда при психологическом сопровождении сотрудников;
- обработка результатов исследования.

Материалы и методики исследования. Исследование проводилось на базе одного из подразделений ГПС МЧС России. Произвольная выборка составила 50 респондентов. Возраст обследуемых от 21 до 47 лет. Из них – 12 человек имеют высшее образование, 36 человек – среднее специальное, 2 человека – среднее. Стаж работы в пожарной охране от 2 до 25 лет.

Объект исследования: подразделение ГПС МЧС России.

Ответственным за охрану труда в подразделении ГПС является инспектор, работающий в отделе по подготовке пожаротушения. Целью работы инспектора по охране труда является сохранение жизни и здоровья работников на протяжении всей службы [6].

Предмет исследования: особенности соблюдения норм и правил безопасного поведения в зависимости от психологических особенностей сотрудников ГПС МЧС России.

Профессиональный психологический отбор – это одно из самых важных мероприятий психологической службы МЧС России. От укомплектованности подразделений профессиональными кадрами, соответствующими требованиям, предъявляемым к сотрудникам каждой конкретной должности, зависит качество несения службы. Ошибочные действия, допущенные по причине несоответствия индивидуальных психологических особенностей требованиям профессиональной деятельности, подчеркивают необходимость профессионального психологического отбора, так как эти действия сопряжены с материальным, моральным ущербом или чреваты опасностью для жизни людей [7].

В процессе проведения исследования были выделены четыре основных этапа, связанные с психологическим сопровождением сотрудников пожарной службы.

Первый этап включает тщательный отбор кандидатов с применением современных психологических методик, оценкой способности личности к экстремальным условиям несения службы.

Второй этап должен включать первичную психологическую подготовку, которая помогает вновь принятому сотруднику адаптироваться к условиям службы, тренирует и развивает качества личности, необходимые для работы в экстремальных условиях, и способствует увеличению его профессионально-психологической устойчивости с помощью проведения специальных тренировок. Опыт показывает, что, если поверхностно ознакомиться с тем, как необходимо себя вести в условиях изменения обстановки в очаге поражения, то этого будет в значительной степени недостаточно. В том случае, когда не определен и не отработан алгоритм действий при различных чрезвычайных ситуациях (ЧС), эмоциональное возбуждение, которое явится следствием поражающих факторов пожара, ЧС, легко вытеснит словесные рекомендации. И тогда действия личного состава будут осуществляться стихийно и неорганизованно, что, в свою очередь, усиливает тяжесть последствий экстремальной ситуации.

Третий этап состоит из текущего мониторинга в период прохождения службы и связан с отслеживанием психоэмоционального состояния сотрудников, проведением психопрофилактических мероприятий, психологических тренингов.

Четвертый этап включает постэкспедиционное обследование сотрудников, участвующих в ликвидации ЧС, аварийно-спасательных работах, требующих значительного психоэмоционального напряжения с высоким риском для жизни и здоровья, истощением личностных ресурсов, принятие мер по реабилитации личного состава при возвращении из зоны ЧС.

Для профилактики профессионального здоровья сотрудников с периодичностью раз в два года проводится психодиагностический мониторинг.

Одной из проверенных и эффективных методик для выявления особенностей психологического состояния сотрудников является методика диагностики показателей и форм агрессии Басса-Дарки. Она ориентирована на выявление поведения, которое не соответствует нормам и правилам сосуществования людей в социуме. В частности, поведения, которое может нанести вред объектам нападения и физический ущерб личности или вызвать психологический дискомфорт (состояние подавленности, напряженности, отрицания и т.д.). А также поведения, которое может проявиться в самообвинении и в самоунижении [8].

Методика диагностирует три блока агрессивных реакций: враждебность, агрессивность и особые реакции, определяя наличие и степень выраженности восьми форм агрессии.

Обсуждения и результаты

В результате анализа полученных данных по данной методике было выявлено, что у сотрудников не формируется фактор «Раздражение» как нетерпение к осуществлению отрицательных эмоций при малейшем возбуждении (вспыльчивость, грубость).

Результаты диагностики психологического состояния сотрудников методом Басса-Дарки приведены на рисунке.

Экстремальные условия ежедневно присутствуют в работе сотрудников ГПС МЧС России, и порой кажется, что такие условия для них являются привычными. Но практика показывает, что, работая в экспедиции при ликвидации крупнейших ЧС, сотрудники все же бывают подвержены особо экстремальным условиям. Поэтому для своевременного обнаружения и принятия незамедлительных действий по ликвидации у сотрудников ГПС напряженных невротических состояний и симптомов острого стрессового расстройства существует постэкспедиционное обследование.

Нормы значений по шкалам методики Басса-Дарки приведены в таблице.

Таблица. Нормы значений по шкалам методики Басса-Дарки

Виды реакций		Нормы	
I. Враждебность	Обида	4–5	7±3
	Подозрительность	4–6	
II. Агрессивность	Физическая агрессия	4–6	21±4
	Косвенная агрессия	4–5	
	Вербальная агрессия	4–6	
III. Особые реакции	Раздражение	4–6	–
	Негативизм	2–3	
	Чувство вины	4–5	

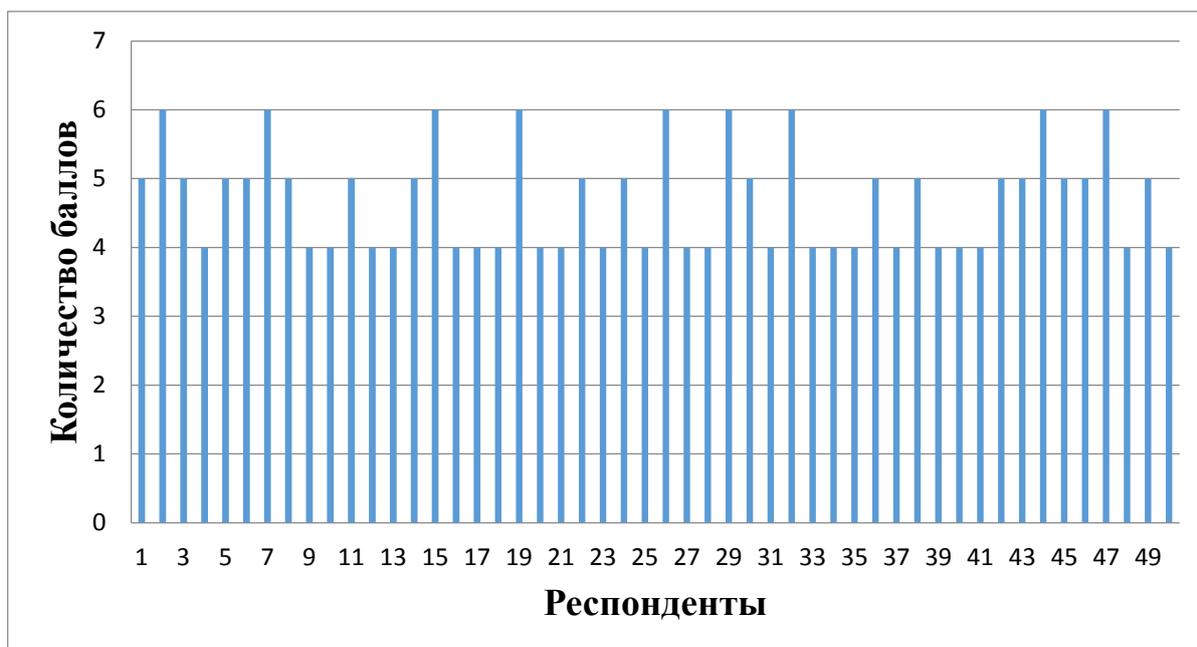


Рис. Диагностические результаты сотрудников по методике «Диагностика показателей и форм агрессии Басса-Дарки (шкала «Особые реакции – раздражение»)

Проанализированы результаты постэкспедиционной диагностики сотрудников, принимавших участие в тушении крупных пожаров в Республике Хакасия в 2015 г. По результатам данной методики можно сделать следующий вывод, что у обследуемых сотрудников признаков истинной депрессии не выявлено. Сравнительный анализ психологического состояния пожарных до и после работы в экстремальных ситуациях часто отражает признаки резко меняющегося психоэмоционального состояния, причем часть признаков может протекать скрыто и требует применения специальных методик психологической диагностики. Рассмотренные результаты постэкспедиционного обследования 18 сотрудников, принимавших участие в крупных пожарах в Республике Хакасия в 2015 г., показывают, что состояние у данных сотрудников после работы в ЧС оптимальное, отклонений в когнитивной, эмоционально-волевой и поведенческих сферах не выявлено. Такой благоприятный результат был достигнут благодаря нескольким составляющим:

- во-первых, у этих сотрудников на этапе профессионального психологического отбора были выявлены высокие показатели профессионально важных качеств и высокий потенциал психофизиологического здоровья.

- во-вторых, с ними регулярно проводили мероприятия по повышению безопасности труда, а также снижению травматизма и по психологическому сопровождению сотрудников и реабилитации.

Несмотря на то, что в работе присутствуют постоянные стрессы и экстремальные факторы, результаты данных обследованных сотрудников показали, что не только психофизиологические резервы организма, которые имеют определенный предел, могут справляться с такими психоэмоциональными нагрузками, но и регулярное высокопрофессиональное сопровождение психолога, включающее психологическую подготовку и реабилитацию, стабилизирует психоэмоциональное и психофизиологическое состояние сотрудников, а так же работа инспектора по охране труда, осуществляемая на высоком профессиональном уровне, и проведение профилактических мероприятий по снижению производственного травматизма и предупреждению летальных исходов во время несения службы.

Литература

1. Осипов А.В. Профессионально важные качества сотрудников пожарно-спасательных формирований на разных этапах профессионального становления: автореф. дис. ... канд. психол. наук. Ростов н/Д., 2009. 16 с.
2. Профессиографическое описание основных видов деятельности сотрудников ГПС МВД России: пособие / М.И. Марьин [и др.]. М.: ВНИИПО, 1998. 132 с.
3. Шелепова Е.С. К проблеме профессионально важных качеств субъекта трудовой деятельности // Вестник ТвГУ. 2008. № 2. С. 35–42.
4. Ильин Е.П. Дифференциальная психология профессиональной деятельности. СПб.: Изд-во Питер, 2008. 432 с.
5. Елькин А.Б., Тишков К.Н. Управление безопасностью труда: учеб. пособие. Н. Новгород: Нижегород. гос. техн. ун-т им. Р.Е. Алексеева, 2008. 105 с.
6. Шленков А.В. Психологическое обеспечение профессиональной подготовки сотрудников Государственной противопожарной службы МЧС России: дис. ... д-ра психол. наук. СПб., 2010. 394 с.
7. Карпов А.В., Карпова А.А. Понятие профессионально важных качеств деятельности. М.: ВЛАДОСПРЕСС, 2003. 352 с.
8. Марьин М.И. Диагностика, профилактика и коррекция стрессовых расстройств среди сотрудников Государственной противопожарной службы МВД России: метод. рекомендации. 2-е. изд. М., 2001. 256 с.

References

1. Osipov A.V. Professional'no vazhnye kachestva sotrudnikov pozharно-spasatel'nyh formirovanij na raznyh etapah professional'nogo stanovleniya: avtoref. dis. ... kand. psihol. nauk. Rostov n/D., 2009. 16 s.
2. Professiograficheskoe opisaniye osnovnyh vidov deyatel'nosti sotrudnikov GPS MVD Rossii: posobie / M.I. Mar'in [i dr.]. M.: VNIPO, 1998. 132 s.
3. Shelepova E.S. K probleme professional'no vazhnyh kachestv sub"ekta trudovoj deyatel'nosti // Vestnik TvGU. 2008. № 2. S. 35–42.
4. Il'in E.P. Differencial'naya psihologiya professional'noj deyatel'nosti. SPb.: Izd-vo Piter, 2008. 432 s.
5. El'kin A.B., Tishkov K.N. Upravlenie bezopasnost'yu truda: ucheb. posobie. N. Novgorod: Nizhegorod. gos. tekhn. un-t im. R.E. Alekseeva, 2008. 105 s.
6. Shlenkov A.V. Psihologicheskoe obespecheniye professional'noj podgotovki sotrudnikov Gosudarstvennoj protivopozharnoj sluzhby MCHS Rossii: dis. ... d-ra psihol. nauk. SPb., 2010. 394 s.
7. Karpov A.V., Karpova A.A. Ponyatie professional'no vazhnyh kachestv deyatel'nosti. M.: VLADOSPRESS, 2003. 352 s.
8. Mar'in M.I. Diagnostika, profilaktika i korrekciya stressovyh rasstrojstv sredi sotrudnikov Gosudarstvennoj protivopozharnoj sluzhby MVD Rossii: metod. rekomendacii. 2-e. izd. M., 2001. 256 s.

