

СОДЕРЖАНИЕ 2–2019

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

Юнцова О.С., Войтенко О.В., Савенкова А.Е. Внедрение проверочных листов как одного из направлений реформы контрольно-надзорной деятельности.

Кузьмина Т.А., Ильницкий С.В., Гайдукевич А.Е. Перспективы внедрения информационной системы для автоматизации выдачи средств индивидуальной защиты органов дыхания в подразделениях Государственной противопожарной службы МЧС России.

Ложкин В.Н., Косолец М.А., Гавкалюк Б.В. Инженерная методика расчета изменения структуры и интенсивности движения автотранспортного потока в условиях чрезвычайно опасной уязвимости городского населения.

Бызов А.П., Ефремов С.В., Лукина Д.В., Пелех М.Т. Социально-экономические аспекты приемлемого риска.

БЕЗОПАСНОСТЬ КРИТИЧЕСКИ ВАЖНЫХ И ПОТЕНЦИАЛЬНО ОПАСНЫХ ОБЪЕКТОВ

Королева Л.А., Хайдаров А.Г. Эксергетическая оценка пожарной опасности и энергетической эффективности твердых коммунальных отходов при захоронении, перевозке и сжигании.

Кузьмин А.А., Романов Н.Н., Пермьяков А.А. Расчет потерь давления в системах противодымной вентиляции.

Рева Ю.В. Показатели для выбора системы диагностирования сложного объекта в чрезвычайных ситуациях техногенного характера.

Скрипник И.Л., Воронин С.В., Каверзнева Т.Т. Мероприятия по надзору за пожарами от электропроводок.

Пелех М.Т., Симонова М.А. Проблемные вопросы при тушении пожаров на резервуарах в Арктической зоне.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ, КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ТЕОРИИ УПРАВЛЕНИЯ СЛОЖНЫХ ПРОЦЕССОВ

Лабинский А.Ю. Моделирование системы массового обслуживания с использованием нейронной сети.

Корольков А.П., Шидловский Г.Л., Колесников Д.А. Обоснование функциональной зависимости параметров математической модели системы мониторинга пожаровзрывобезопасности линейной части магистрального газопровода.

Богданова Е.М., Максимов А.В., Матвеев А.В. Информационная система прогнозирования чрезвычайных ситуаций при использовании адаптивных моделей.

Актерский Ю.Е., Северин С.Н., Шаптала В.Г. Когнитивный анализ пожарной безопасности магистральных систем электроснабжения железнодорожного транспорта.

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.

Латкин М.А., Степанова М.Н., Шульженко В.Н., Домрачева Е.Ю. Организационная модель системы управления рисками чрезвычайных ситуаций в вузе.

Онов В.А., Остудин Н.В., Кошелева Е.В., Белкин К.А. Моделирование и алгоритмизация процессов поддержки принятия управленческих решений в сфере подготовки и работы с кадрами.

Виноградов В.Н., Домничева А.В. Методы повышения эффективности систем оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре в местах с массовым пребыванием людей.

Мифтахутдинова А.А., Таранцев А.А., Ивахнюк Г.К. Моделирование процессов парообразования модифицированных нефтепродуктов в условиях стабилизации углеродных наноструктур.

ЭКОНОМИКА, СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

Седнев В.А., Седнев А.В. Методология оценки устойчивости и развития структуры организаций системы образования, осуществляющих обязательную деятельность.

ПРАВОВЫЕ АСПЕКТЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ЧЕЛОВЕКА И ОБЩЕСТВА В ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ СИТУАЦИЯХ

Винокуров В.А. Государственное и ведомственное награждение лиц, принимающих участие в тушении пожаров.

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

Шленков А.В., Синякова М.Г., Кошкаров В.С. Влияние особенностей организационной культуры на сотрудников в подразделениях МЧС России.

Сай В.В., Новиков В.Р., Думчева М.М. Комплексное практическое занятие для сотрудников федеральной противопожарной службы по теме «Проведение разведки помещений в условиях нулевой видимости».

Васильева Н.В., Кунгурова Н.Б., Малыгина Е.А. Применение электронной информационной образовательной среды при обучении в вузах.

Рождественская К.В., Лукин В.Н. Особенности формирования образа конкурентоспособного государства – психологический аспект.

Сведения об авторах

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

ВНЕДРЕНИЕ ПРОВЕРОЧНЫХ ЛИСТОВ КАК ОДНОГО ИЗ НАПРАВЛЕНИЙ РЕФОРМЫ КОНТРОЛЬНО-НАДЗОРНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

О.С. Юнцова, кандидат педагогических наук, доцент;

О.В. Войтенко, кандидат технических наук, доцент;

А.Е. Савенкова, кандидат технических наук.

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

Рассмотрен проект приоритетной программы «Совершенствование функций государственного надзора МЧС России» по реформированию контрольно-надзорной деятельности, одобренный в конце 2016 г. президиумом президентского Совета по стратегическому развитию и приоритетным проектам.

Ключевые слова: контрольно-надзорная деятельность, приоритетная программа, проверка, риск-ориентированный подход

THE INTRODUCTION OF CHECKLISTS AS PART OF THE REFORM OF CONTROL AND SUPERVISORY ACTIVITIES

O.S. Yuntsova; O.V. Voytenok; A.E. Savenkova.

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

The draft priority program «Improving the functions of state supervision of EMERCOM of Russia» on reforming control and Supervisory activities, approved at the end of 2016 by the Presidium of the presidential Council for strategic development and priority projects, was considered.

Keywords: control and supervision activities, priority program, verification, risk-oriented approach

Реализация проекта приоритетной программы «Совершенствование функций государственного надзора МЧС России» позволит, прежде всего, снизить административную нагрузку на организации, малый бизнес и предпринимателей, кроме того поможет поднять уровень и повысить качество осуществления контрольно-надзорных функций соответствующими органами. Основная цель всех проводимых мероприятий – снизить материальный ущерб и число смертельных случаев, а также пострадавших и травмированных при чрезвычайных ситуациях (ЧС), в том числе при пожарах и происшествиях на водных объектах. Планируется, что к концу 2025 г. соответствующий показатель прошедшего 2018 года снизится на 30 %.

Данный проект подразумевает выполнение определенных последовательных шагов:

- внедрить риск-ориентированный подход в процессе реализации контрольно-надзорной деятельности (КНД);
- разработать и ввести в практику оптимальную систему для оценивания результативности КНД;
- оптимизировать обязательные требования для всех субъектов Российской Федерации, подразумевая при этом необходимость сократить количество показателей, построить стройную и единообразную их систему;
- разработать и реализовать комплекс мер по профилактике нарушений;
- реализовать новую кадровую политику в контрольно-надзорных органах, направленную на совершенствование системы управления и внедрение современных управленческих технологий;
- разработать и реализовать систему мер, предупреждающих коррупционные проявления в КНД;
- разработать и внедрить комплексную модель систем автоматизации и информационного обеспечения КНД.

Большое значение в профилактической работе имеет следующий момент: к какой категории риска относится рассматриваемый объект. Риск-ориентированный подход в государственном пожарном надзоре (ГПН) позволяет распределить объекты контроля по категориям риска. Благодаря его введению удалось оптимизировать работу контрольно-надзорных органов, значительно сократив число проверок подконтрольных субъектов. Одно из направлений такой деятельности – внедрение современных методик оценки риска, позволившее значительно сократить общую административную нагрузку на субъекты хозяйственной деятельности, при этом повысив эффективность КНД при всех видах проверок. В соответствии с постановлением Правительства Российской Федерации от 12 апреля 2012 г. № 290 «О федеральном государственном пожарном надзоре» существует пять категорий риска: высокий (проверяется один раз в три года), значительный (проверяется раз в четыре года), средний (проверяется не чаще одного раза в семь лет), умеренный (проверяется не чаще одного раза в десять лет) и низкий (отсутствие плановых проверок) [1].

Для того чтобы осуществить переход в категорию более низкого риска и, как следствие, увеличить период проведения проверок, объект защиты должен провести независимую оценку пожарного риска, которая покажет, насколько объект выполнил все условия о соответствии требованиям пожарной безопасности.

Одним из направлений реформы КНД является разработка и внедрение в государственное управление системы оценки эффективности КНД, а также результативности работы контрольно-надзорных органов. В настоящее время действует Приказ МЧС России от 7 декабря 2005 г. № 876 «О критериях (показателях) деятельности органов государственного пожарного надзора». Разработанные критерии позволяют объективно оценить деятельность подразделений ГПН (управлений, отделов, отделений, их территориальных отделов), главных управлений (ГУ) МЧС России субъектов Российской Федерации [2].

Во исполнение Распоряжения Правительства от 17 мая 2016 г. № 934-р «Об утверждении основных направлений разработки и внедрения системы оценки результативности и эффективности контрольно-надзорной деятельности» предложена методика оценки эффективности КНД [3]. Она определяет основные показатели оценки деятельности органов ГПН, в частности периодичность, субъекты и объекты оценки. Оценивание основывается на различных показателях. Как одни из важнейших, рассматриваются динамика количества пожаров, погибших и травмированных людей при пожарах, число погибших на 100 тысяч населения. Данные за последние три года позволяют достаточно объективно оценить результативность деятельности соответствующих служб. Обработка и обобщение сведений, поступающих из Управления надзорной деятельности и профилактической работы ГУ МЧС России по субъектам Российской Федерации, осуществляется федеральным государственным бюджетным учреждением «Всероссийский

орден «Знак Почета» научно-исследовательский институт противопожарной обороны» (ФГБУ ВНИИПО МЧС России). Окончательная оценка дается Департаментом надзорной деятельности и профилактической работы, которому ВНИИПО МЧС России передает подготовленные сведения.