УДК 37.026.1

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ ПРОБЛЕМНОГО ОБУЧЕНИЯ В ПРЕПОДАВАНИИ УЧЕБНЫХ ДИСЦИПЛИН

**А.А. Грешных, кандидат юридических наук, доктор педагогических наук,
профессор, заслуженный работник высшей школы Российской Федерации;
Ю.В. Рева, кандидат военных наук, доцент;
О.Н. Яхонтова.
Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России**

Рассмотрены виды мыслительной деятельности людей и описаны репродуктивное усвоение знаний и продуктивная деятельность обучающихся. Показана методика правильно ставить проблемные вопросы и видеть связь вопроса с противоречием в известной или сообщаемой информации. Раскрыто определение проблемной ситуации и показаны методы проблемного обучения, а также новые требования, которые проблемное обучение предъявляет к профессионально-педагогическому уровню преподавателя.

Ключевые слова: способ изложения проблемы, способ частично-поисковой деятельности, проблемная ситуация, репродуктивное усвоение знаний, мыслительная деятельность обучающегося, способ самостоятельной исследовательской деятельности, методика изучения проблемы

APPLICATION OF PROBLEM-BASED LEARNING METHODS IN TEACHING ACADEMIC DISCIPLINES

A.A. Greshnykh; Yu.V. Reva; O.N. Yakhontova.
Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia

The types of mental activity of people are considered and the reproductive assimilation of knowledge and productive activity of students are described. The method is shown to correctly pose problematic questions and see the relationship of the question with the contradiction in the known or reported information. The definition of the problem situation is revealed and the methods of problem-based learning are shown, as well as new requirements that problem-based learning imposes on the professional and pedagogical level of the teacher.

Keywords: method of problem presentation, method of partial search activity, problem situation, reproductive assimilation of knowledge, student's mental activity, method of independent research activity, method of studying the problem

В последние годы значительно возрос интерес к проблемному обучению, хотя даже в самом его определении нет единства. Поэтому, очевидно, вопросы применения проблемного обучения целесообразно изложить в постановочном плане. Во многом это также связано с тем, что умение использовать его приемы в каждой конкретной дисциплине, изучаемой с обучающимися той или иной специальности или направления подготовки, расценивается как искусство, мастерство преподавателя, и здесь ему необходимы глубокие знания и самого предмета, и используемых методов обучения, и особенностей мыслительной деятельности обучающихся при проблемном усвоении знаний.

Репродуктивное усвоение знаний – наиболее знакомый путь познания всего того, что достигло человечество. Неслучайно педагогика всегда подчеркивала важность усвоения обучающимися всей системы знаний. Этот путь основывается на теории поэтапного формирования умственных действий, главным содержанием которой является быстрое, относительно прочное, но пассивное усвоение знаний, преподносимых в виде учебного материала, специальным образом подготовленного преподавателем.

В этом процессе мыслительная деятельность обучающегося состоит в усвоении преподаваемого материала. Качество усвоения материала обучающийся при этом проверяет достаточно просто – попыткой самостоятельно воспроизвести материал, вывести формулы, сформулировать закономерности, определить выводы.

Этот метод необходим, но, скорее, как этап первичного накопления определенной суммы знаний, без которых творческий процесс в рассматриваемой области немислим.

Как уже давно известно, продуктивная деятельность отличается от репродуктивной тем, что обучающийся на основе своего видения проблемы самостоятельно применяет известные знания в новой для себя ситуации. Он осуществляет поиск новых знаний, а, следовательно, и новых путей действий. По мнению некоторых специалистов, ученых в данной области, продуктивную деятельность часто приравнивают к творческой, хотя это не одно и то же.

На протяжении длительного времени история процесса познания представляет собой определенный период преодоления познавательных затруднений. Их, в свою очередь, социальная практика непрерывно ставила перед обществом. Такие затруднения получили название проблемной ситуации. Они и являются на сегодняшний день основным и исходным понятием идеи проблемного обучения.

Проблемная ситуация – это затруднение человека на уровне его интеллектуальных способностей, когда он не знает, как, опираясь на известные знания, объяснить возникшее явление или событие, не может достичь конечного результата известным ему методом. Таким образом, это заставляет человека искать новый путь объяснения, новые знания.

Формирование умения увидеть проблему, сформулировать вопросы и является основной целью проблемного метода обучения. В связи с этим важно, планируя занятие, выделить вопросы, создающие проблемную ситуацию.

Проблемную ситуацию не вызывает вопрос, на который обучающийся знает ответ, или вопрос, для решения которого у обучающегося нет необходимой суммы знаний. С точки зрения научного знания проблемная ситуация возникает там и тогда, где и когда есть существенное противоречие между знанием и незнанием. Следовательно, что, если для решения вопроса у обучающегося не хватает знаний, и он явно осознает проблему, ему становятся видны некоторые взаимоотношения и обратные связи, то он также ощущает и соответствующие пробелы. В этом и заключаются свойства проблемной ситуации, что она есть знание о незнании.

Итак, для того, чтобы проблемная ситуация выполняла свои функции импульса к мышлению, она должна быть принята субъектом к решению, что, естественно, возможно лишь в том случае, если у него есть исходные знания, отвечающие предметному содержанию ситуации. Только в этом случае проблемная ситуация перерастает в проблему.

Исследователи проблемного обучения считают, что оно может осуществляться тремя способами, которые различаются по уровню познавательной деятельности обучающихся:

- способом изложения проблемы;
- способом частично-поисковой деятельности;
- способом самостоятельной исследовательской деятельности.

Сущность способа изложения проблемы состоит в доведении преподавателем нового материала и привлечении обучающихся к активной форме познавательной деятельности. Это достигается применением ряда известных методов, к которым можно отнести следующие:

– ознакомление с методами научного поиска, системного анализа и оценки критериев и фактов, предшествовавших получению научных выводов, то есть ознакомление с историей возникновения научной проблемы и алгоритмом ее решения;

– сообщение о незавершенности изучения отдельных проблем, наличии различных точек зрения или позиций, высказывание по этому поводу своего мнения, но так, чтобы предоставить обучающемуся свободу мнения или формирования своего суждения;

- пожелание обучающимся исследовать незавершенные изыскания;

- постановка вопроса, ответ на который обучающийся сможет дать лишь тогда, когда прочитает соответствующую литературу или выполнит какие-то опыты и исследования;
- постановка проблемных вопросов с явно выраженным противоречием, которое заставляет обучающихся активно осмысливать его сущность и содержание;
- постановка проблемных задач с разработкой нескольких вариантов их решения и предоставления обучающимся возможности самостоятельно выяснить, какой из этих вариантов является правильным и целесообразным;
- постановка проблемных вопросов, которые помогут выявить у обучающихся отсутствие соответствующих знаний, для того, чтобы вызвать внимание и интерес к ним, а значит, и к самому материалу.

Сущность способа частично-поисковой деятельности заключается в определенной логико-смысловой последовательности проведения лекций, практических занятий и семинаров.

На лекциях обучающимся дают знания (как правило, новые) в той или иной области, однако в такой форме, чтобы просматривалась какая-то незавершенность выводов, правил, рекомендаций.

Затем формируется ситуация, где эти знания необходимо применить, чтобы определить свои действия в этой ситуации. Желательно, чтобы каждый обучающийся имел свою ситуацию. Однако возможен и такой случай, когда неопределенность обстановки может предопределить несколько вариантов действий в одной и той же ситуации. В этом случае всем обучающимся может быть определена всего одна ситуация, но каждый имеет свое решение, отличное от решения соседа, в соответствии со своим пониманием проблемы, своим видением обстановки, своими выводами из нее [1].

Нередко могут возникать противоречия новых выводов ранее сложившимся представлениям об объекте исследования. Эти противоречия и являются толчком к поиску новых знаний о предмете исследования.

Семинарское занятие во многом может способствовать достижению этой цели, при условии тщательно продуманной его организации, отвечающей двум основным требованиям:

- во-первых, большинство задаваемых обучающимся вопросов должно носить проблемный характер;
- во-вторых, обсуждение темы семинара должно стимулировать появление у обучающихся новых вопросов к педагогу.

В настоящее время принято считать, что вопрос носит проблемный характер, если он соответствует требованиям, а именно:

- имеет логическую взаимосвязь как с ранее усвоенными определениями и базовыми понятиями, так и с теми, которые подлежат усвоению в определенной ситуации в будущем;
- содержит в себе трудность в познании и осязаемые рамки и границы известного и неизвестного;
- вызывает соответствующий интерес при сравнении нового материала со старыми представлениями.

Последнее, как правило, является необходимым условием применения метода самостоятельной исследовательской деятельности. Без этой личной заинтересованности у обучающихся нет иных стимулов для самостоятельных исследовательских поисков. Однако это условие является необходимым, но не достаточным.

Для самостоятельной исследовательской деятельности обучающемуся необходимо увидеть проблему, четко и грамотно ее сформулировать, чему его нужно научить.

Но прежде обучающегося нужно научить правильно задавать вопросы, ибо, как говорится в известном афоризме: «тот не сделает в жизни ни одного открытия, кто не научился спрашивать».

Научить обучающихся правильно ставить вопросы, значит научить их видеть проблемы, логично мыслить, и, главное, видеть связь вопроса с противоречием в известной или сообщаемой информации.

Постановка вопроса обучающимся должна удовлетворять двум требованиям:

1. Вопрос должен соответствовать противоречию с точки зрения того, о чем спрашивается.

2. Вопрос должен соответствовать исходному противоречию с точки зрения объема запрашиваемого. Здесь возможно три вида ошибок:

– в вопросе запрашивается меньше того, что позволяет выяснить ситуация;

– в вопросе запрашивается больше того, что позволяет выяснить ситуация;

– в вопросе запрашивается то, что дано в условиях самой задачи.

Если не удастся заинтересовать обучающихся задать вопросы по теме занятия, то преподаватель сам ставит важные вопросы и отвечает на них. Это позволит: во-первых, целенаправленно познательную деятельность обучающихся в часы самостоятельной работы над материалом лекции; во-вторых, показать обучающимся, как следует правильно ставить вопросы, чтобы выйти на сложные интересные проблемы; в-третьих, определить направления исследований, которые многие из обучающихся смогут реализовать в своих курсовых и дипломных работах.

Проблемное обучение должно быть направлено в русло проблем реальной практической деятельности выпускника. В процессе и по результатам решения проблемой задачи преподавателю следует самостоятельно и совместно с обучающимися осуществлять анализ поисковой деятельности последних, возможных альтернатив и качества решения проблемной задачи. Такой анализ играет роль организующей обратной связи.

Вообще говоря, и единичные проблемные ситуации уже являются реализацией метода проблемного обучения. Однако идеалом может служить разработанная система проблемных ситуаций, задач с охватом всех разделов курса, оживляемая новизной и экспромтом создаваемых проблем.

В заключение необходимо отметить те новые требования, которые проблемное обучение предъявляет к профессионально-педагогическому уровню преподавателя.

Прежде всего, преподаватель должен быть осведомлен в вопросах методологии познания вообще и преподаваемой дисциплины в частности. Он должен уметь формулировать и выпукло раскрыть проблему, правильно ставить вопросы, организовать обратную связь, корректирующую метод изложения материала.

В случае затруднений, возникающих у обучающихся, он должен уметь расчлнить проблему на подпроблемы, определить уровень самостоятельности обучающихся и вести их от умения только воспроизводить знания, передаваемые преподавателем, до самостоятельных открытий.

Однако главное условие эффективности построения проблемной лекции – это все же умение создавать проблемную ситуацию, которая, в конечном счете, неминуемо выявит противоречия результата анализа старых знаний, будет стимулировать формирование новых проблем, новых направлений поисков [2].

Литература

1. Елисейкин М.М. Технология профессионально-ориентированного обучения: учеб. пособие / под общ. ред. В.И. Бегуна. СПб.: ВМА, 2012. С. 43–148.

2. Латышев О.М., Троянов О.М., Рева Ю.В. Основные направления оптимизации процесса обучения в высшей школе // Науч.-аналит. журн. «Вестник с.-Петербур. ун-та ГПС МЧС России». 2018. № 3. С. 97–108.

References

1. Elisejkin M.M. Tekhnologiya professional'no-orientirovannogo obucheniya: ucheb. posobie / pod obshch. red. V.I. Beguna. SPb.: VMA, 2012. S. 43–148.

2. Latyshev O.M., Troyanov O.M., Reva Yu.V. Osnovnye napravleniya optimizacii processa obucheniya v vysshej shkole // Nauch.-analit. zhurn. «Vestnik s.-Peterb. un-ta GPS MCHS Rossii». 2018. № 3. S. 97–108.

ОСОБЕННОСТИ ПОДГОТОВКИ КАДРОВ ДЛЯ МЧС РОССИИ В СИСТЕМЕ ПОСТДИПЛОМНОГО И ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

**Ю.Г. Баскин, доктор педагогических наук, профессор,
заслуженный работник высшей школы Российской Федерации;
Г.Б. Свидзинская, кандидат химических наук, доцент;
А.А. Баранов, кандидат педагогических наук.
Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России**

Рассмотрены вопросы подготовки кадров пожарно-спасательного профиля в системе дополнительного профессионального и постдипломного образования. С помощью метода семантического дифференциала проведен анализ отношения к профессии среди слушателей и магистрантов Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России. Обработка результатов осуществлена методом факторного анализа. Показано, что развитие системы непрерывного образования должно строиться на практико-ориентированной основе с учетом мотивации сотрудников к получению новых знаний.

Ключевые слова: подготовка кадров, постдипломное и дополнительное образование, метод семантического дифференциала, мотивация

FEATURES OF PERSONNEL TRAINING FOR EMERCOM OF RUSSIA IN THE POSTGRADUATE AND SUPPLEMENTARY PROFESSIONAL EDUCATION SYSTEM

Yu.G. Baskin; G.B. Svidzinskaya; A.A. Baranov.
Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia

The paper deals with the issues of fire and rescue personnel training in the supplementary professional and postgraduate education system. The semantic differential method was used to analyze the attitude to the profession among students and undergraduates of Saint Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia. The results were processed using the factor analysis method. It is shown that the development of the continuing education system should be based on a practice-oriented basis, considering the employees' motivation to obtain new knowledge.

Keywords: personnel training, postgraduate and supplementary professional education, semantic differential method, motivation

За последние десятилетия в Министерстве Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий (МЧС России) активно велась модернизация, внедрялись новые технологии, информационные системы и ресурсы, обновлялись технические средства. Оснащение наших спасателей и пожарных в области медицины катастроф было на мировом уровне, в значительной степени обновлен спасательный флот, в пожарные части поступила современная техника и средства тушения. Работа сотрудника МЧС России предполагает сегодня не только наличие хорошей физической формы, но и серьезной, постоянно обновляющейся инженерной подготовки, позволяющей эффективно использовать имеющиеся ресурсы и оборудование. Приобретенные ранее знания и компетенции требуют

совершенствования, доведения до уровня, который соответствует поступающей в подразделения новой технике и изменившемуся роду трудовой деятельности. Решение данной проблемы лежит в развитии системы повышения квалификации и дополнительного профессионального образования [1–3].

Парадигма «конечного образования», преобладавшая в XX в., теряет свою популярность и в современных условиях сменяется на идею образования в течение жизни («longlife education»), а программы дополнительного профессионального и постдипломного обучения становятся все более актуальными как среди работодателей, так и среди соискателей, стремящихся к реализации своих карьерных амбиций и повышению конкурентоспособности на рынке труда [4]. Задача модернизации системы повышения квалификации, необходимость ее интеграции в образовательное пространство Российской Федерации стала в XXI в. приоритетом в политике нашего государства и, соответственно, в кадровой деятельности МЧС России, что нашло отражение в Федеральном законе Российской Федерации № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» и в приказе МЧС России № 428 «Об утверждении Порядка организации подготовки кадров для замещения должностей в федеральной противопожарной службе Государственной противопожарной службы». В документах отмечается, что реализация программ дополнительного образования осуществляется в интересах человека, общества и государства, обеспечивает получение новых компетенций и приведение квалификации сотрудника в соответствие с меняющимися условиями его профессиональной деятельности, что обеспечивает большую профессиональную мобильность и социальную защищенность работников [5, 6].

Несомненным плюсом дополнительного образования являются большие, по сравнению с традиционной формой обучения, возможности в выборе форм, методов и средств обучения. Тесные связи с работодателями, создание программ для целевой аудитории делают данную форму более практико-ориентированной, а небольшая продолжительность программ позволяет привлечь к обучению большое количество слушателей. Следует отметить, что во многих зарубежных странах темпы развития дополнительного профессионального образования на сегодняшний день выше, чем традиционной системы получения знаний [4].

С другой стороны, присоединение в 2003 г. Российской Федерации к Болонскому процессу имело своей целью не только интеграцию нашего образования в Европейскую систему, но и расширение возможностей обучающихся в освоении новых, необходимых им знаний по программам магистратуры.

Особая роль в развитии системы постдипломного высшего и дополнительного профессионального образования принадлежит вузам. Осуществляя постоянные связи с предприятиями и организациями, обладая богатым научно-педагогическим потенциалом, именно учебные заведения смогли создать эффективные, востребованные на рынке труда программы повышения квалификации. В настоящее время практически во всех регионах России на базе ведущих вузов созданы центры профессиональной подготовки и повышения квалификации специалистов [7]. Развитие системы постдипломного и дополнительного профессионального образования на базе Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России также направлено на совершенствование кадрового потенциала подразделений МЧС России, повышение качества образования и приобретение сотрудниками и работниками подразделений МЧС России необходимых профессиональных компетенций.

Одной из основных проблем постдипломного высшего и дополнительного профессионального образования является эффективность и качество реализуемых образовательных услуг. Эти показатели оцениваются работодателями и слушателями по степени удовлетворенности качеством преподавания, содержанием образовательной подготовки, ее практической направленностью. При этом обучение в системе постдипломного образования имеет свою специфику, которую следует учитывать. Магистранты и слушатели – это не вчерашние школьники, а профессионалы с опытом работы в подразделениях МЧС России. Их готовность к дополнительному обучению и освоению новых компетенций зависит, прежде всего, от мотивации к получению знаний, необходимых при решении конкретных

производственных задач и их профессиональном росте. Причем, учитывая возникающие для соискателей сложности: изменение привычного образа жизни, переезд в другой город, возможные финансовые потери, а также краткосрочный период обучения в системе дополнительного профессионального образования, мотивация к получению новых знаний должна быть сформирована у человека заранее [8].

Отношение к профессии, развитие профессионального самосознания являются важными факторами при формировании мотивации к обучению, повышению квалификации и профессиональной переподготовке. Важнейшими стимулами для освоения новых компетенций являются внутренняя мотивация, то есть возможность профессиональной самореализации и повышения личного мастерства, и внешние мотивы, заключающиеся в стремлении человека быть в выбранной профессии успешным и финансово независимым. Проведенные в группах курсантов и студентов Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России исследования показали, что между мотивацией к овладению профессией и качеством приобретаемых знаний имеется очевидная связь [9].

Задачей настоящего исследования было, базируясь на отношении к выбранной специальности, оценить стремление к повышению профессионального мастерства и готовность к получению дополнительного образования у занимающих разные должности сотрудников МЧС России.

В качестве объекта исследования были выбраны обучающиеся в институте профессиональной подготовки по программам «Спасатель» и «Пожарный» сержанты и офицеры, несущие службу в пожарно-спасательных подразделениях на территории Санкт-Петербурга и Ленинградской области (79 человек). Слушатели института заочного и дистанционного обучения, получающие высшее и второе высшее образование по специальности «Пожарная безопасность» (51 человек, сержанты и офицеры). Магистранты института заочного и дистанционного обучения, обучающиеся по направлению подготовки «Техносферная безопасность» (67 человек, офицеры). Слушатели и магистранты института заочного и дистанционного обучения служат в пожарно-спасательных подразделениях, кадровых и материально-технических службах МЧС России на всей территории Российской Федерации. Все институты входят как структурные подразделения в Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России.

В качестве метода исследования был выбран доказавший свою эффективность при проведении психолого-педагогических исследований метод семантического дифференциала. Особенность метода в том, что семантический дифференциал позволяет выделить коннотативное значение стимула, исследовать эмоционально-личностные переживания респондента и выявить скрытое, порой неосознаваемое самим испытуемым, восприятие исследуемого объекта. Авторами был разработан бланк семантического дифференциала, содержащий 23 пары антонимов и отражающий наиболее важные профессиональные качества сотрудника МЧС России, связанные с эмоциональной стороной работы пожарных и спасателей. Бланки были отпечатаны на отдельных листах и анонимно заполнялись респондентами вручную. Время заполнения бланка составляло не более 10 минут. Оценка проводилась по семибалльной шкале, значение на шкале изменялось от +3 до -3 [9].

Обработка результатов велась в программе SPSS Statistics с помощью метода факторного анализа, позволяющего представить меру сходства значений в виде матрицы корреляций. Оценка качества модели исследования проводилась с помощью критерия Кайзера-Мейера-Олкина, характеризующего степень применимости факторного анализа к данной выборке. Мера адекватности выборки составила для всех групп испытуемых более 0,5, а отношение Хи-квадрат(χ^2)/степень свободы(df) < 2,5, что считается удовлетворительным. Уровень значимости менее 0,05 по критерию сферичности Бартлетта указывает на то, что данные годятся для проведения факторного анализа. Суммарная доля воспроизводимой дисперсии для всех групп респондентов составила более 55 %. Пороговое значение факторной нагрузки, то есть значение коэффициента корреляции каждой из переменных с каждым из выделенных факторов, выбиралось больше или равным 0,40.

Положительное значение факторной нагрузки означало, что объект воспринимается респондентом в большей степени как первый антоним, а отрицательное – как второй. Коэффициенты корреляции между факторами находились в пределах от -0,24 до 0,15, что позволяет говорить о независимости рассматриваемых факторов (табл. 1, 2).

Данные факторного анализа позволили выделить три основных фактора, характеризующих отношение магистрантов и слушателей к своей профессии: фактор 1 – «Образ профессии пожарного и спасателя», факторы 2 и 3 можно обозначить как «Образ себя как представителя профессии». Причем фактор 2 «Образ себя как представителя профессии пожарного-спасателя» отражает отношение к профессии у специалистов МЧС России, связанных, прежде всего, с «боевой» работой по тушению пожаров и спасению людей, то есть непосредственной ликвидацией чрезвычайных ситуаций (ЧС). Фактор 3 «Образ себя как представителя профессии пожарного – инженера (инспектора)» отражает деятельность в пожарных инспекциях, кадровых и материально-технических службах, научных подразделениях, отделах по предупреждению ЧС, то есть в большей степени характеризует офисную работу. Вес этих факторов у разных групп обучаемых отличается в зависимости от формы обучения и занимаемых должностей (табл. 1, 2). Для сравнения в табл. 2 приведены данные, полученные в результате анкетирования выпускников Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России, обучающихся очно по специальности «Пожарная безопасность» [9].