Другим, не менее важным, направлением реформы КНД является апробация методики, направленной на сокращение количества обязательных требований на территории Российской Федерации и их актуализация. Давно назрела необходимость убрать устаревшие нормативы и стандарты, заменив их современными по последним достижениям науки. Не менее актуально и введение проверочных листов, призванных систематизировать информацию, необходимую для оценки деятельности объекта по результатам проверки. Эти нововведения вводятся поэтапно. Одним из первых шагов, предпринятых в этом направлении, стал Приказ МЧС России от 11 сентября 2017 г. № 376 «Об утверждении форм проверочных листов, используемых должностными лицами федерального государственного пожарного надзора МЧС России при проведении плановых проверок по контролю за соблюдением требований пожарной безопасности в многоквартирных жилых домах, в зданиях организаций торговли и организаций общественного питания». Им утверждены три формы чек-листов для классов функциональной пожарной опасности. Приказ МЧС России от 28 июня 2018 г. № 261 «Об утверждении форм проверочных листов, используемых должностными лицами федерального государственного пожарного надзора МЧС России при проведении плановых проверок по контролю за соблюдением требований пожарной безопасности» отменил действие предыдущего, введя 19 форм проверочных листов в зависимости от классов функциональной пожарной опасности [4].

В рамках направления «внедрение системы комплексной профилактики нарушений обязательных требований» был разработан «Стандарт комплексной профилактики нарушений обязательных требований». Данный стандарт утвержден Протоколом заседания проектного комитета по основным направлениям стратегического развития Российской Федерации «Реформа КНД» от 12 сентября 2017 г. № 61 (11). Он определяет основные правила деятельности контрольно-надзорных органов по осуществлению системы мер, направленных, прежде всего, на предупреждение нарушений обязательных требований со стороны проверяемых хозяйствующих субъектов. В нем регламентированы требования к порядку подготовки и проведения профилактических мероприятий, за соблюдением которых этим же документом устанавливается особый порядок контроля. Также даны разъяснения по методике анализа и оценки ситуации, сложившейся в подконтрольной сфере, для прогнозирования её дальнейшего функционирования.

Также данный Стандарт определяет порядок информирования контрольно-надзорными органами заинтересованных лиц в первую очередь подконтрольных субъектов, а также территориальные органы, о содержании и особенностях применения проверочных листов в различных целях, в том числе и для целей самопроверки контрольных субъектов. Рассматриваются варианты доведения информации, касающейся важных моментов следования обязательным требованиям, прописанным в российском законодательстве, в частности, проведение консультаций. Стандарт включает общие положения интерактивного сервиса «Электронная приёмная», который рассматривает вопросы оказания индивидуальной консультативной помощи подконтрольным субъектам, тематическое обсуждение в режиме «онлайн» проблем соблюдения обязательных требований, порядок записи на прием в контрольно-надзорный орган в режиме «онлайн», порядок направления в контрольно-надзорный орган обращений и иных документов всеми заинтересованными лицами. Стандарт снабжен информативными приложениями, в которых даны конкретные рекомендации с иллюстрирующими их примерами возможных подходов к содержанию докладов, обобщающих правоприменительную практику, разобраны типовые и массовые нарушения обязательных требований, дана оценка новых необходимых условий и средств осуществления деятельности, определен круг мероприятий, в том числе организационного и технического характера, подлежащих обязательному исполнению.

Как указывалось ранее, одним из направлений реформы КНД является работа по пересмотру обязательных требований к эксплуатируемым объектам на территории Российской Федерации, направленная на то, чтобы уменьшить их перечень, ввести единообразие и определенную четкость, что выражается в виде поэтапного внедрения проверочных листов при проведении контрольно-надзорных мероприятий.

Совсем недавно, 13 ноября 2018 г. вступил в силу Приказ МЧС России от 28 июня 2018 г. № 261 «Об утверждении форм проверочных листов, используемых должностными лицами федерального государственного пожарного надзора МЧС России при проведении плановых проверок по контролю за соблюдением требований пожарной безопасности». В соответствии с данным приказом все инспекторы Государственной противопожарной службы в ходе плановых проверок объектов защиты должны использовать проверочные листы (чек-листы). Всего разработано 19 форм проверочных листов, они зависят от класса функциональной пожарной опасности объекта. Предполагается, что с помощью них будут снижены административные и финансовые издержки граждан и организаций, повысится «прозрачность» деятельности контрольно-надзорных органов, а также время проверки значительно сократится. Чек-листы содержат ряд контрольных вопросов и требований в области пожарной безопасности, которые необходимо выполнить собственнику объекта. Считается, что с использованием данных листов устанавливаются определенные рамки для сотрудников ГПН, проверка будет проходить четко, в соответствии с вопросами, указанными в них, а собственник сможет заранее подготовить свой объект и своевременно устранить имеющиеся нарушения. Следует сделать вывод, что при проведении контрольных мероприятий с применением проверочных листов осуществляется не только контрольно-надзорная функция, но и профилактическая. Собственники проводят самооценку выполнения обязательных требований пожарной безопасности на объекте до прихода инспектора ГПН. Они могут в свободном доступе ознакомиться с формами проверочных листов объекта определенной функциональной опасности, например, на официальном сайте МЧС России, в информационно-справочных системах «КонсультантПлюс», «Гарант» либо на портале правовой информации pravo.gov.ru [5].

Все формы проверочных листов имеют схожую структуру. В них рассматриваются следующие положения:

1. Общие мероприятия. Данный раздел помогает установить вопросы соблюдения собственниками имущества в пределах их компетенции на объекте защиты проектных решений, выполненных в соответствии с требованиями пожарной безопасности по различным основаниям.

2. Обучение мерам пожарной безопасности. Данный раздел включает в себя вопросы в области наличия и прохождения инструктажей различных видов, а также организации обучения работников, руководителей, лиц, ответственных за пожарную безопасность, мерам пожарной безопасности.

3. Обозначение мест для курения. В разделе рассматриваются вопросы наличия мест для курения на объекте, а также какие запрещающие или разрешающие курение знаки существуют на данном объекте и обеспечено ли проверяемым лицом размещение данных знаков в различных частях объекта.

4. Первичные средства пожаротушения и противопожарное водоснабжение. Рассматривается наличие требуемого количества первичных средств пожаротушения, обеспечение их обслуживания, ремонт, обеспечение порядка проезда пожарных автомобилей и забор воды в любое время, и многие другие контрольные вопросы, которые установлены Правилами противопожарного режима Российской Федерации.

5. Система вентиляции. Существует ли система вентиляции, функционирует ли она, проводятся ли различные работы по её очистке. Также рассматриваются вопросы проведения проверок данной системы на случай возникновения пожара.

6. Эвакуационные пути и выходы. Данный раздел регулирует вопросы обеспечения проверяемым лицом отсутствия на путях эвакуации различных устройств, препятствующих

свободной эвакуации людей. Например, исключено ли проверяемым лицом размещение на путях эвакуации предметов и объектов, в том числе мебели, станков и оборудования, материалов, производственных отходов, мусора и т.д.

7. Электротехническая продукция. Рассматриваются вопросы правильной эксплуатации электросетей, светильников, сертифицирования аппаратов защиты электрических цепей. Выясняется, имеется ли на объекте защиты размещение (складирование) горючих (в том числе легковоспламеняющихся) веществ и материалов в электрощитовых, около электродвигателей и пусковых устройств, что может привести к пожару при возникновении аварийного режима в данных электросетях.

8. Огнезащитная обработка. Рассматриваются вопросы наличия или отсутствия повреждений средств огнезащиты на объекте защиты проверяемого лица, а также обеспечение проведения проверок состояния огнезащитной обработки.

9. Территория объекта. В данном разделе инспектор отвечает на вопросы, касающиеся обеспечения на объекте исправного содержания (в любое время года) дорог, проездов и подъездов к зданию и пожарным гидрантам, наличия или отсутствия на прилегающей к объекту территории размещения емкостей с легковоспламеняющимися и горючими жидкостями, горючими газами и др.

10. Система отопления. Эксплуатируются ли неисправные печи и другие отопительные приборы, если да, то обеспечиваются ли они противопожарными разделками (отступками) от горючих конструкций. Соблюдено ли проверяемым лицом требование перед началом отопительного сезона и в его продолжении очистить дымоходы и печи (отопительных приборов) от сажи, выдержана ли периодичность очистки в соответствии с приведенной в листе. Вот круг некоторых вопросов данного раздела, на которые должен ответить инспектор государственного пожарного надзора при проведении проверки.

11. Источники открытого пламени. Каким способом, и на каком расстоянии размещены различные приборы от бытовых газовых приборов, исключается ли отопление замерзших труб паяльными лампами и другими способами с применением открытого огня. Ответы на эти и остальные приведенные в проверочном листе данного раздела вопросы должен дать инспектор при проведении проверки объекта защиты.

Конечно, в зависимости от назначения здания, от его класса функциональной пожарной опасности будет меняться и в некоторой степени содержание списка контрольных вопросов.