Таблица 1. Отношение слушателей института профессиональной подготовки и магистрантов института заочного и дистанционного обучения к своей профессии (по результатам факторного анализа)

	Фактор 1		Фактор 2		Фактор 3	
	слушатели	магистранты	слушатели	магистранты	слушатели	магистранты
Объясненная совокупная дисперсия, %	23,7	22,92	28,50	19,19	9,54	13,92
Антонимы						
Увлеченная/равнодушная	0,868	0,469				-0,487
Престижная/непрестижная	0,600	0,694				
Интересная/скучная	0,514	0,623				
Выгодная/невыгодная		0,690	0,621			
Любимая/ненавистная	0,53	0,641				
Востребованная/ненужная	0,813	0,741				
Многогранная/односторонняя	0,708			0,656		
Честная/неискренняя	0,689	0,779				
Радостная/печальная	-0,563	0,563				
Самостоятельная/ведомая		0,430	-0,852			
Мужественная/женственная	0,627	0,483				
Безопасная/рискованная			-0,729	0,613		
Деятельная/пассивная	0,556	0,483				-0,577
Спокойная/нервная			-0,577	-0,551	0,525	0,453
Творческая/рутинная			-0,699			-0,583
Сложная/простая			0,806	0,571		

Квалифицированная/ неквалифицированная		0,556				
Эмоциональная/ уравновешенная			0,751	0,79		
Героическая/обыденная	0,877	0,536		0,511		
Упорядоченная/хаотичная			-0,683			0,622
Теоретическая/практическая					0,484	0,585
Физическая/умственная			0,688	0,704		
Индивидуальная/коллективная			-0,803	0,788		

Таблица 2. Отношение слушателей института заочного и дистанционного обучения и курсантов-выпускников Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России к своей профессии (по результатам факторного анализа) [9]

	Фактор 1		Фактор 2		Фактор 3	
	курсанты	слушатели	курсанты	слушатели	курсанты	слушатели
Объясненная совокупная дисперсия, %	23,06	12,48	13,52	26,93	19,89	18,1
Антонимы						
Увлеченная/равнодушная	0,702			0,842		
Престижная/непрестижная	0,702	0,825				
Интересная/скучная	0,713			0,787		
Выгодная/невыгодная		0,738	-0,558		0,472	
Любимая/ненавистная	0,530			0,663		
Востребованная/ненужная	0,644	0,683				
Многогранная/односторонняя	0,597			0,822		
Честная/неискренняя	0,567					
Радостная/печальная		0,577			0,649	
Самостоятельная/ведомая						0,676
Мужественная/женственная				0,683	-0,592	
Безопасная/рискованная					0,776	0,512
Деятельная/пассивная	0,698			0,592		
Спокойная/нервная					0,679	-0,562
Творческая/рутинная			-0,543	0,48		-0,447
Сложная/простая			0,698			0,881
Квалифицированная/ неквалифицированная	0,404			0,497		
Эмоциональная/ уравновешенная	0,613			0,855		
Героическая/обыденная	0,554			0,609		
Упорядоченная/хаотичная			-0,448			0,796
Теоретическая/практическая					0,469	0,823
Физическая/умственная			0,505	0,861	-0,560	
Индивидуальная/коллективная					0,621	0,811

Как видно из данных табл. 1 и 2 максимальное значение первого фактора фиксируется у магистрантов и выпускников Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России, у слушателей значительно выше вес второго фактора, отражающего восприятие не профессии в целом, а себя в выбранном виде деятельности. Этот факт можно объяснить тем, что слушатели – это работники среднего звена, выполняющие в своих подразделениях определенный фиксированный объем работы и воспринимающие профессию более персонифицировано, чем магистранты, которые уже, как правило, занимают руководящие должности и видят свою службу в более широкой перспективе, связывают ее с теми проблемами, которые решает не отдельный человек, а подразделение или министерство в целом. Значительная доля первого фактора у выпускников университета связана, наоборот, с недостатком профессионального самосознания и опыта, поскольку в период обучения курсанты получают лишь общее представление о тех видах деятельности, которые реализуются в МЧС России. Магистранты характеризуют свою работу как индивидуальную, что отражает личную ответственность руководителя за принимаемые решения, а слушатели, обучающиеся по программам профессионального образования и несущие службу в пожарных и спасательных подразделениях, осознают важность именно коллективного труда и четкого выполнения приказа при ликвидации ЧС (высокая факторная нагрузка по антониму «ведомая»), в результате вес третьего фактора, характеризующего не «боевую», а «офисную» составляющую в деятельности сотрудников МЧС России в группе слушателей института профессиональной подготовки, незначителен.

Результаты проведенного исследования свидетельствуют о том, что сотрудники МЧС России высоко оценивают свою профессию, все группы испытуемых характеризуют ее как востребованную и престижную, в отличие от выпускников университета, слушателей и магистрантов, представляющих все регионы России, их устраивает уровень финансового обеспечения. Подобное отношение закономерно мотивирует людей на самосовершенствование в профессии и карьерный рост.

Повышение уровня образования и продвижение по службе способствуют формированию профессионального кругозора, отношение к профессии становится более позитивным (высокие значения факторных нагрузок по антониму «любимая» у магистрантов и слушателей-заочников), растет факторная нагрузка по переменной «честная», достигая своего максимального значения у магистрантов, что особенно важно для тех людей, которые осуществляют руководящие функции. Соответственно, увеличиваются факторные нагрузки и по антониму «квалифицированная», хотя этот показатель для всех групп испытуемых находится на крайне низком уровне, что свидетельствует о недостаточном, особенно в регионах, обеспечении пожарных и спасательных подразделений современной техникой и оборудованием.

К негативным результатам, полученным в ходе исследования, следует отнести то, что, фиксируя многогранный характер своей деятельности, слушатели, повышающие профессиональный уровень по программам среднего образования, отмечают, что работа не всегда им интересна, носит рутинный характер, в результате, факторная нагрузка по переменной «любимая» имеет в этой группе невысокое значение. То, что в группе слушателей института профессиональной подготовки сотрудник не проявляет самостоятельности, а выполняет приказы в ходе ликвидации ЧС – вполне закономерно, однако низкие значения по шкале «самостоятельная» у магистрантов указывают на страх неудачи, вызванный недостатком современных профессиональных знаний при принятии решений. Ни одна из групп испытуемых не отметила практический характер деятельности сотрудника МЧС России, что свидетельствует как о недостаточном количестве учений непосредственно в подразделениях, так и соответствующих пробелах в составлении и реализации программ постдипломного и дополнительного профессионального образования.

В ходе исследования не проводился подробный анализ того, к какой возрастной группе относятся обучаемые, однако можно констатировать, что средний возраст у магистрантов выше, в этой же группе более половины обучаемых составляют старшие офицеры. В связи

с этим интересно было сравнить, как отношение к профессии меняется по мере накопления профессионального опыта. Все группы обучаемых отмечают высокую эмоциональную нагрузку в профессии сотрудника МЧС России, однако факторные нагрузки по переменным «увлеченная», «героическая» и «мужественная» выше в группе слушателей института профессиональной подготовки и постепенно снижаются при переходе от слушателей-заочников к магистрантам. С одной стороны, это можно объяснить тем, что в группе, получающей высшее образование, большая часть респондентов непосредственно не связана с деятельностью по спасению людей во время ЧС (значительный вес фактора 3, отражающего офисную составляющую), с другой, приобретаемый опыт уменьшает ореол героизма и опасности, выполняемая работа уже не представляется сложной и рискованной, становится обыденной, проявляется профессиональное выгорание (низкие значения факторных нагрузок по антонимам «увлеченная» и «деятельная» в группе магистрантов).

Сравнение структуры 2 и 3 фактора по всем группам испытуемых свидетельствует о том, что образ профессии у сотрудников МЧС России, проходящих службу в подразделениях, занимающихся непосредственной ликвидацией ЧС, и работой по их предупреждению и обеспечению деятельности подразделений МЧС России закономерно отличается. Офисная работа имеет более упорядоченный, рутинный, теоретический характер, она не сопряжена с риском, хотя, как отмечают слушатели, также требует нервного напряжения и умения взять ответственность на себя (высокие факторные нагрузки по переменным «самостоятельная», «индивидуальная»). Для сотрудников пожарных и спасательных подразделений – это требующий героизма эмоциональный, физический труд. При этом и выпускники, и слушатели отмечают сложность своей профессии, а значит (даже неосознанно) внутренне мотивированы на обучение (табл. 2).

Таким образом, результаты проведенного исследования свидетельствуют о том, что развитие системы постдипломного и дополнительного профессионального образования должно формировать интерес и уважение к профессии пожарного и спасателя, базируясь на современном отечественном и мировом опыте модернизации систем ликвидации и предупреждения ЧС, и предотвращать, за счет развития деловых и творческих способностей, возможное профессиональное выгорание сотрудников МЧС России. Успешность учебной деятельности определяется мотивацией сотрудника, поэтому при разработке планов и рабочих программ в системе дополнительного образования следует помнить, что обучение взрослых, прежде всего, должно базироваться на решении конкретных проблем, а не на теоретическом содержании дисциплины, а при формировании учебных групп следует уделять внимание опыту и особенностям служебной деятельности обучающихся.

Литература

1. Свидзинская Г.Б., Шифф В.К. Подготовка кадров пожарно-спасательного профиля в системе дополнительного профессионального образования // Пожарная безопасность: современные вызовы. Проблемы и пути решения: сб. материалов Междунар. науч.-практ. конф. СПб., 2020. Т. 1. С. 5–9.
2. Баскин Ю.Г., Свидзинская Г.Б. Реализация государственной программы обновления аварийно-спасательного флота Российской Федерации на отечественных верфях // Проблемы управления рисками в техносфере. 2017. № 3 (43). С. 123–129.
3. Аганов С.С., Асеев И.М. Общие условия развития компетентности сотрудника государственного пожарного надзора в процессе дополнительной профессиональной подготовки // Проблемы управления рисками в техносфере. 2014. № 1 (29). С. 145–149.
4. Коршунов И.А., Гапонова О.С., Пешкова В.М. Век живи – век учись: непрерывное образование в России. М.: Изд. дом Высшей школы экономики, 2019. 310 с.
5. Об образовании в Российской Федерации: Федер. закон Рос. Федерации от 29 дек. 2012 г. № 273-ФЗ. М.: Проспект, 2013. 151 с.
6. Об утверждении Порядка организации подготовки кадров для замещения должностей в федеральной противопожарной службе Государственной противопожарной

службы: приказ МЧС России от 6 окт. 2017 г. № 428 // Министерство юстиции Рос. Федерации. URL: <https://minjust.consultant.ru/documents/37215> (дата обращения: 14.08.2020).

7. Пахомов А.М., Иванов В.Г. Дополнительное профессиональное образование в вузе // Высшее образование в России. 2004. № 8. С. 57–65.

8. Каменская Ж.Н. Мониторинг в системе дополнительного профессионального образования (опыт МГПИ) // Совет ректоров. 2011. № 8. С. 56–60.

9. Баранов А.А., Свидзинская Г.Б., Шифф В.К. Формирование образа профессии у будущих офицеров Государственной противопожарной службы МЧС России // Труды Военно-космической академии им. А.Ф. Можайского. 2019. № 668. С. 355–364.

References

1. Svidzinskaya G.B., Shiff V.K. Podgotovka kadrov pozharno-spasatel'nogo profilya v sisteme dopolnitel'nogo professional'nogo obrazovaniya // Pozharnaya bezopasnost': sovremennye vyzovy. Problemy i puti resheniya: sb. materialov Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. SPb., 2020. T. 1. S. 5–9.

2. Baskin Yu.G., Svidzinskaya G.B. Realizaciya gosudarstvennoj programmy obnovleniya avarijno-spasatel'nogo flota Rossijskoj Federacii na otechestvennyh verfyah // Problemy upravleniya riskami v tekhnosfere. 2017. № 3 (43). S. 123–129.

3. Aganov S.S., Aseev I.M. Obshchie usloviya razvitiya kompetentnosti sotrudnika gosudarstvennogo pozharnogo nadzora v processe dopolnitel'noj professional'noj podgotovki // Problemy upravleniya riskami v tekhnosfere. 2014. № 1 (29). S. 145–149.

4. Korshunov I.A., Gaponova O.S., Peshkova V.M. Vek zhivi – vek uchis': nepreryvnoe obrazovanie v Rossii. M.: Izd. dom Vysshej shkoly ekonomiki, 2019. 310 s.

5. Ob obrazovanii v Rossijskoj Federacii: Feder. zakon Ros. Federacii ot 29 dek. 2012 g. № 273-FZ. M.: Prospekt, 2013. 151 s.