Действительно, применение проверочных листов играет в какой-то мере положительную роль не только для сотрудников ГПН при осуществлении ими своих функций, но и для владельцев объектов. Проверочные листы вносят в деятельность органов ГПН ясность, четкость, а собственник, изучая контрольные вопросы, сможет защитить себя от различных неожиданностей, качественно исправляя все недостатки на своем объекте.

Учитывая вышеизложенное, необходимо понять, как же используются данные листы в процессе проверки. Инспектор на основании копии распоряжения (приказа) руководителя (заместителя руководителя) органа надзорной деятельности о назначении проверки по предъявлению служебного удостоверения посещает объект защиты и проводит плановую проверку. Он использует проверочные листы в соответствии с классом функциональной пожарной опасности, в которые вносятся данные о том, соблюдаются ли требования пожарной безопасности или нет. В таблице на каждый вопрос инспектор отвечает одним из трёх предложенных вариантов, в листе он указывает: «да» – соблюдаются, «нет» – не соблюдаются, «н/р» – требование на юридическое лицо (ИП) не распространяется. Впоследствии данный проверочный лист прилагается к акту проверки. Акт проверки теперь не содержит пункты нарушений нормативно правовых актов с требованиями пожарной безопасности. В настоящее время с началом применения чек-листов акт проверки содержит лишь номера пунктов проверочного листа. Это позволяет сократить количество листов акта проверки и внести ясность, например, при рассмотрении дела в суде. Судья, прокурор, иные

лица будут четко понимать, какие именно нарушения есть на объекте, подверженные проверкой, обращаясь к проверочным листам.

Также проверочные листы предоставляют возможность контролировать инспектора. Теперь исчезает фактор компетентности конкретного специалиста, то есть неважно, кто проводит проверку: лейтенант, только что пришедший на службу или опытный инспектор, работающий долгое время – проверка будет осуществляться одинаково.

Несмотря на простоту и практичность использования проверочных листов, они имеют следующие недостатки:

1. Содержание вопросов первых страниц проверочных листов имеет обобщенный характер. Например, обобщение всех нарушений систем автоматической пожарной сигнализации (АПС).

2. Невозможность применения проверочных листов в помещениях с разными классами функциональной пожарной опасности. Тем самым возникает проблема применения нескольких проверочных листов, что создает неудобство при проведении проверки.

Исходя из вышеуказанного, можно сделать вывод, что данные проверочные листы не так совершенны, как кажется.

Например, рассматривая проверочный лист класса функциональной пожарной опасности Ф 1.1 «Здания дошкольных образовательных организаций, специализированных домов престарелых и инвалидов (не квартирных), больниц, спальных корпусов образовательных организаций с наличием интерната и детских организаций» в п. 1.9 содержится вопрос о соблюдении проверяемым лицом проектных решений, отвечающих требованиям по пожарной безопасности к зданиям, сооружениям, помещениям, оборудованию, автоматической установке пожаротушения и АПС. Отсутствие на объекте акта о техническом обслуживании аварийной пожарной сигнализации является нарушением требований пожарной безопасности, а в остальном никаких нарушений требований пожарной безопасности в области эксплуатации АПС не имеется. Другой пример, в связи с перепланировкой были демонтированы часть дымовых извещателей в помещениях № 1, 2, 3. Недостатки были устранены только в помещениях № 1 и № 3 (то есть не полностью). Значит, инспектор ГПН в проверочном листе должен поставить отметку «нет» – не соответствует. Возникает вопрос, как впоследствии контролировать исполнение данного пункта, если он был выполнен только в части. Проверять заново всю систему АПС? Когда можно было проверить лишь то нарушение, которое действительно присутствует.

Также возможен следующий вариант, например, при возникновении подобного рода спорных вопросов, когда пункт выполнен не полностью, а частично, необходимо зафиксировать данные спорные моменты на отдельных листах. То есть, возможно, для таких ситуаций разработать отдельные бланки приложений к проверочным листам для разъяснения спорных вопросов. А в акте проверки и предписании помимо пункта из проверочного листа указывать пункт из приложения к проверочному листу. Это поможет впоследствии инспектору ГПН при проведении внеплановой выездной проверки четко понимать, какие нарушения ему в действительности необходимо проверить.

Как известно, здание может иметь разные классы функциональной пожарной опасности в зависимости от назначения тех помещений, которые в нем находятся. Это создает некие трудности для инспекторов при проведении проверок объектов защиты, так как на каждый класс приходится брать отдельный проверочный лист. А чек-листы имеют достаточно большие объемы. Поэтому для подобных объектов необходимо создать отдельный лист по согласованию с пожарной частью, в ведении которой находится данный объект защиты. В таком случае данный проверочный лист будет состояться из данных КНД, а также данных пожарной части (в виде карточки тушения пожара объекта защиты). Лист будет составлять инспектор ГПН, который уполномочен, в соответствии с ежегодным планом проведения проверок объектов защиты, проверять данный объект.

Иными словами, в Приказ МЧС России от 28 июня 2018 г. № 261 «Об утверждении форм проверочных листов, используемых должностными лицами федерального ГПН МЧС

России при проведении плановых проверок по контролю за соблюдением требований пожарной безопасности», можно добавить отдельные положения, необходимые для проверки на объекте защиты, имеющем несколько функциональных классов пожарной опасности. Это значительно облегчит работу инспекторам.

Таким образом, в процессе реформирования КНД МЧС России были поставлены определенные задачи, которые были выполнены с помощью проведения различных мероприятий, исходя из её направлений, а также применения новых правовых актов в данных областях. Результаты данной реформы на сегодняшний день являются действительно ощутимыми. Одним из направлений, как указывалось выше, является внедрение проверочных листов в деятельность органов ГПН. Были рассмотрены положительные и отрицательные моменты данного мероприятия, проанализированы правовые акты в области применения. Следует сделать вывод, что с использованием данных листов установились четкие рамки для сотрудников ГПН, проверка проходит в соответствии с вопросами, указанными в них, а собственник имеет реальную возможность заранее подготовить свой объект и своевременно устранить имеющиеся нарушения, что положительно сказывается на результатах проверки.

Литература

1. О федеральном государственном пожарном надзоре: постановление Правительства Рос. Федерации от 12 апр. 2012 г. № 290. Доступ из информ.-правового портала «Гарант».
2. О критериях (показателях) деятельности органов государственного пожарного надзора: Приказ МЧС России от 7 дек. 2005 г. № 876. Доступ из информ.-правового портала «Гарант».
3. Об утверждении основных направлений разработки и внедрения системы оценки результативности и эффективности контрольно-надзорной деятельности: Распоряжение Правительства Рос. Федерации от 17 мая 2016 г. № 934-р. Доступ из информ.-правового портала «Гарант».
4. Об утверждении форм проверочных листов, используемых должностными лицами федерального государственного пожарного надзора МЧС России при проведении плановых проверок по контролю за соблюдением требований пожарной безопасности: Приказ МЧС России от 28 июня 2018 г. № 261. Доступ из информ.-правового портала «Гарант».
5. МЧС России. URL: <http://www.mchs.gov.ru> (дата обращения: 20.03.2019).

References

1. O federal'nom gosudarstvennom pozharnom nadzore: postanovlenie Pravitel'stva Ros. Federacii ot 12 apr. 2012 g. № 290. Dostup iz inform.- pravovogo portala «Garant».
2. O kriteriyah (pokazatelyah) deyatel'nosti organov gosudarstvennogo pozharnogo nadzora: Prikaz MCHS Rossii ot 7 dek. 2005 g. № 876. Dostup iz inform.-pravovogo portala «Garant».
3. Ob utverzhdenii osnovnyh napravlenij razrabotki i vnedreniya sistemy ocenki rezul'tativnosti i ehffektivnosti kontrol'no-nadzornoj deyatel'nosti: Rasporyazhenie Pravitel'stva Ros. Federacii ot 17 maya 2016 g. № 934-r. Dostup iz inform.-pravovogo portala «Garant».
4. Ob utverzhdenii form proverochnyh listov, ispol'zuemyh dolzhnostnymi licami federal'nogo gosudarstvennogo pozharnogo nadzora MCHS Rossii pri provedenii planovyh proverok po kontrolyu za soblyudeniem trebovanij pozharnoj bezopasnosti: Prikaz MCHS Rossii ot 28 iyunya 2018 g. № 261. Dostup iz inform.-pravovogo portala «Garant».
5. MCHS Rossii. URL: <http://www.mchs.gov.ru>.

ПЕРСПЕКТИВЫ ВНЕДРЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ВЫДАЧИ СРЕДСТВ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ ОРГАНОВ ДЫХАНИЯ В ПОДРАЗДЕЛЕНИЯХ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ПРОТИВОПОЖАРНОЙ СЛУЖБЫ МЧС РОССИИ

Т.А. Кузьмина, кандидат педагогических наук;

С.В. Ильницкий;

А.Е. Гайдукевич.

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

Проанализирован ряд вопросов по автоматизации и структурированию данных с точки зрения полноценной реализации всех задач пожарно-спасательных подразделений МЧС России и субъектов Российской Федерации при проведении аварийно-спасательных и поисково-спасательных работ, связанных с тушением пожаров, в ходе которых должен обеспечиваться упрощенный процесс выдачи и учета средств индивидуальной защиты органов дыхания. Описаны возможности использования информационных систем для упрощения получения доступа к информационным потокам.