6. Ob utverzhdenii Poryadka organizacii podgotovki kadrov dlya zameshcheniya dolzhnostej v federal'noj protivopozharnoj sluzhbe Gosudarstvennoj protivopozharnoj sluzhby: prikaz MCHS Rossii ot 6 okt. 2017 g. № 428 // Ministerstvo yusticii Ros. Federacii. URL: <https://minjust.consultant.ru/documents/37215> (data obrashcheniya: 14.08.2020).

7. Pahomov A.M., Ivanov V.G. Dopolnitel'noe professional'noe obrazovanie v vuze // Vysshee obrazovanie v Rossii. 2004. № 8. S. 57–65.

8. Kamenskaya Zh.N. Monitoring v sisteme dopolnitel'nogo professional'nogo obrazovaniya (opyt MGPI) // Sovet rektorov. 2011. № 8. S. 56–60.

9. Baranov A.A., Svidzinskaya G.B., Shiff V.K. Formirovanie obraza professii u budushchih oficerov Gosudarstvennoj protivopozharnoj sluzhby MCHS Rossii // Trudy Voenno-kosmicheskoy akademii im. A.F. Mozhajskogo. 2019. № 668. S. 355–364.

ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ В ВУЗАХ МЧС РОССИИ

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

Рассматриваются проблемы дистанционного обучения, проявившиеся в период пандемии коронавируса, при проведении занятий в вузах, а также представлены пути совершенствования дистанционного обучения в вузах МЧС России для контингента очного и заочного обучения.

Ключевые слова: дистанционное обучение, дистанционные образовательные технологии, интерактивные средства дистанционного обучения, студент, преподаватель-тьютор

PROBLEMS AND WAYS TO IMPROVE DISTANCE LEARNING IN HIGHER EDUCATION INSTITUTIONS OF THE MINISTRY OF EMERGENCY SITUATIONS OF RUSSIA

O.N. Savchuk; V.P. Kreitor.
Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia

In the article the problems of distance learning emerged in the period of a pandemic of mers in conducting classes in universities, and also presented ways to improve distance learning in Universities of EMERCOM of Russia for contingent full-time and distance learning.

Keywords: distance learning, distance learning technologies, interactive means of distance learning, student, teacher-tutor

В практику обучения студентов в высшей школе России стали широко внедрять дистанционное обучение с начала XXI в. Совершенствование технологий дистанционного обучения идет параллельно с совершенствованиями технических информационных средств, их доступности широкому кругу населения и, прежде всего, интернета.

Дистанционное обучение предусматривает получение знаний индивидуумом на расстоянии при помощи информационных технологий с использованием интернета.

В основе получения знаний при дистанционном обучении лежит самостоятельная работа обучаемого под контролем преподавателя, который направляет его работу и при необходимости консультирует посредством различных информационных технических средств: по мобильному телефону, электронной почте, телекоммуникационного компьютерного общения.

В современном дистанционном обучении используются новые информационные технологии на базе компьютеров, аудио-видеотехники, гаджетов, мобильных средств телекоммуникаций.

В целом дистанционное обучение представляет совокупность технологий, обеспечивающих получение обучаемыми основного пакета учебного материала по той или иной дисциплине, доступ к электронной базе вуза, интерактивное общение обучаемых и преподавателей в процессе обучения [1, 2].

Широкое распространение дистанционное обучение получило в системе заочного обучения слушателей вузов МЧС России, вследствие возможности снижения стоимости

обучения этого контингента за счет сокращения трат на проезд их из дальних мест России на периодические сессии и отвлечения их с мест работы. Это повлекло за собой потребность разработки и внедрения дистанционных образовательных технологий, реализуемых в основном с применением информационных и телекоммуникационных средств, обеспечивающих интерактивное взаимодействие обучающегося и преподавателя.

К тому же, наряду с очным обучением, дистанционное обучение имеет ряд достоинств:

- обучающийся может сам определить, когда и сколько ему лично необходимо времени для усвоения дисциплины;
- обучение проводится без прекращения работы на производстве, в удобное для работника время;
- обучение может осуществляться для обширных контингентов обучаемых и на больших расстояниях от места нахождения вуза;
- способность обучаемых общаться друг с другом и с преподавателем через широкий круг средств информационных технологий;
- экономическая целесообразность дистанционного обучения.

В тоже время следует отметить и недостатки, присущие дистанционному обучению:

- отсутствие непосредственного очного общения преподавателя с обучаемыми, что снижает эмоциональное восприятие учебного материала, преподносимое преподавателем;
- необходимость наличия персонального компьютера с достаточной скоростью подключения к интернету;
- требование достаточно высокой подготовки обучаемых к использованию технических средств дистанционного обучения;
- в ряде случаев проблема идентификации обучаемых при тестировании и проверке знаний;
- высокие затраты при создании системы дистанционного обучения, технического и программного оснащения, разработки учебных материалов дисциплин дистанционного обучения;
- высокая трудоемкость, затрачиваемая на разработку учебного сопровождения дисциплин дистанционного обучения. По оценке экспертов, на разработку одного часа интерактивного мультимедийного учебного материала может потребоваться до 1 000 часов профессионально подготовленного специалиста;
- недостаточная компьютерная грамотность преподавателей и обучаемых, в ряде случаев отсутствие опыта дистанционного обучения, что вызывает необходимость повышения специфической компьютерной подготовки преподавателя-тьютора;
- недостаточный охват территории России информационно-коммуникационными системами;
- требование высокой квалификации разработчиков для создания качественных мультимедийных учебных пособий, материалов для проведения занятий в системе дистанционного обучения;
- трудности в проведении практических занятий, что снижает подготовку квалифицированного специалиста;
- недостаточное количество методических материалов по подготовке и проведению различного вида занятий в системе дистанционного обучения.

Вынужденный перевод очного обучения в вузах вследствие пандемии коронавируса на дистанционный вскрыл не только недостатки, присущие этому виду обучения, но и неготовность компьютерных систем, а в ряде случаев возникавшие сбои при проведении различного вида занятий очного обучения.

Для дистанционного обучения заочников характерно проведение в ограниченном формате таких занятий, как лекция, семинар, практическое занятие, зачет.

Рассмотрим проблемы, возникающие при проведении таких занятий, и пути повышения качества их проведения в вузах МЧС России.

Проведение лекций дистанционным путем для заочников практически ничем не отличается от методики проведения их для очников. При этом, как правило, они проводятся из специально подготовленной для этого аудитории. В некоторых вузах МЧС России программы видеосопровождения лекций составлены так, что обучаемые видят и слышат сидящего преподавателя до пояса, который демонстрирует и комментирует кадры презентации. При этом преподаватель не видит обучаемых, обратная связь с ними осуществляется путем печатания ими вопросов преподавателю. Недостаток при проведении лекции в таком формате: преподаватель не видит лиц обучаемых, отсутствие звукового общения их с преподавателем, преподаватель вынужден сидеть за столом, что приводит к увеличению на него физической и эмоциональной нагрузки [3–6].

Целесообразно, во-первых, проводить такие занятия в стационарных условиях, в специально оборудованной аудитории, позволяющей обучаемым видеть преподавателя в полный рост, работающего не только с презентацией, но и с доской и наглядными пособиями. При отсутствии таких аудиторий можно использовать существующие аудитории вуза МЧС России с предварительной установкой переносной аппаратуры передачи информации.

Во-вторых, программа проведения лекций должна быть составлена в виде видеоконференций. В этом случае педагог видит всех присутствующих и имеет возможность с ними общаться.

В-третьих, пора освободиться от чтения лекций для заочников в традиционной классической манере. В связи с этим следует по каждой дисциплине записать видеолекции и разместить их в электронной базе вуза МЧС России, что позволит обучаемым обратиться к ним при подготовке в любое удобное для них время. Кроме того, планировать отдельные лекции для них по наиболее сложной теме. При этом накануне чтения таких лекций слушатели сами изучают материал и конспектируют его по видеолекции по данной теме, а роль преподавателя при чтении такой лекции будет заключаться в разъяснении отдельных положений, активизации познавательной деятельности путем постановки проблемных вопросов, доведения новых положений руководящих документов.

Что же касается проведения лекций дистанционно для очного контингента, то опыт проведения их в период пандемии показал, что лекции следует проводить в виде видеоконференций для небольших групп обучаемых, для чего необходимо предварительно обеспечить соответствующей программой компьютерные средства всех лекторов на своих домашних местах.

При проведении занятий дистанционно с контингентом очного обучения в период пандемии коронавируса во многих вузах были отмечены технические сбои приема информации у обучаемых, а порой и срывы из-за перегрузки сети. В связи с этим в дальнейшем следует предусмотреть наличие компьютерных систем у обучаемых и преподавателя с достаточной скоростью обмена информацией, позволяющей проводить данное занятие без сбоев.

Проведение семинаров дистанционно надо проводить в виде видеоконференций с возможностями демонстрации презентаций слушателей, выступающих с реферативными докладами по вопросам тематики семинара.

Наиболее сложными и проблемными в дистанционном формате являются практические занятия. Например, связанные с расчетами определения возможных последствий чрезвычайных ситуаций (ЧС), оценки обстановки, определения сил и средств и принятия решений на применение их при ликвидации ЧС при достаточной предварительной подготовке обучаемых и совершенствовании методики, еще можно провести. Практические занятия, связанные с работой на технике, аварийно-спасательном оборудовании, работе в средствах индивидуальной защиты, провести практически невозможно.

Эту проблему можно решить путем создания виртуальных комплексных тренажеров работы на технике, оборудовании подобно тому, как успешно проводятся уже многие годы

лабораторные работы по физике для заочного контингента обучения в Санкт-Петербургском университете ГПС МЧС России на базе созданной виртуальной лаборатории.

Закрепление практических навыков при работе на технике и оборудовании, а также проведение учений предлагается осуществлять в условиях пандемии путем проведения занятий на заключительном этапе с выездом на учебный полигон вуза МЧС России контингента очного обучения при соблюдении санитарно-эпидемиологических условий безопасности.

Большая роль в целенаправленном и качественном усвоении любой дисциплины контингентом заочного обучения принадлежит преподавателю-тьютору при проведении индивидуальных консультаций. Однако целесообразно, на взгляд авторов, введение для данного контингента консультаций в составе группы. Цель такого занятия – побудительный стимул для обучаемых изучения определенных тем дисциплины, возможность осуществления периодического контроля преподавателя за качеством и полнотой изучения сложных тем обучаемых. Кроме того, преподаватель в ходе таких занятий отвечает на возникшие вопросы, которые могут затрагивать интересы большого круга обучаемых, что позволит снизить нагрузку преподавателя при проведении индивидуальных консультаций, связанных с выполнением контрольных заданий [7].

Одной из проблем дистанционного обучения является качественная оценка знаний в ходе проведения зачетов и экзаменов. Как правило, они проводятся в виде тестирования, и часто невозможно идентифицировать личность обучаемого при проверке знаний. Эта проблема сегодня решается установкой видеокамер на стороне обучающего и соответствующего программного обучения. Однако и в этом случае не исключена подсказка обучаемому извне посредством современного арсенала мобильных устройств, которые трудно зафиксировать преподавателю. Поэтому многие вузы МЧС России планируют обязательную очную сессию.

Целесообразно практиковать сдачу итоговых зачетов и экзаменов по дисциплинам на удаленных филиалах вузов МЧС России в компьютерных классах с привлечением лиц, которые бы имели право контролировать и свидетельствовать, что зачет (экзамен) сдавал именно тот человек, который был заявлен, а также отсутствие на зачете (экзамене) запрещенных мобильных средств приема информации.

В настоящее время еще мало разработано наглядных методических материалов по качественной подготовке и проведению дистанционного обучения. Это связано с квалификацией разработчика (преподавателя-тьютора). Поэтому в вузах МЧС России следует таких преподавателей готовить в рамках повышения квалификации на курсах из среды существующих педагогов в силу специфики проведения занятий и разработке качественных методических материалов. Однако на практике для разработки качественного учебно-материального обеспечения дистанционного обучения по дисциплине требуются совместные усилия как минимум преподавателя по дисциплине, а также программиста, знакомого с интернет-технологиями и инновациями в преподавании. В связи с этим предлагается в штате вуза МЧС России иметь отдел сотрудников-программистов, закрепленных за кафедрами, которые бы осуществляли помощь педагогам-тьюторам в качественной разработке материалов с учетом применения современных коммуникационных средств [8].