Ключевые слова: автоматизация, пожарно-спасательный гарнизон, газодымозащитная служба, база данных, система учета, средства индивидуальной защиты органов дыхания

THE PROSPECTS OF INTRODUCTION OF THE INFORMATION SYSTEM FOR DELIVERY AUTOMATION SIZOD IN DIVISIONS OF STATE FIRE SERVICE OF EMERCOM OF RUSSIA

T.A. Kuzmina; S.V. Il'nitskiy; A.E. Gaydukevich.

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

When carrying out rescue and rescue operations related to extinguishing fires, a simplified process of issuing and recording respiratory protective equipment should be provided in order to fully implement all the tasks of the fire and rescue units of EMERCOM of Russia. To implement this issue, it is necessary to approach it from the point of view of automation and data structuring.

Keywords: automation, fire and rescue post, smoke divers service, data base, accounting system, respiratory protective equipment

Автоматизированный учет средств защиты – первый шаг на пути внедрения ряда электронных инструментов, которые помогут повысить эффективность и организовать обеспечение безопасности в подразделениях федеральной противопожарной службы Государственной противопожарной службы МЧС России (ФПС ГПС МЧС России) и субъектов Российской Федерации. Руководство МЧС России заинтересовано во внедрении все более эффективных систем бюджетирования, закупок и выдачи средств индивидуальной защиты органов дыхания (СИЗОД). Наиболее трудозатратной частью процесса является персональная выдача средств защиты каждому сотруднику. Внедрение автоматизированной выдачи средств защиты с применением инновационных программных продуктов, построенных на реляционных базах данных и системах автоматизированного сканирования, сможет упростить эту задачу. На данный момент широкого распространения этот подход не получил – подразделениям ФПС ГПС МЧС России пока сложно одновременно уйти от «ручной» выдачи СИЗОД, которая работает сейчас. Основной задачей является разработка

программного решения, которое позволит вести электронные карточки учета и выдачи СИЗОД по утвержденным нормам, составлять различные отчеты и, тем самым, наладить подразделениям ФПС ГПС МЧС России прозрачную и удобную систему учета СИЗОД. Автоматизация приведет к экономии времени, ресурсов, экономической выгоде благодаря возможностям оперативного мониторинга состояния СИЗОД в подразделениях, планирования бюджетирования, формирования запаса и анализа расходования СИЗОД.

На следующем шаге СИЗОД, требующие обслуживания или учета в процессе эксплуатации, могут быть дополнены индивидуальными маркерами, распознаваемыми на расстоянии. СИЗОД необходимо все больше и больше снабжать датчиками, показывающими их состояние, например, истощение ресурса, а также сенсорами, определяющими состояние сотрудника ФПС ГПС МЧС России – затруднение его дыхания, изменение положения в пространстве и пр. Все это может быть объединено в единую информационную систему, которая в режиме реального времени и в деталях будет показывать все, что касается СИЗОД, тем самым позволит быстро реагировать на ситуации, принимать решения, основанные на анализе данных и конечно, способствовать решению главной задачи – повышению безопасности сотрудника (работника).

Автоматизированный подход в процессе учета выдачи СИЗОД также можно рассматривать и в охране труда, что поможет оптимизировать целый комплекс процессов. В частности, уже сегодня облачные технологии позволяют создать электронный личный кабинет сотрудника, куда будет заноситься информация по СИЗОД, по состоянию здоровья, по специальной оценке условий труда, по обучению сотрудников (работников). Следующим шагом автоматизации процессов в сфере охраны труда эксперты видят легитимацию электронных документов и подписей при прохождении медосмотра, что позволит удаленно производить контроль состояния, измерять температуру, давление работников. Использование интеллектуальных технологий в сфере охраны труда является одним из ключевых факторов дальнейшего снижения риска развития профессиональных заболеваний и производственного травматизма. Данная тенденция актуальна для подразделений чрезвычайных служб и ведомств во многих странах. Производители СИЗОД и сами сотрудники (работники) полагают, что в перспективе эта тенденция станет одной из ведущих и в России, и во всем мире, а процесс информатизации общества будет и дальше проектироваться и реализовываться средствами современных информационно-коммуникационных технологий, применяющих, в том числе условно открытые информационные системы [1].

Среди большинства задач, связанных с первичным сбором и обработкой информации, выделяют автоматическую идентификацию (распознавание и различение) разнородного оборудования СИЗОД (баллоны, редукторы, рамки и т.п.). Для решения задачи необходимо выполнение нескольких основных шагов:

- присвоение каждому наименованию комплектующего определенного идентификатора;
- нанесение на предмет специализированной метки (штрих-кода);
- считывание данных с метки цифровым устройством (сканером);
- перевод данных метки в электронный вид;
- обработка ключа и вывод необходимой информации.

В качестве идентификатора можно использовать различные вариации меток:

- графические;
- магнитные;
- радиочастотные;
- электронные метки.

Все метки предназначены для автоматической идентификации (считывания) и будут иметь большой спрос в применении в сфере пожаротушения. Наибольшую популярность получила графическая метка в виде штрих-кода в агрессивных условиях среды, а в нашем случае применение СИЗОД производится в условиях сильного задымления, высоких

температур и других поражающих факторов [2, 3]. Таким образом, следует обратить внимание на применение именно графических меток.

Штрих-код, нанесенный на оборудование СИЗОД, бесполезен сам по себе и не имеет ценности [4]. Основную свою задачу он выполняет там, где будут организованы полноценный обмен данными между подразделениями, регистрация и ввод в эксплуатацию оборудования через управляющую систему обработки и хранения информации. Например, если в МЧС России будет существовать данная система, то это обеспечит упрощение процесса выдачи и учета СИЗОД и повысит производительность ряда подразделений, сотрудников (работников), а именно:

- пожарных частей и баз газодымозащитной службы (ГДЗС);
- подразделений управления и контроля;
- мастеров ГДЗС за счет уменьшения количества выполняемых ими ручных операций и, как следствие, увеличения скорости работы и уменьшения числа ошибок;
- пожарных за счет улучшения уровня обеспечения безопасности и охраны труда.

При этом руководство МЧС России за счет оперативного поступления информации о наличии и количественных запасах рабочего оборудования СИЗОД различных видов получает возможность своевременно принимать решения о пополнении тех или иных видов оборудования.

Для нанесения графических меток предлагается использовать метод лазерной гравировки (рис. 1).



Рис. 1. Нанесение штрих-кода лазерным гравером на металлосоержащее изделие

Преимущества метода нанесения лазерной гравировки по сравнению с другими методами:

- высокоскоростной процесс, вследствие чего снижается его себестоимость;
- физическое воздействие на материал отсутствует, таким образом, существует возможность гравировки труднодоступных и неудобно расположенных участков материала;
- нанесение больших (с точки зрения занимаемой площади) изображений на плоскую и округлую поверхность;
- оказание воздействия на минимальную площадь поверхности (от 10 до 20 микрон) для точности выполненной гравировки [4];
- высокоточное нанесение, вследствие чего изображения получают максимально детализированными, таким образом, можно выполнять самые тонкие работы;
- эстетичность – смотрятся такие рисунки аккуратно;
- долговечность – рисунок, нанесенный лазером, сохраняться может практически вечно (если многие другие узоры, выполненные с помощью других методов, со временем истираются, то стирание лазерных маловероятно);

- риск деформации предмета исключается благодаря тому, что во время обработки он не нагревается и нет необходимости его закреплять;
- универсальность – лазерную гравировку можно использовать практически для всех видов материалов.

Технология лазерной гравировки основывается на удалении поверхностных слоев (это может быть как слой самого материала, так и слой порошковой краски, нанесенной на поверхность, или другого напыления и покрытий) или на изменении цвета, или структуры поверхностных слоев вследствие лазерного излучения, при этом на месте, где луч воздействует на поверхность изделия, может происходить испарение некоторой части материала. Высокая точность лазерной гравировки позволяет наносить изображения или любую другую информацию, независимо от их сложности.

Управляется лазерный маркер обычным персональным компьютером, что дает возможность обрабатывать макеты из стандартных редакторов векторной графики. Нанесение может производиться как векторным методом, так и растровым. При векторном методе лазерный луч наносит изображение в виде тонких линий по всей плоскости поверхности. При использовании растрового метода нанесение производится отдельными точками или линиями. Также технология управления позволяет регулировать параметры лазерного луча, что можно использовать для варьирования глубины гравировки (глубокая, стойкая гравировка либо поверхностная маркировка изделия). А, например, интенсивностью излучения можно менять цветовой оттенок попавшей под воздействие поверхности.

На сегодняшний день метод лазерной гравировки применяется практически на любых материалах, начиная со всевозможных металлов (таких как алюминий, сталь, латунь, бронза, серебро, золото и др.), и заканчивая материалами органического происхождения (кожа, дерево, пластик, стекло).

На практике используются два типа лазерных граверов:

- газовые граверы (CO_2), применяющиеся для гравировки на изделиях из пластика, акрила, стекла, дерева, кожи [4];
- волоконные граверы, предоставляющие возможности наносить рисунок как на металлическую поверхность, так и на другие материалы.

После нанесения метки, используя лазерную гравировку, необходимо считать и обработать полученный поток информации и преобразовать его в ключ доступа к базе данных (рис. 2).



Рис. 2. Считывание данных штрихкода с использованием сканера

Для считывания метки используется сканер штрихкодов (специальное техническое средство, позволяющее переводить графическую информацию с метки в цифровой поток данных). Произведя процесс считывания штрихкода, сканер отправляет поток данных на сервис обработки информации. Происходит процесс обработки полученной информации, и если ключ доступа верный, то происходит ответ и возвращается необходимая информация об объекте.

Каждый сканер обладает своим индивидуальным набором характеристик, согласно которым сканеры классифицируют:

- по скорости считывания штрихкода;
- по виду считывателя;
- по дальности считывания;
- по типу исполнения;
- по способу подключения.

Также сканеры классифицируются по следующим типам:

- светодиодные;
- лазерные;
- имидж-сканеры.

Светодиодные сканеры достаточно надёжные в эксплуатации устройства. В механизме отсутствуют какие-либо движущиеся элементы конструкции. Минусом таких устройств является низкая дальность считывания. При использовании необходимо прислонять штрихкод вплотную к считывателю. Плюсом является удобство использования данного ручного сканера штрихкода.

Лазерные сканеры обладают мощной дальностью считывания штрихкодов. Такие сканеры обладают множеством дополнительных функций и дополнительных возможностей. Еще одним плюсом является популярность такого типа считывающих устройств штрихкодов, поэтому можно без особых затруднений подобрать оптимальную модель устройства для использования в поставленной задаче автоматизации.

Имидж-сканер еще один тип ручных сканеров, который является представителем самого инновационного вида сканеров, так сказать последнего слова техники. В век информационных технологий и инновационных разработок этот 2D сканер может считывать штрихкоды практически всех типов: композитного, линейного и двумерного типа. Плюсом для данного сканера является то, что данный 2D сканер обладает очень высокой надёжностью, отказоустойчивостью и долговечностью.

Использование сканеров штрихкодов позволяет считывать информацию в любом месте: будь то на базе ГЗДС или в любом другом месте, где необходимо считать данные с оборудования СИЗОД. С помощью специально разработанных программных средств и сканеров штрихкода можно передавать полученные данные на сервера или другие технические средства по каналам связи (рис. 3).

Таким образом, в процессе упрощения аутентификации оборудования через сканирования штрихкодов получение доступа и вывод информации для операторов (мастеров ГДЗС) облегчится. Уход от бумажных носителей информации и перевод в электронные хранилища данных (базы данных) обеспечит упрощение выполнения процесса выдачи, учета, хранения, списания и т.д. СИЗОД и станет более удобным, быстрым и менее трудозатратным.

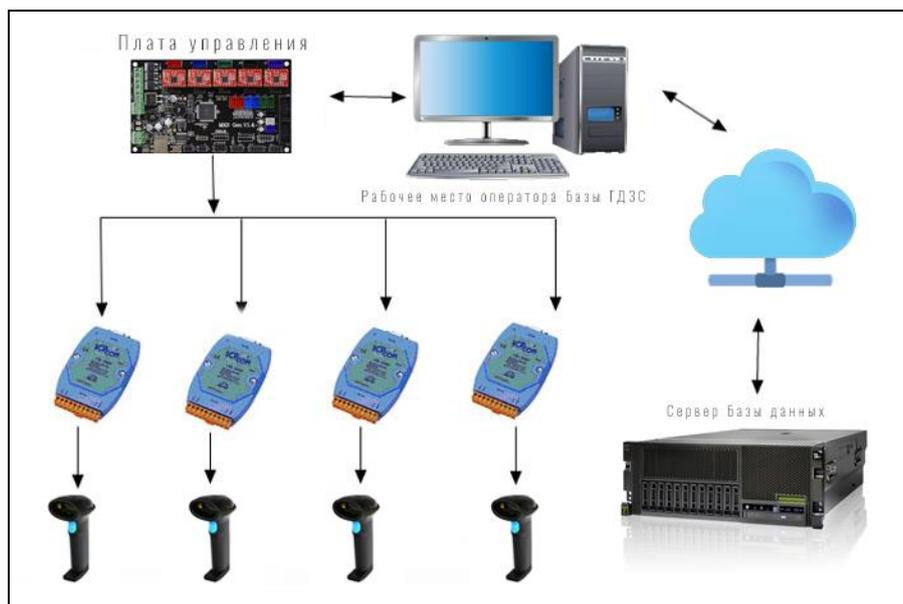


Рис. 3. Считывание данных штрихкода, отправка данных по каналам связи на сервер и получение ответа сервера с выводом необходимой информации

Литература

1. Шарапов С.В., Кузьмина Т.А. Перспективы использования объектно-ориентированной системы подготовки пожарно-технических экспертов // Науч.-аналит. журн. «Вестник С.-Петерб. ун-та ГПС МЧС России». 2017. № 3. С. 183–188.

2. Об утверждении Правил проведения личным составом федеральной противопожарной службы Государственной противопожарной службы аварийно-спасательных работ при тушении пожаров с использованием средств индивидуальной защиты органов дыхания и зрения в непригодной для дыхания среде: Приказ МЧС РФ от 9 янв. 2013 г. № 3 // Рос. газ. URL: <https://rg.ru/2013/03/22/pozhary-dok.html> (дата обращения: 25.02.2019).

3. О техническом обслуживании, ремонте и хранении средств индивидуальной защиты органов дыхания и зрения: Приказ МЧС России от 21 апр. 2016 г. № 204. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

4. Википедия. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Лазерная_гравировка (дата обращения: 25.02.2019).

References

1. Sharapov S.V., Kuz'mina T.A. Perspektivy ispol'zovaniya ob"ektno-orientirovannoj sistemy podgotovki pozharno-tekhnicheskikh ehkspertov // Nauch.-analit. zhurn. «Vestnik S.-Peterb. un-ta GPS MCHS Rossii». 2017. № 3. S. 183–188.

2. Ob utverzhdenii Pravil provedeniya lichnym sostavom federal'noj protivopozharnoj sluzhby Gosudarstvennoj protivopozharnoj sluzhby avarijno-spasatel'nyh работ pri tushenii pozharov s ispol'zovaniem sredstv individual'noj zashchity organov dyhaniya i zreniya v neprigodnoj dlya dyhaniya srede: Prikaz MCHS RF ot 9 yanv. 2013 g. № 3 // Ros. gaz. URL: <https://rg.ru/2013/03/22/pozhary-dok.html> (data obrashcheniya: 25.02.2019).

3. O tekhnicheskom obsluzhivanii, remonte i hranenii sredstv individual'noj zashchity organov dyhaniya i zreniya: Prikaz MCHS Rossii ot 21 apr. 2016 g. № 204. Dostup iz sprav.-pravovoj sistemy «Konsul'tantPlyus».

4. Vikipediya. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Lazernaya_gravirovka (data obrashcheniya: 25.02.2019).

ИНЖЕНЕРНАЯ МЕТОДИКА РАСЧЕТА ИЗМЕНЕНИЯ СТРУКТУРЫ И ИНТЕНСИВНОСТИ ДВИЖЕНИЯ АВТОТРАНСПОРТНОГО ПОТОКА В УСЛОВИЯХ ЧРЕЗВЫЧАЙНО ОПАСНОЙ УЯЗВИМОСТИ ГОРОДСКОГО НАСЕЛЕНИЯ

**В.Н. Ложкин, доктор технических наук,
заслуженный деятель науки Российской Федерации;
М.А. Косовец;
Б.В. Гавкалюк, кандидат технических наук.
Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России**

Одной из острейших экологических проблем современности является состояние качества атмосферного воздуха в крупных мегаполисах. Основным источником загрязнения атмосферы является высокая транспортная нагрузка. Локальными зонами загрязнения атмосферы опасными для здоровья химическими веществами (частицы ПМ₁₀, ПМ_{2,5}, NO₂, SO₂, бензопирен и др.) отработавших газов двигателей автомобильного транспорта являются элементы улично-дорожной сети – автомобильные магистрали. В статье обосновывается инженерная методика расчета структуры и интенсивности транспортных потоков на городских магистралях по данным регистрации датчиками автоматизированного учета на элементах улично-дорожной сети, адаптированная к общим требованиям инструментального контроля.

Ключевые слова: автотранспортные средства, транспортный поток, выбросы загрязняющих веществ, мониторинг

ENGINEERING METHODOLOGY OF CALCULATION OF STRUCTURE CHANGING AND INTENSITY OF THE TRAFFIC STREAM IN THE CONDITIONS OF EXTREMELY DANGEROUS WEAKNESS OF URBAN POPULATION

V.N. Lozhkin; M.A. Kosovets; B.V. Gavkaljuk.
Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia

One of the important problems of modernity is the quality of atmosphere in megapolis. The main source of the atmosphere pollution is an intensive traffic load. Local areas of air pollution by chemical matters of exhaust gas of vehicle engine bodies (which are dangerous for health) are elements of the traffic system, i.e. through truck route. In the article the questions connected with the engineering methodology of calculation of structure changing and intensity of the traffic stream on the city motoring highways are discussed. This methodology is based on the registered information gotten by the measuring automatic elements that are adopted by the specific rules.

Keywords: vehicles, traffic stream, pollution emissions, monitoring

Одной из острейших экологических проблем современности является состояние качества атмосферного воздуха в крупных мегаполисах и промышленных агломерациях [1–3]. Для ряда территорий загрязнение воздушной среды достигает критических размеров [4–7]. Около половины населения Российской Федерации проживает в городах с превышением допустимых норм загрязненности воздуха в селитебных территориях [8, 9]. В настоящее время общепринятым подходом к оценке экологической

ситуации в городе является усреднение результатов наблюдений по всей территории, что не позволяет отдельно выделить участки с повышенной антропогенной нагрузкой, требующие первоочередных мер и капиталовложений по улучшению качества окружающей среды. Санкт-Петербург занимает третье место после г. Норильска и Москвы по загрязнению атмосферного воздуха в России – выбросы в атмосферный воздух составляют 488 тыс. т в год [10]. Основным источником загрязнения атмосферы является высокая транспортная нагрузка. На долю автомобильного транспорта приходится 85,9 % выбросов мегаполиса [11].