Таким образом, предлагаемые пути совершенствования дистанционного обучения позволят повысить качество подготовки в вузах МЧС России специалистов по заочной форме обучения. Это также будет способствовать качественной подготовке к возможному проведению дистанционного обучения очного контингента в кризисных условиях, подобных пандемии коронавируса.

Литература

1. Вайндорф-Сысоева М.Е., Грязнова Т.С., Шитова В.А. Методика дистанционного обучения: учеб. пособие для вузов. М.: МПГУ, Юрайт, 2018.

2. Жаперова Самал. Внедрение системы дистанционного обучения Moodle в высшем образовании. М.: LAP Lambert Academic Publishing, 2019.
3. Слепенькин А.Е. Современные аудиовизуальные и информационные технологии в образовании // Актуальные вопросы современной педагогики: материалы I Междунар. науч. конф. Уфа, 2011.
4. Осипов Л.Б., Горева О.М. Дистанционное обучение в вузе: модели и технологии // Современные проблемы науки и образования. 2014. № 5.
5. Дронова Е.Н. Технологии дистанционного обучения в высшей школе: опыт и трудности использования // Преподаватель XXI век. 2018. № 3.
6. Зеленков Ф.В., Зотова М.В. Особенности дистанционных образовательных технологий в современных условиях // Решетневские чтения. 2014.
7. Куликова Е.В. Анализ факторов, сопутствующих дистанционному обучению в вузе // Вестник Сибирского института безопасности и информационных технологий. 2017.
8. Андрияшина Т.Н. Дистанционное обучение в вузе // Вестник Самарского государственного технологического университета. 2015.

References

1. Vajndorf-Sysoeva M.E., Gryaznova T.S., Shitova V.A. Metodika distancionnogo obucheniya: ucheb. posobie dlya vuzov. M.: MPGU, Yurajt, 2018.
2. Zhaperova Samal. Vnedrenie sistemy distancionnogo obucheniya Moodle v vysshem obrazovanii. M.: LAP Lambert Academic Publishing, 2019.
3. Slep'en'kin A.E. Sovremennye audiovizual'nye i informacionnye tekhnologii v obrazovanii // Aktual'nye voprosy sovremennoj pedagogiki: materialy I Mezhdunar. nauch. konf. Ufa, 2011.
4. Osipov L.B., Goreva O.M. Distancionnoe obuchenie v vuze: modeli i tekhnologii // Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya. 2014. № 5.
5. Dronova E.N. Tekhnologii distancionnogo obucheniya v vysshej shkole: opyt i trudnosti ispol'zovaniya // Prepodavatel' XXI vek. 2018. № 3.
6. Zelenkov F.V., Zotova M.V. Osobennosti distancionnyh obrazovatel'nyh tekhnologij v sovremennyh usloviyah // Reshetnevskie chteniya. 2014.
7. Kulikova E.V. Analiz faktorov, soputstvuyushchih distancionnomu obucheniyu v vuze // Vestnik Sibirskogo instituta bezopasnosti i informacionnyh tekhnologij. 2017.
8. Andryuhina T.N. Distancionnoe obuchenie v vuze // Vestnik Samarskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta. 2015.

УДК 159.947

АКТУАЛЬНЫЕ ПСИХОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ВОСПИТАНИЯ ДИСЦИПЛИНИРОВАННОСТИ ЛИЧНОГО СОСТАВА

С.Б. Пашкин, доктор педагогических наук, профессор;

С В. Саркисов, доктор технических наук, доцент.

**Военный институт (инженерно-технический) Военной академии
МТО им. генерала армии А.В. Хрулева.**

**Л.В. Медведева, доктор педагогических наук, профессор,
заслуженный работник высшей школы Российской Федерации.**

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

Проведён анализ актуальных психологических аспектов в области воспитания дисциплинированности личного состава различных воинских подразделений, приведены факторы, обуславливающие возможное появление дисциплинарно-психологических проблем, а также выделены различные уровни психологической профилактики.

Ключевые слова: психологические аспекты, дисциплина, воспитание, сознание, профилактика

ACTUAL PSYCHOLOGICAL ASPECTS OF EDUCATION OF PERSONNEL DISCIPLINATION

S.B. Pashkin; S.V. Sarkisov.

Military institute (engineering and technical) of the Military academy MTS them. General of the army A.V. Khrulev.

L.V. Medvedeva.

Saint Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia

The article analyzes the current psychological aspects in the field of discipline of personnel of various military units, special attention is paid to the problems that arise during this process, factors that determine the possible occurrence of disciplinary-psychological problems, and also various levels of psychological prevention are highlighted.

Keywords: psychological aspects, discipline, education, consciousness, prevention

Воспитательная работа с личным составом подразумевает содействие развитию духовного и нравственного сознания у военнослужащих, способствует формированию таких качеств, как патриотизм, отвага, любовь к своему Отечеству, верность конституционному и воинскому долгу, а также дисциплине [1].

В Дисциплинарном уставе Вооруженных Сил Российской Федерации дисциплина определяется как «строгое и точное соблюдение всеми военнослужащими порядка и правил, установленных законами, воинскими уставами и приказами командиров (начальников)». Это значит, что отправной точкой как в понимании дисциплины, так и в ее обеспечении являются правила поведения военнослужащих, которые являются центральным звеном дисциплины. Без соблюдения правил – не будет дисциплинированности. При этом чрезвычайную важность приобретает конкретика формулировки правил, которая исключает возможность субъективных трактовок.

Процесс дисциплинирования личного состава, а также его профилактика является самостоятельной проблемой [2, 3]. Данная проблема несет в себе так же социальную значимость, ведь законность и соблюдение воинской дисциплины является одним из составляющих имиджа военнослужащего. Служебная дисциплина и законность – это отражение работы системы морально-психологического обеспечения служебной деятельности личного состава в целом. Качество и динамичность работы этой системы благотворно влияют на дисциплину военнослужащих, если в ней реализуются все направления работы в соответствии с задачами, которые предлагают каждое из них [4, 5].

В то же время служебная дисциплина решает множество социально-психологических проблем (в том числе конфликты в коллективе), так как военнослужащие, следующие определенному уставу, регулируют и регламентируют свое поведение и служебные взаимоотношения согласно нормам и правилам, прописанным в уставе. Проблема заключается в особенностях этого поведения и выстраивания взаимоотношений, которые в большей степени зависят от индивидуально-психологических характеристик отдельного человека, а также от «психологических механизмов обеспечения дисциплины» [6, 7]. Например, если в одном случае дисциплинарный проступок случается по причине неготовности следовать социальным нормам данного коллектива и, соответственно, дисциплинарным санкциям и мерам воздействия, то в другом случае – это является порождением проявления выраженных психологических характеристик человека, что в последствии может приводить к психологическим проблемам в принципе. И в том, и в другом случае происходит нарушение организации работы воинского коллектива, дезорганизация дисциплины, а также препятствие личностному и коллективному развитию.

К числу проблем в области дисциплинирования личного состава в различных воинских подразделениях можно отнести:

- неустойчивость или несформированность индивидуальных и групповых норм поведения личного состава, а также управление ими;
- некомпетентность субъектов психологической и воспитательной работы служебной деятельности;
- личная психическая дезорганизация;
- неуважение к закону, власти, праву и соответствующим мерам;
- наличие особых дисциплинарных групп в воинском коллективе («дедовщина», «фаворитизм» и т.п.);
- неблагоприятный социально-психологический климат в коллективе;
- отсутствие санкций за соблюдение/несоблюдение дисциплины.

В контексте рассматриваемого вопроса можно выделить следующие факторы, обуславливающие появление дисциплинарно-психологических проблем [8]:

а) общеслужебные, которые проявляются в условиях существования всего коллектива воинского подразделения;

б) локальные, специфические, порождаемые индивидуально-психологическими особенностями сотрудников, взаимоотношениями в коллективах, а также частым расхождением повышенных требований к служебному порядку и готовностью личного состава к их реализации и соблюдению.

Отдельно хочется сказать о ряде проблем. Так, некомпетентность сотрудников подразделений связывается с их личностными ценностями, где законность и следование дисциплине стоит далеко не на первых местах. Здесь, зачастую очень ярко проявляется одна особенность атрибуции по отношению к ответственности. Соблюдение/несоблюдение дисциплины и меры наказания за это приписываются другим, но не себе. С себя данная ответственность снимается, потому мы и не видим соблюдения дисциплины у личного состава подразделения. Потому как командир состава руководствуется в данном случае не дисциплинарным уставом и поддержанием дисциплины, а своими эгоистическими побуждениями, потребностью во власти [9].

Огромное значение для дисциплины и ее особенностей имеют такие явления, как «дедовщина», «фаворитизм» и т.д. В коллективе устанавливаются особые взаимоотношения, которые уже несут в себе определённый «норматив поведения», и он не согласуется с общепринятым воинским уставом. По отношению к молодым военнослужащим, которые проходят еще адаптационный период, это имеет отдельное влияние, так как у них еще в принципе не сформировано понимание и представление о воинской дисциплине, служебных отношениях и служебных порядках [10, 11].

На этом этапе, а также во время всей службы, большой вес имеет мотивирование поведения. В частности, ситуация соблюдения или несоблюдения дисциплины. Если, к примеру, соблюдение дисциплины не поощряется (отсутствие похвалы), поведение такого военнослужащего приравнивается к поведению всех остальных, среди которых есть явно не следующие никаким правилам и нормам, то обесценивается личная важность поддержания внутренней дисциплинированности, и внутренние ресурсы ее соблюдения просто «истощаются».

Неблагоприятный социально-психологический климат имеет особую значимость в контексте рассматриваемой проблемы, так как такое явление относится не только к воинским коллективам, но и ко всем коллективам, в которых существуют определённые взаимоотношения между его членами, а также внутри которого стоят конкретные задачи, которые коллективу нужно выполнять. Здесь большое влияние имеет так же командир подразделения, который транслирует свои ценности и «управляет» коллективом, а значит и его поведением. Данный факт можно рассматривать как один из способов дисциплинирования, которым могут пользоваться командиры [12].

Если говорить о психологических проблемах дисциплинирования личного состава, то они разрешаются с помощью изменения (порой кардинального) личных установок и ценностей, иногда картины мира в целом каждого сотрудника и военнослужащего, а также коррекцией тех взаимоотношений, которые выстроились в коллективе.

Также большое благоприятное влияние окажут проведенные мероприятия, способствующие: а) внутреннему принятию правил; б) пониманию важности наличия дисциплины; в) соблюдению дисциплины и воспитанию в военнослужащих качества – дисциплинированность.

Профилактика (в общем смысле) – комплекс мероприятий, направленных на сохранение и укрепление чего-либо, а также на предупреждение какого-либо явления, которое оказывает негативное влияние на функционирование рассматриваемой системы [13].

Обсуждая данный процесс в контексте рассматриваемой проблемы, можно сказать, что в основном профилактика нарушения дисциплины личного состава в различных воинских подразделениях сводится к применению мер воздействий (в частности наказаний), которые проявляются в «трудоустройстве» (общественные работы, «наряды», чистка оружия и т.п.), что, в свою очередь, не повышает общий уровень дисциплины в воинском коллективе.

Поэтому крайне важным и актуальным становится проблема разработки комплекса профилактических мероприятий, направленных на поддержание и укрепление дисциплины личного состава. Также важно, чтобы данный комплекс применялся к военнослужащему на протяжении всей его службы, что будет способствовать, помимо всего прочего, всестороннему и гармоничному развитию личности в целом.

Забота об укреплении воинской дисциплины – это общее дело сотрудников частей и подразделений. Она должна охватывать все направления морально-психологической служебной деятельности (воспитательная, информационная, психологическая, культурно-досуговая работы и др.), быта и отдыха личного состава. Кроме того, ей подчинены цели и содержание, организация и методика, средства и формы педагогического воздействия.

Особая роль в такой работе, как профилактика, отводится именно руководителю воинского подразделения. В первую очередь он вдохновляет своим примером и авторитетом военнослужащих. Его личные ценностные ориентиры и установки, которые сочетаются

с правилами дисциплины в части, а также личное понимание и принятие этого явления как такового (дисциплинированность), повышает его личный авторитет, что, в свою очередь, благоприятно сказывается на коллективе и его дисциплине.

В рамках работы с личным составом также предусмотрена целая программа мер по предупреждению девиаций поведения:

- проведение занятий по морально-психологической подготовке;
- информирование личного состава о мерах юридической ответственности сотрудников за совершение правонарушений;
- правовая пропаганда и воспитание;
- целевые плановые и внеплановые проверки работы;
- периодическое рассмотрение на совещаниях состояния служебной дисциплины в подразделениях с принятием конкретных мер, изучение поведения сотрудников в свободное от службы время и т.п.

Профилактика возможных дисциплинарных нарушений также предусмотрена в медицинском сопровождении каждого сотрудника и военнослужащего. Именно она будет позволять своевременно определять физиологические и функциональные отклонения у человека, а также отслеживать наличие психотропных веществ и алкоголя в организме.

Большую значимость в этой связи имеет такое направление, как психологическая работа по предотвращению девиаций в поведении.

В плане профилактики здесь могут иметь большую роль мероприятия, проводимые заранее, с целью раннего выявления категории лиц, склонных к различного рода девиациям. Это процедура профессионального психологического отбора на службу. На этом этапе у специалистов есть возможность заранее знать о всех индивидуально-психологических особенностях поступающего на службу, и, соответственно, отобрать тот состав, который будет соответствовать предъявляемым требованиям.

Дальнейшее обучение и профессиональная подготовка военнослужащих, тоже имеет немаловажное значение [14, 15]. На этом этапе происходит усвоение новых для человека норм и правил поведения, шаблонов и алгоритмов действия, что погружает его в процесс и в тот режим деятельности, который будет для него привычным. Соответственно, укрепляется понимание важности соблюдения дисциплины.

В системе психологической профилактики можно выделить три уровня:

1. «Первичная профилактика». Здесь происходит работа непосредственно разного рода специалистов подразделения (руководитель, психолог, командир и др.) по формированию культуры поведения и чувства долга и ответственности. В основном эта работа производится со всем личным составом.

2. «Вторичная профилактика». На этом этапе происходит работа с людьми, обладающими трудностями в поведении. Обычно эти люди имеют ряд дисциплинарных проступков, которые не несут за собой серьезных нарушений или последствий социальной значимости, не подрывают строй и поведение всего подразделения. Задача специалистов на этом уровне – преодолеть вместе с военнослужащим те трудности, которые он испытывает, чтобы проступки не приобрели систематический характер, не закрепились в его поведении и в дальнейшем не отразились пагубно на его служебном положении. На данном этапе поведение человека еще можно прогнозировать, поэтому важно его скорректировать до того, как оно станет труднопрогнозируемо.

В процессе взаимодействия с военнослужащим анализируются причины проступка, его индивидуально-психологические особенности, а также склонности, которые могли бы объяснить его поведение и помочь в профилактике и коррекции.

Здесь мероприятия и взаимодействия с военнослужащими могут иметь как индивидуальный, так и групповой характер.

3. «Третичная профилактика». Этот уровень характеризуется работой с военнослужащими с ярко выраженными проблемами в поведении (например, употребление алкоголя, систематические дисциплинарные нарушения, порча имущества, драки и т.д.),

здесь уже имеет смысл говорить о психологических проблемах индивида, а также, возможно, некорректном и некомпетентном профессиональном психологическом отборе. Такие проблемы в поведении подразумевают конкретную коррекцию и работу с военнослужащим. Формы работы, которые может выбрать специалист, могут быть как индивидуальными, так и групповыми. Психолог на момент взаимодействия с военнослужащим будет понимать, исходя из особенностей личности и его взаимоотношений, положения в коллективе, какая форма будет эффективнее.

Такая модель психологической коррекции является общедоступной и широко применяется в различных воинских подразделениях. Отличием будет являться только то, что методы работы будут индивидуально подобранными в соответствии с той средой, в которой наблюдается явление, профилактику которого нужно проводить. Однако компоненты профилактики будут повторяться:

- диагностика;
- просвещение (обучение);
- помощь;
- коррекция;
- противодействие.

Психологическая диагностика является основой профилактической работы, которая предоставляет базу специалисту, информацию о личностных и индивидуально-психологических особенностях военнослужащего.

Психологическое просвещение буквально обучает военнослужащих тем психологическим знаниям, которые помогут ему лучше понимать себя и свое поведение, а также самостоятельно его корректировать.

Психологическая помощь оказывается сотрудникам или военнослужащим, испытывающих проблемы по обсуждаемой теме. Здесь имеет место разрешение конфликтных ситуаций в воинском коллективе, психологическая поддержка военнослужащих в кризисных ситуациях, а также работа с семьей личного состава.

Психологическая коррекция представляет собой целенаправленное и конкретное воздействие на поведение военнослужащего, испытывающего трудности, а также нарушающего социальные и воинские нормы. А также активное формирование необходимых качеств для успешного прохождения службы и благоприятного положения в служебном коллективе.

Психологическое противодействие подразумевает определенные меры борьбы с нарушениями в поведении и дисциплине у военнослужащих.

Все вышеперечисленное и вся профилактическая работа не будет возможна без высокого профессионализма психолога, который будет обладать высоким уровнем эмпатии, развитыми коммуникативными навыками, профессиональным чутьем и умением грамотно применять диагностический инструментарий. Прежде всего, это человек, который сумеет установить доверительные отношения с любым человеком, помощь которому он обязан оказать, следование этическому кодексу психолога, а также внутреннему уставу подразделения.

В очередной раз стоит сказать о качестве воспитательной работы как направления морально-психологического обеспечения служебной деятельности. Содействие развитию моральных установок, нравственного и духовного сознания, чувства ответственности и долга перед Отечеством будет исключительно благоприятно сказываться на дисциплинированности военнослужащих и всего личного состава.

Таким образом, проблема дисциплинирования личного состава и ее профилактики является крайне актуальной. Укрепление дисциплины и ее поддержание в воинском подразделении является прямой ответственностью не только руководителей подразделений, но и психологов. Также немаловажное значение имеет и личная ответственность, и моральное сознание каждого военнослужащего.

Литература

1. Петров В.Е., Абасов М.М. Профилактика и актуальные проблемы дисциплинирования личного состава // *Полицейская деятельность*. 2018. № 5. С. 85–96. DOI: 10.7256/2454-0692.2018.5.20671
2. Психология служебной деятельности: учеб. для студентов вузов, обучающихся по специальности «Психология служебной деятельности» / В.Л. Цветков [и др.]. М.: ЮНИТИ-ДАНА: Закон и право, 2014. 367 с.
3. Марьин М.И., Петров В.Е., Кузнецова О.В. Психологическая служба в системе управления органами внутренних дел: учеб. пособие. М.: Академия управления МВД России, 2012. 68 с.
4. Петров В.Е. Исследование исполнительской дисциплины сотрудников органов внутренних дел с оценкой оценки прокрастинации // *Научно-практический журнал «Психология, социология и педагогика»*. 2016. № 5 (56).
5. Пашкин С.Б., Борисов А.А., Саркисова Е.А. Формирование здорового морально-психологического климата в служебных подразделениях военного вуза // *Актуальные проблемы военно-научных исследований*. 2020. № S8 (9). С. 226–230.
6. Влияние ценностных ориентаций сотрудников на готовность к организационным изменениям. Ч. 1: Методология исследования / С.Б. Пашкин [и др.] // *Актуальные проблемы военно-научных исследований*. 2020. № 7 (8). С. 358–372.
7. Влияние ценностных ориентаций сотрудников на готовность к организационным изменениям. Ч. 2: Корреляционный анализ / С.Б. Пашкин [и др.] // *Актуальные проблемы военно-научных исследований*. 2020. № 7 (8). С. 373–389.
8. Профессиональная этика в современном обществе: новые вопросы и ответы / С.Б. Пашкин [и др.] // *Актуальные проблемы военно-научных исследований*. 2019. № 4 (5). С. 354–364.
9. Пашкин С.Б., Чижова Е.А., Саркисова Е.А. Психологические особенности развития синдрома профессионального выгорания в деятельности тренера-педагога // *Актуальные проблемы военно-научных исследований*. 2019. № 4 (5). С. 365–380.
10. Пашкин С.Б., Саркисов С.В., Саркисова Е.А. Особенности морально-психологического обеспечения профессиональной деятельности выпускника военного вуза инженерного профиля в условиях чрезвычайных ситуаций // *Профессиональное образование, наука и инновации в XXI веке: XIII Санкт-Петербургский конгресс: сб. трудов*. СПб.: СПб горный ун-т, 2019. С. 175–178.
11. Пашкин С.Б., Турчин А.С., Саркисова Е.А. Система мероприятий психологической помощи военнослужащим в интересах укрепления, сохранения, восстановления психического здоровья // *Вестник Санкт-Петербургского военного института войск национальной гвардии*. 2020. № 1 (10). С. 82–89.
12. Цифровизация как новое направление в сфере образования / С.Б. Пашкин [и др.] // *Образовательный Вестник «Сознание»*. 2020. Т. 22. № 6. С. 21–30.
13. Об утверждении Положения об основах организации психологической работы в органах внутренних дел Российской Федерации: приказ МВД России от 2 сент. 2013 г. № 660. Доступ из справ.-правового портала «Гарант».
14. Комплект свернутых информационных конструкций и схем для запоминания по психологии и педагогике / С.Б. Пашкин [и др.] // *ВИ(ИТ)*. СПб., 2019. 84 с.
15. Программа текущего контроля научной деятельности кафедр высшего военного учебного заведения / Гончаров Н.О., Петров Г.Д., Мусатов В.И., Вакуненко В.А., Кащеев Р.Л., Саркисов С.В., Ведерников А.А., Саркисова Е.А. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ RU 2019666305. № 2019664950, дата регистрации 20.11.2019, опубл. 06.12.2019.