Локальными зонами загрязнения атмосферы опасными для здоровья химическими веществами (частицы PM_{10} , $PM_{2,5}$, NO_2 , SO_2 , бензопирен и др.) отработавших газов двигателей автомобильного транспорта являются элементы улично-дорожной сети – автомобильные магистрали. Повышенной концентрации чрезвычайно опасных веществ в окрестности автомагистралей способствуют: неисправное техническое состояние двигателей внутреннего сгорания или несоответствие последним требованиям экологических стандартов, закономерно повторяемые метеорологические факторы (погодные условия, при которых затрудняется рассеивание загрязняющих газообразных веществ в атмосфере, такие как штиль, температурные инверсии).

Принимая во внимание высокую связь величин максимальных разовых выбросов с характеристиками интенсивности движения, для определения количественных показателей загрязнения воздушной среды в «часы пик» в окрестности автомагистрали были использованы данные измерений интенсивности движения с помощью автоматических датчиков, предоставленные СПб ГБУ «Центр транспортного планирования Санкт-Петербурга» (ЦТП СПб).

В статье обосновывается инженерная методика расчета структуры и интенсивности транспортных потоков на городских магистралях, адаптированная к общим требованиям инструментального контроля по ГОСТ 32965–2014 [12] и ранее обоснованным пяти модельным группам транспортных средств [13]. Методика апробирована применительно к расчету ожидаемого загрязнения воздушной среды на Обуховском мосту Санкт-Петербурга для неблагоприятных метеорологических условий.

Методика исследования

В разработанной новой методике ранжирование автотранспорта по учетным группам производилось на основе действующих принципов категорирования, закреплённых не только в национальном стандарте ГОСТ Р 51709–2001 (Приложение А), но и в международных документах: в Правилах № 13 Европейской Экономической Комиссии Организации Объединенных Наций и Решении Совета Евразийской экономической комиссии № 6 от 30 января 2013 г. по вступлению в силу с 1 января 2015 г. технического регламента таможенного союза «О безопасности колесных транспортных средств» (ТР ТС 018/2011).

Оценка структуры (состава), интенсивности и выбросов вредных (загрязняющих) веществ с отработавшими газами автотранспортных потоков на выбранном участке Обуховского моста Санкт-Петербурга выполнялись по следующим учетным группам:

- I – легковые – (Л);
- II – автофургоны и микроавтобусы до 3,5 т – (АМ);
- III – грузовые от 3,5 до 12 т – ($G_{\leq 12}$);
- IV – грузовые свыше 12 т – ($G_{> 12}$);
- V – автобусы свыше 3,5 т – ($A_{> 3,5}$).

Подсчет проходящих автотранспортных средств проводился в 20-минутных временных интервалах каждого часа из отрезков времени, приходящихся на часы «пик», синхронно и отдельно по каждому направлению движения. Для получения более обоснованных значений количества регистрируемого проходящего автотранспорта, а, следовательно, и максимальных разовых выбросов (г/с), потребовался значительный массив данных об интенсивности и структуре транспортных потоков.

В настоящей работе для получения такого массива информации были использованы данные замеров с автоматических датчиков учета интенсивности движения транспортных потоков ЦТП СПб. Наличие серий измерений в 2018 г. обеспечило получение надежных исходных данных о структуре и интенсивности транспортных потоков с 5-минутным периодом осреднения в течение нескольких суток на исследуемом перегоне участка Кольцевой автодороги на Обуховском мосту.

Протоколы (текстовые файлы) для каждой серии измерений, полученные ЦТП СПб, включали по всем восьми полосам движения следующую информацию в условных аббревиатурах: общую интенсивность движения (VOLUME), интенсивность движения по четырем группам грузового транспорта: MID SIZE 1 (Грузовые < 5 т), MID SIZE 2 (Грузовые 5–12 т), LONG VEN 1 (Грузовые 12–20 т), LONG VEN 2 (Грузовые > 20 т) и легкового транспорта. Кроме того, в файлах фиксируется скорость движения и число неопознанных грузовых объектов (XLONG VEN). Фрагмент протокола исходных данных (текстового файла) фиксации транспортного потока в одном направлении приведен на рис. 1.

Таким образом, исходная логистическая информация, по сути, содержала весь необходимый банк измерительных сведений об автотранспортных потоках, полученных в непрерывно автоматическом режиме, с интервалами в 5 мин в различные временные промежутки, длительностью от нескольких суток до нескольких недель.

Гармонизация информации по интенсивности движения автотранспорта, регистрируемого с помощью датчиков автоматизированного учета на выбранном участке Обуховского моста Санкт-Петербурга, производилась следующим групповым соотношением:

- I – легковые (Л): [(VOLUME + XLONG VEN) – (MID SIZE 1 + MID SIZE 2 + LONG VEN 1 + LONG VEN 2)];
- II – автофургоны и микроавтобусы до 3,5 т (AM): MID SIZE 1;
- III – грузовые от 3,5 до 12 т ($\Gamma_{\leq 12}$): MID SIZE 2;
- IV – грузовые свыше 12 т ($\Gamma_{> 12}$): LONG VEN 1 + LONG VEN 2;
- V – автобусы свыше 3,5 т ($A_{> 3,5}$): принимаются 0,15 MID SIZE 2,

где VOLUME – общее количество транспортных средств, а XLONG VEN – неопознанные транспортные средства, относимые к легковым автомобилям.

Для выявления особенностей распространения опасных поллютантов в окрестности Обуховского моста Санкт-Петербурга использовался методологический подход математического моделирования загрязнения атмосферы, разработанный в Главной геофизической обсерватории им. А.И. Войкова [6].

Метод базируется на численном решении дифференциального уравнения атмосферной диффузии, из анализа которого вытекает, что при квазистационарных параметрах выброса некоторого загрязняющего вещества изменение его концентрации в прилегающей области будет зависеть от турбулентного обмена и скорости ветра.

$$\frac{\partial q}{\partial t} + u \frac{\partial q}{\partial x} + v \frac{\partial q}{\partial y} + w \frac{\partial q}{\partial z} = \frac{\partial}{\partial x} k_x \frac{\partial q}{\partial x} + \frac{\partial}{\partial y} k_y \frac{\partial q}{\partial y} + \frac{\partial}{\partial z} k_z \frac{\partial q}{\partial z} - \alpha q,$$

где x и y – оси расположенные в горизонтальной плоскости (в декартовой системе координат); z – ось по вертикали; t – время; u , v , w – составляющие средней скорости перемещения примесей соответственно по направлению осей x , y , z ; k_x , k_y , k_z – горизонтальные и вертикальная составляющие коэффициента обмена; α – коэффициент, определяющий изменение концентрации за счёт вероятного химического превращения примеси.

```

RTMS STAT. MESSAGES  ZONE:  1  2  3  4  5  6  7  8
SPEED IN Km/h.Occupancy 6 ft Loop normalized.

20 04 2018 12:40:00
MESSAGE NO. 1      VOLUME:  9  14  11  0  0  0  0  0
                   MID SIZE 1:  1  4  0  0  0  0  0  0
                   MID SIZE 2:  2  1  0  0  0  0  0  0
                   LONG VEH 1:  0  2  0  0  0  0  0  0
                   LONG VEH 2:  0  0  0  0  0  0  0  0
                   XLONG VEH:  0  0  0  0  0  0  0  0
STATION ID. 4     OCCUPANCY:  1  1  1  0  0  0  0  0
FWDLK SPEED ?    SIDEFRD SPD: 53 84 65 ? ? ? ? ? Dir. 128 V. 120 H. 16

20 04 2018 12:45:00
MESSAGE NO. 2      VOLUME:  15  6  5  0  0  0  0  0
                   MID SIZE 1:  2  0  3  0  0  0  0  0
                   MID SIZE 2:  1  0  0  0  0  0  0  0
                   LONG VEH 1:  0  0  0  0  0  0  0  0
                   LONG VEH 2:  0  0  0  0  0  0  0  0
                   XLONG VEH:  1  0  0  0  0  0  0  0
STATION ID. 4     OCCUPANCY:  2  1  1  0  0  0  0  0
FWDLK SPEED ?    SIDEFRD SPD: 56 79 70 ? ? ? ? ? Dir. 128 V. 120 H. 16

20 04 2018 12:50:00
MESSAGE NO. 3      VOLUME:  14  16  6  0  0  0  0  0
                   MID SIZE 1:  2  3  1  0  0  0  0  0
                   MID SIZE 2:  1  1  0  0  0  0  0  0
                   LONG VEH 1:  1  0  0  0  0  0  0  0
                   LONG VEH 2:  0  1  0  0  0  0  0  0
                   XLONG VEH:  1  0  0  0  0  0  0  0
STATION ID. 4     OCCUPANCY:  2  1  1  0  0  0  0  0
FWDLK SPEED ?    SIDEFRD SPD: 65 79 68 ? ? ? ? ? Dir. 128 V. 120 H. 16

20 04 2018 12:55:00
MESSAGE NO. 4      VOLUME:  9  24  10  0  0  0  0  0
                   MID SIZE 1:  2  4  2  0  0  0  0  0
                   MID SIZE 2:  1  1  0  0  0  0  0  0
                   LONG VEH 1:  1  0  0  0  0  0  0  0
                   LONG VEH 2:  0  1  0  0  0  0  0  0
                   XLONG VEH:  1  0  0  0  0  0  0  0
STATION ID. 4     OCCUPANCY:  1  2  1  0  0  0  0  0
FWDLK SPEED ?    SIDEFRD SPD: 67 78 66 ? ? ? ? ? Dir. 128 V. 120 H. 16

20 04 2018 13:00:00
MESSAGE NO. 5      VOLUME:  10  19  7  0  0  0  0  0
                   MID SIZE 1:  0  4  0  0  0  0  0  0
                   MID SIZE 2:  2  1  0  0  0  0  0  0
                   LONG VEH 1:  0  0  0  0  0  0  0  0
                   LONG VEH 2:  0  1  0  0  0  0  0  0
                   XLONG VEH:  3  1  0  0  0  0  0  0
STATION ID. 4     OCCUPANCY:  2  2  1  0  0  0  0  0
FWDLK SPEED ?    SIDEFRD SPD: 68 79 73 ? ? ? ? ? Dir. 128 V. 120 H. 16

```

Рис. 1. Пример выдержки из текстового файла, который выводится аналитической системой обработки информации датчиков

Выражение для определения максимальной концентрации поллютанта, создаваемой автотранспортными потоками, стилизованными в виде линейного источника выброса, определяем из выражения:

$$C_M = \frac{AMF\eta\eta L}{8H^{4/3}V_1},$$

где C_M – максимальная разовая концентрация поллютанта на удалении x_M от автомагистрали, г/м³; M – удельная эмиссия поллютанта в единицу времени, г/с; F – безразмерный коэффициент, учитывающий скорость седиментации взвешенных частиц с учетом их эффективного диаметра; F принимается равным единице для газообразных веществ и мелкодисперсных взвешенных частиц с эффективным диаметром менее 10 мкм; η – безразмерный коэффициент, учитывающий влияние рельефа местности на формирование концентрационных полей загрязнителей; для относительно ровных территорий с перепадом высот не более 50 м на один километр η принимается равным единице; n – безразмерный коэффициент, учитывающий геометрические и температурные характеристики источника выброса; A – безразмерный коэффициент, характеризующий условия распределения примесей в приземном воздушном слое по вертикали и горизонтали, зависящий от стратификации атмосферы; H – высота магистрали над поверхностью земли, м; L – длина участков дороги, м; V_1 – объем эмиссии поллютанта от источника в единицу времени, м³/с.

Удельная эмиссия поллютанта в единицу времени, г/с, определяется для откорректированных значений удельных пробеговых выбросов вредных веществ с отработавшими газами автотранспорта (табл.).

Таблица. Значения удельных показателей пробеговых выбросов вредных (загрязняющих) веществ, г/км

Учетные группы	В ы б р о с, г/км						
	СО	NO ₂	СН	Сажа	SO ₂	Формальдегид	Бенз(а)пирен
Л	0,8	0,3	0,24	$0,5 \cdot 10^{-2}$	$0,6 \cdot 10^{-2}$	$1,4 \cdot 10^{-3}$	$0,16 \cdot 10^{-6}$
АМ	4,2	1,6	0,63	$3,4 \cdot 10^{-2}$	$1,3 \cdot 10^{-2}$	$2,3 \cdot 10^{-3}$	$0,18 \cdot 10^{-6}$
Г _{≤12}	4,8	5,8	1,4	0,34	$2,4 \cdot 10^{-2}$	$0,6 \cdot 10^{-2}$	$0,54 \cdot 10^{-6}$
Г _{>12}	5,1	6,8	1,80	0,40	$3,5 \cdot 10^{-2}$	$0,7 \cdot 10^{-2}$	$0,66 \cdot 10^{-6}$
А _{>3,5}	3,6	4,3	0,4	0,14	$2,0 \cdot 10^{-2}$	$0,2 \cdot 10^{-2}$	$0,18 \cdot 10^{-6}$

Результаты исследований

В соответствии с вышеприведенной созданной методикой, была разработана оригинальная программа ее численной реализации. С использованием информации датчиков автоматизированного учета интенсивности движения транспорта были получены характеристики интенсивности и структуры автотранспортных потоков для самой оживленной кольцевой автомагистрали на участке Обуховского моста с 20 апреля 2018 г. (12 часов 40 минут) по 28 апреля 2018 г. (10 часов 45 минут). Ввиду большого объема табличной и графической информации, данные в статье не приводятся.

Из анализа закономерностей распределений интенсивности автотранспортных потоков на Обуховском мостовом переходе сделаны выводы о том, что более высокие средние значения интенсивности движения оказались характерными для легковых автомобилей, автофургонов и микроавтобусов до 3,5 т. Средняя интенсивность движения грузовых автомобилей оказалась в 20 раз ниже, чем легковых. На порядок от легковых автомобилей отличается интенсивность движения автобусов свыше 3,5 т. Однако средние скорости движения грузовых автомобилей и автобусов были выше, чем у легковых автомобилей на 14,5...38,2 %.

На рис. 2 показано ожидаемое для неблагоприятных метеорологических условий загрязнение воздуха NO₂ в акватории вантового перехода Обуховского моста в «часы пик».

Ввиду того, что в водной акватории на реке Неве эксплуатируются речные суда с дизельными двигателями, расчеты вероятного загрязнения воздуха выполнены для автотранспорта с учетом выбросов NO₂ от судов по Программе «Эколог-4» ООО «Фирма «Интеграл-Софт» (Санкт-Петербург).

Как следует из анализа приведенных данных, вероятное загрязнение воздуха NO₂ на высоте дыхания человека при неблагоприятных метеорологических условиях может достигать значений до 3–6 ПДК_{МР}.

Разработана инженерная методика расчета изменения структуры и интенсивности движения автотранспортного потока в условиях чрезвычайно опасной уязвимости городского населения. Адаптация методики применительно к анализу экстремальных транспортных нагрузок на Обуховском мосту Санкт-Петербурга подтвердила ее работоспособность.

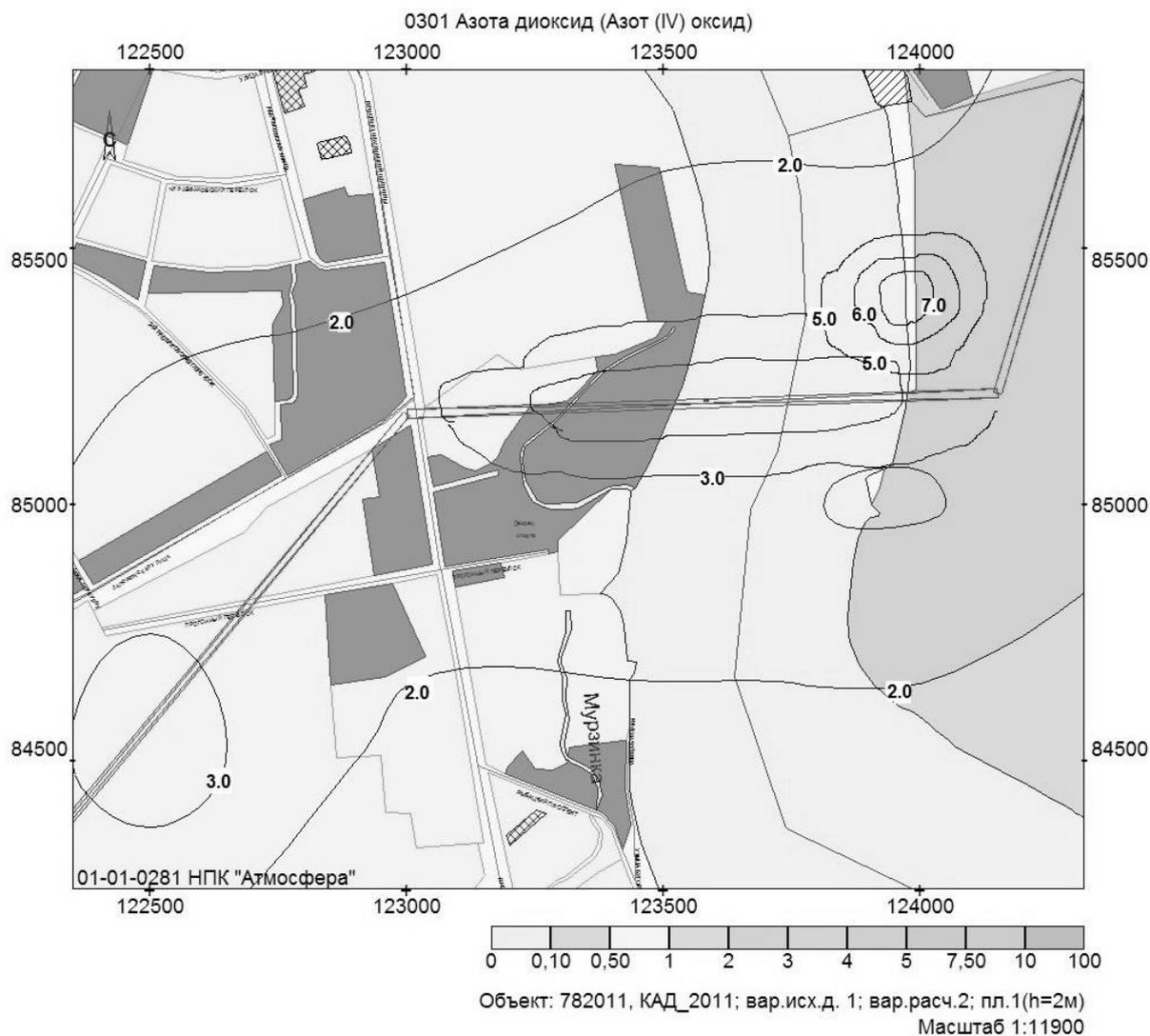


Рис. 2. Карта загрязнения воздуха NO_2 (в долях ПДК_{МР}) судами и автомобилями в окрестности Большого Обуховского моста в Санкт-Петербурге

Получаемые по разработанной методике закономерности изменения структуры и интенсивности автотранспортных потоков на городских магистралях позволяют достоверно выявлять на городской территории локальные, во времени и пространстве, ситуации чрезвычайно опасного для населения загрязнения атмосферы вредными веществами.