References

1. Petrov V.E., Abasov M.M. Profilaktika i aktual'nye problemy disciplinirovaniya lichnogo sostava // *Policejskaya deyatel'nost'*. 2018. № 5. S. 85–96. DOI: 10.7256/2454-0692.2018.5.20671
2. Psihologiya sluzhebnoj deyatel'nosti: ucheb. dlya studentov vuzov, obuchayushchihsya po special'nosti «Psihologiya sluzhebnoj deyatel'nosti» / V.L. Cvetkov [i dr.]. M.: YUNITI-DANA: Zakon i pravo, 2014. 367 s.
3. Mar'in M.I., Petrov V.E., Kuznecova O.V. Psihologicheskaya sluzhba v sisteme upravleniya organami vnutrennih del: ucheb. posobie. M.: Akademiya upravleniya MVD Rossii, 2012. 68 s.
4. Petrov V.E. Issledovanie ispolnitel'noj discipliny sotrudnikov organov vnutrennih del s ocenokoj ocenki prokrastinacii // *Nauchno-prakticheskij zhurnal «Psihologiya, sociologiya i pedagogika»*. 2016. № 5 (56).
5. Pashkin S.B., Borisov A.A., Sarkisova E.A. Formirovanie zdorovogo moral'no-psihologicheskogo klimata v sluzhebnyh podrazdeleniyah voennogo vuza // *Aktual'nye problemy voenno-nauchnyh issledovanij*. 2020. № S8 (9). S. 226–230.
6. Vliyanie cennostnyh orientacij sotrudnikov na gotovnost' k organizacionnym izmeneniyam. Ch. 1: Metodologiya issledovaniya / S.B. Pashkin [i dr.] // *Aktual'nye problemy voenno-nauchnyh issledovanij*. 2020. № 7 (8). S. 358–372.
7. Vliyanie cennostnyh orientacij sotrudnikov na gotovnost' k organizacionnym izmeneniyam. Ch. 2: Korrelyacionnyj analiz / S.B. Pashkin [i dr.] // *Aktual'nye problemy voenno-nauchnyh issledovanij*. 2020. № 7 (8). S. 373–389.
8. Professional'naya etika v sovremennom obshchestve: novye voprosy i otvety / S.B. Pashkin [i dr.] // *Aktual'nye problemy voenno-nauchnyh issledovanij*. 2019. № 4 (5). S. 354–364.
9. Pashkin S.B., Chizhova E.A., Sarkisova E.A. Psihologicheskie osobennosti razvitiya sindroma professional'nogo vygoraniya v deyatel'nosti trenera-pedagoga // *Aktual'nye problemy voenno-nauchnyh issledovanij*. 2019. № 4 (5). S. 365–380.
10. Pashkin S.B., Sarkisov S.V., Sarkisova E.A. Osobennosti moral'no-psihologicheskogo obespecheniya professional'noj deyatel'nosti vypusknika voennogo vuza inzhenernogo profilya v usloviyah chrezvychajnyh situacij // *Professional'noe obrazovanie, nauka i innovacii v HXI veke: XIII Sankt-Peterburgskij kongress: sb. trudov*. SPb.: SPb gornyj un-t, 2019. S. 175–178.
11. Pashkin S.B., Turchin A.S., Sarkisova E.A. Sistema meropriyatij psihologicheskoy pomoshchi voennosluzhashchim v interesah ukrepleniya, sohraneniya, vosstanovleniya psihicheskogo zdorov'ya // *Vestnik Sankt-Peterburgskogo voennogo instituta vojsk nacional'noj gvardii*. 2020. № 1 (10). S. 82–89.
12. Cifrovizaciya kak novoe napravlenie v sfere obrazovaniya / S.B. Pashkin [i dr.] // *Obrazovatel'nyj Vestnik «Soznanie»*. 2020. T. 22. № 6. S. 21–30.
13. Ob utverzhdenii Polozheniya ob osnovah organizacii psihologicheskoy raboty v organah vnutrennih del Rossijskoj Federacii: prikaz MVD Rossii ot 2 sent. 2013 g. № 660. Dostup iz sprav.-pravovogo portala «Garant».
14. Komplekt svernutyh informacionnyh konstrukcij i skhem dlya zapominaniya po psihologii i pedagogike / S.B. Pashkin [i dr.] // VI(IT). SPb., 2019. 84 s.
15. Programma tekushchego kontrolya nauchnoj deyatel'nosti kafedr vysshego voennogo uchebnogo zavedeniya / Goncharov N.O., Petrov G.D., Musatov V.I., Vakunenkov V.A., Kashcheev R.L., Sarkisov S.V., Vedernikov A.A., Sarkisova E.A. Svidetel'stvo o gosudarstvennoj registracii programmy dlya EVM RU 2019666305. № 2019664950, data registracii 20.11.2019, opubl. 06.12.2019.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Актерский Юрий Евгеньевич – проф. каф. пож. безопасн. зданий и автоматиз. систем пожаротуш. СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), д-р воен. наук, проф.;

Андрюшкин Александр Юрьевич – зав. каф. А2 «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.;

Антюхов Валерий Иванович – проф. каф. сист. анализа и антикриз. упр. СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), канд. техн. наук, проф.;

Ахунова Дарья Геннадьевна – магистрант СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149);

Баранов Алексей Александрович – зам. нач. СПб ун-та ГПС МЧС России по служебно-боевой подгот. (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), канд. пед. наук, доц.;

Баскин Юрий Григорьевич – проф. каф. пож. авар.-спас. техники и авт. хоз-ва СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), д-р пед. наук, проф., засл. работник высш. шк. РФ;

Бокадаров Станислав Александрович – ст. науч. сотр. орг.-науч. и ред. отд. Воронеж. ин-та ФСИН России (394072, Воронежская обл., г. Воронеж, Иркутская ул., д. 1 а), e-mail: vifsin@36.fsin.su; vifsin@mail.ru, канд. техн. наук;

Буйневич Дмитрий Викторович – зам. пред. комитета по соц. политике СПб (191144, Санкт-Петербург, ул. Новгородская, д. 20-А);

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.;

Васильченко Наталья Викторовна – доц. каф. техносфер. безопасн. Кемеровского гос. ун-та (650000, г. Кемерово, ул. Красная, д. 6), канд. техн. наук;

Воронов Сергей Алексеевич – ст. препод. каф. информ. и мат. СПб воен. ордена Жукова ин-та войск нац. гвардии РФ (198206, Санкт-Петербург, ул. Летчика Пилутова, д. 1), канд. пед. наук;

Вострых Алексей Владимирович – магистрант СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149);

Выговтов Алексей Владимирович – Воронеж. ин-т повыш. квалиф. сотр. ГПС МЧС России (394052, г. Воронеж, ул. Краснознаменная, д. 231), канд. техн. наук;

Грешных Антонина Адольфовна – декан фак-та подгот. кадров высш. квалификации СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), канд. юрид. наук, д-р пед. наук, проф., засл. работник высш. шк. РФ;

Дворников Сергей Викторович – проф. каф. Воен. акад. связи им. Маршала Советского Союза С.М. Буденного (194064, Санкт-Петербург, К-64, Тихорецкий пр., д. 3), д-р техн. наук, проф.;

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;

Десницкий Василий Алексеевич – ст. науч. сотр. лаб. проблем комп. безопасн. СПб ин-та информ. и автоматиз. РАН (199178, Санкт-Петербург, 14-я линия В.О., д. 39), e-mail: desnitsky@comsec.spb.ru, канд. техн. наук;

Гавкалюк Богдан Васильевич – нач. СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), канд. техн. наук, доц.;

Завьялов Дмитрий Евгеньевич – доц. каф. надзор. деят. СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), e-mail: zavialov-dmitriy@mail.ru, канд. техн. наук;

Зубова Людмила Витальевна – доц. каф. экон. и права СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), канд. экон. наук;

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;

Калач Андрей Владимирович – нач. каф. безопасн. информ. и защ. сведений, состав. гос. тайну Воронеж. ин-та ФСИН России (394072, г. Воронеж, ул. Иркутская, д. 1 а), д-р хим. наук, проф.;

Коннова Людмила Алексеевна – вед. науч. сотр. отд. перспектив. разработ. и инновац. технол. в обл. безопасн. жизнедеят. Науч.-исслед. ин-та перспектив. исслед. и инновац. технол. в обл. безопасн. жизнедеят. СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), д-р мед. наук, проф., засл. деят. науки РФ;

Королев Денис Сергеевич – Воронеж. гос. техн. ун-т (394000, г. Воронеж, ул. 20 лет Октября, д. 84), канд. техн. наук;

Котов Игорь Юрьевич – доц. каф. пож. безопасн. зданий и автоматиз. систем пожаротушения СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), канд. техн. наук;

Крейтор Владимир Петрович – зав. каф. сервис безопасн. СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), канд. техн. наук, проф.;

Крячко Александр Федотович – зав. каф. СПб гос. ун-та аэрокосмич. приборостроения (190000, Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, д. 67, лит. А), д-р техн. наук, проф.;

Кузьмин Анатолий Алексеевич – доц. каф. физ.-техн. основ обеспеч. пож. безопасн. СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), e-mail: kaa47@mail.ru, канд. пед. наук, доц.;

Кузьмина Татьяна Анатольевна – доц. каф. надзор. деят. СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), канд. пед. наук;

Куприн Денис Сергеевич – соискатель фак-та подгот. кадров высш. квалификации СПб ун-та ГПС МЧС России, нач. лаб. пожаровзрывопредотвращения ООО «НПО «СОПОТ» (196070, Санкт-Петербург, п. Металлострой, дор. на Металлострой, д. 5 А);

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.;

Мартыненко Ольга Валерьевна – доц. каф. экон. и права СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), канд. экон. наук;

Марченко Михаил Анатольевич – зам. нач. ун-та – нач. ин-та заоч. и дистанц. обуч. СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), канд. техн. наук, доц.;

Матвеев Александр Владимирович – зав. каф. прикл. мат. и информ. технол. СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), канд. техн. наук, доц.;

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;

Мелешко Алексей Викторович – мл. науч. сотр. лаб. проблем комп. безопасн. СПб Федер. исслед. центра РАН, СПб ин-та информ. и автоматиз. РАН (199178, Санкт-Петербург, 14 линия ВО, д. 39);

Мещеряков Станислав Андреевич – аспирант каф. А2 «Технол. конструкц. 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);

Минкин Денис Юрьевич – проф. каф. пож. безопасн. зданий и автоматиз. систем пожаротушения СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), д-р техн. наук, проф.;

Онищенко Игорь Анатольевич – адъюнкт фак-та подгот. кадров высш. квалификации СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149);

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@igps.ru, канд. техн. наук, доц.;

Остудин Никита Вадимович – зам. нач. отд. пространств. данных упр. космич. мониторинга ГУ НЦУКС МЧС России (121357, Москва, ул. Ватутина, д. 1, стр. 1), канд. техн. наук;

Пашкин Сергей Борисович – проф. Рос. гос. пед. ун-та им. А.И. Герцена (191186, Санкт-Петербург, Набережная р. Мойки, д. 48), д-р пед. наук, проф.;

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.;

Поляков Александр Степанович – проф. каф. физ.-техн. основ обеспеч. пож. безопасн. СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), д-р техн. наук, проф., засл. деят. науки РФ;

Покусов Виктор Владимирович – пред. Казах. ассоц. информ. безопасн. (Алматы, Казахстан);

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;

Рыбин Олег Александрович – проф. каф. систем. анализа и антикризис. упр. СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), д-р техн. наук, проф.;

Савенкова Анастасия Евгеньевна – препод. каф. надзор. деят. СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), e-mail: savenkova@igps.ru, канд. техн. наук;

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@igps.ru, канд. техн. наук, проф., засл. работник высш. шк. РФ, почет. проф. ун-та;

Саркисов Сергей Владимирович – нач. каф. систем жизнеобеспеч. Воен. ин-та (инж.-техн.) Воен. акад. мат.-техн. обеспеч. им. генерала армии А.В. Хрулева (191123, Санкт-Петербург, ул. Захарьевская, д. 22), e-mail: ser-sark@yandex.ru, д-р техн. наук, доц.;

Свидзинская Галина Борисовна – проф. каф. физ.-хим. основ проц. горения и тушения СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), канд. хим. наук, доц.;

Северин Сергей Николаевич – адъюнкт фак-та подгот. кадров высш. квалификации 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.;

Сидоров Игорь Александрович – ст. препод. каф. тактики служебно-боевого применения подразд. СПб воен. ордена Жукова ин-т войск нац. гвардии РФ (198206, Санкт-Петербург, ул. Летчика Пилютова, д. 1), канд. пед. наук;

Симонова Марина Александровна – 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, доц.;

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., почет. работник высш. проф. образов. РФ;

Стабровская Елена Игоревна – доц. каф. техносфер. безопасн. Кемеровского гос. ун-та (650000, г. Кемерово, ул. Красная, д. 6), канд. техн. наук;

Сытдыков Максим Равильевич – нач. 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.;

Терехин Сергей Николаевич – проф. каф. пож. безопасн. зданий и автоматиз. систем пожаротушения СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), д-р техн. наук, доц.;

Турова Наталья Николаевна – доц. каф. техносфер. безопасн. Кемеровского гос. ун-та (650000, г. Кемерово, ул. Красная, д. 6), канд. техн. наук;

Федоров Андрей Владимирович – проф. каф. пож. автоматике Акад. ГПС МЧС России (129366, Москва, ул. Бориса Галушкина, д. 4), д-р техн. наук, проф.;

Шаптала Вадим Владимирович – доц. Белгород. юр. ин-та МВД России им. И.Д. Путилина (308024, г. Белгород, ул. Горького, д. 71), e-mail: shaptalavadim@yandex.ru, канд. техн. наук, доц.;

Шидловский Григорий Леонидович – нач. каф. пож. безопасн. зданий и автоматиз. систем пожаротушения СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), канд. техн. наук, доц.;

Шилов Александр Геннадьевич – препод.-метод. отд. информ. уч. проц. отд. техн. откр. обр. инст. заоч. и дист. обуч. СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149);

Шилов Дмитрий Романович – слушатель фак-та инж.-техн. СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149);

Ярошенко Александр Юрьевич – Департамент информ. технол. и связи МЧС России (121357, Москва, ул. Ватутина, д. 1);

Яхонтова Ольга Николаевна – препод. каф. гражд. права СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149).