Литература

1. Jullien M., Dauvergne V., Cerezo A. Environmental assessment of road construction and maintenance policies using LCA // *Transportation Research Part D: Transport and Environment*. 2016. V. 29. P. 56–65.
2. Aznarte J.L. Probabilistic forecasting for extreme NO_2 pollution episodes // *Environmental Pollution*. 2017. Vol. 229. P. 321–328.
3. Волкодаева М.В., Полуэктова М.М. К вопросу о расчетах загрязнения атмосферного воздуха выбросами автотранспорта // *Экология урбанизированных территорий*, ИД «Камертон». М., 2008. № 3. С. 103–109.
4. Lozhkina O.V., Lozhkin V.N. Estimation of road transport related air pollution in Saint Petersburg using European and Russian calculation models // *Journal Contents lists available at ScienceDirect «Transportation Research Part D»*. 2015. № 36. P. 178–189.
5. Ложкин В.Н., Ложкина О.В. Управление экологической безопасностью

автомобильного транспорта: монография. № 31180. ISBN (978-3-8465-2287-5). LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH & Co. KG. Germany, 2011. 195 с.

6. Berlyand M.E., Burenin N.S., Genihovich E.L. Experimental investigation of atmospheric pollution due to motor vehicles. Proc. Sov. American. Symp on mobile sources of air pollution. SPb., 1992. V. 1. pp. 105–121.

7. Lozhkin V.N., Lozhkina O.V. Estimation of road transport related air pollution in Saint-Petersburg using European and Russian calculating models. The study was carried out as a part of the project «Air Quality Governance in the ENPI East Countries» in 2011–2014, funded by the European Union. URL: www.airgovernance.eu. (дата обращения: 11.05.2019).

8. Lozhkin V.N., Lozhkina O.V. RESULTS OF HARMONIZATION OF RUSSIAN VEHICLE EMISSION STANDARDS WITH EU DIRECTIVES AT THE EXAMPLE OF ST. PETERSBURG, International Symposium, «Environmental and engineering aspects for sustainable living», EANW. Gannover, 2014. S. 101–103.

9. Ложкин В.Н., Невмержицкий Н.В. О решении обратной задачи моделирования опасного воздействия частиц $PM_{2,5}$ и PM_{10} в окрестности автомагистрали // Науч.-аналит. журн. «Вестник С.-Петерб. ун-та ГПС МЧС России». 2015. № 2. С. 13–23.

10. Ильин Ф.Е. Экология атмосферного воздуха Санкт-Петербурга // Научная дискуссия: вопросы математики, физики, химии, биологии. 2016. № 4 (32). С. 133–137.

11. Доклад об экологической ситуации в Санкт-Петербурге в 2017 году. URL: <http://www.infoeco.ru/index.php?id=982> (дата обращения: 11.05.2019).

12. ГОСТ 32965–2014. Дороги автомобильные общего пользования. Методы учета интенсивности движения транспортного потока. URL: <https://files.stroyinf.ru/Index/63/63358.htm>. (дата обращения: 11.05.2019).

13. Методика определения выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух от автотранспортных потоков, движущихся по автомагистралям Санкт-Петербурга (утв. Распоряжением Комитета по природопользованию, охране окружающей среды и обеспечению экологической безопасности правительства Санкт-Петербурга от 19 янв. 2019 г. № 33-р). URL: <https://www.gov.spb.ru/static/writable/ckeditor/uploads/2018/B1.pdf>. (дата обращения: 11.05.2019).

References

1. Jullien M., Dauvergne V., Cerezo A. Environmental assessment of road construction and maintenance policies using LCA // Transportation Research Part D: Transport and Environment. 2016. V. 29. P. 56–65.

2. Aznarte J.L. Probabilistic forecasting for extreme NO₂ pollution episodes // Environmental Pollution. 2017. Vol. 229. P. 321–328.

3. Volkodaeva M.V., Poluektova M.M. К вопросу о расчѣтах загрязнѣния атмосферного воздуха выбросами автотранспорта // Экология урбанизированных территорий, ID «Kamerton». М., 2008. № 3. С. 103–109.

4. Lozhkina O.V., Lozhkin V.N. Estimation of road transport related air pollution in Saint-Petersburg using European and Russian calculation models // Journal Contents lists available at ScienceDirect «Transportation Research Part D». 2015. № 36. P. 178–189.

5. Lozhkin V.N., Lozhkina O.V. Upravlenie ekologicheskoy bezopasnost'yu avtomobil'nogo transporta: monografiya. № 31180. ISBN (978-3-8465-2287-5). LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH & Co. KG. Germany, 2011. 195 s.

6. Berlyand M.E., Burenin N.S., Genihovich E.L. Experimental investigation of atmospheric pollution due to motor vehicles. Proc. Sov. American. Symp on mobile sources of air pollution. SPb., 1992. V. 1. pp. 105–121.

7. Lozhkin V.N., Lozhkina O.V. Estimation of road transport related air pollution in Saint-Petersburg using European and Russian calculating models. The study was carried out as a part of the project «Air Quality Governance in the ENPI East Countries» in 2011–2014, funded by the European Union. URL: www.airgovernance.eu. (дата обращения: 11.05.2019).

8. Lozhkin V.N., Lozhkina O.V. RESULTS OF HARMONIZATION OF RUSSIAN VEHICLE EMISSION STANDARDS WITH EU DIRECTIVES AT THE EXAMPLE OF ST.-PETERSBURG, International Symposium, «Environmental and engineering aspects for sustainable living», EANW. Gannover, 2014. S. 101–103.

9. Lozhkin V.N., Nevmerzhiĳ N.V. O reshenii obratnoj zadachi modelirovaniya opasnogo vozdejstviya chastic RM2,5 i RM10 v okrestnosti avtomagistrali // Nauch.-analit. zhurn. «Vestnik S.-Peterb. un-ta GPS MCHS Rossii». 2015. № 2. S. 13–23.

10. Il'in F.E. Ekologiya atmosfernogo vozduha Sankt-Peterburga // Nauchnaya diskussiya: voprosy matematiki, fiziki, himii, biologii. 2016. № 4 (32). S. 133-137.

11. Doklad ob ekologicheskoj situacii v Sankt-Peterburge v 2017 godu. URL: <http://www.infoeco.ru/index.php?id=982> (data obrashcheniya: 11.05.2019).

12. GOST 32965–2014. Dorogi avtomobil'nye obshchego pol'zovaniya. Metody ucheta intensivnosti dvizheniya transportnogo potoka. URL: <https://files.stroyinf.ru/Index/63/63358.htm>. (data obrashcheniya: 11.05.2019).

13. Metodika opredeleniya vybrosov vrednyh (zagryaznyayushchih) veshchestv v atmosferyj vozduh ot avtotransportnyh potokov, dvizhushchihsya po avtomagistralyam Sankt-Peterburga (utv. Rasporyazheniem Komiteta po prirodopol'zovaniyu, ohrane okruzhayushchej sredy i obespecheniyu ekologicheskoj bezopasnosti pravitel'stva Sankt-Peterburga ot 19 yanv. 2019 g. № 33-r). URL: <https://www.gov.spb.ru/static/writable/ckeditor/uploads/2018/B1.pdf>. (data obrashcheniya: 11.05.2019).

БЕЗОПАСНОСТЬ КРИТИЧЕСКИ ВАЖНЫХ И ПОТЕНЦИАЛЬНО ОПАСНЫХ ОБЪЕКТОВ

ЭКСЕРГЕТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТВЕРДЫХ КОММУНАЛЬНЫХ ОТХОДОВ ПРИ ЗАХОРОНЕНИИ, ПЕРЕВОЗКЕ И СЖИГАНИИ

**Л.А. Королева, кандидат технических наук, доцент.
Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России.**

**А.Г. Хайдаров, кандидат технических наук, доцент.
Санкт-Петербургский государственный технологический институт
(технический университет)**

Обоснована возможность применения эксергетического метода для оценки пожарной опасности твердых коммунальных отходов при их захоронении и перевозке. Рассчитаны значения химической эксергии твердых коммунальных отходов различного морфологического состава. Представлена зависимость высшей теплоты сгорания от эксергии. Оценена эксергетическая эффективность сжигания твердых коммунальных отходов при различных сценариях извлечения ресурсов.

Ключевые слова: твердые коммунальные отходы, захоронение, перевозка, эксергия, пожарная опасность, эксергетическая эффективность, сжигание отходов

EXERGY ASSESSMENT OF FIRE HAZARD AND ENERGY EFFICIENCY OF MUNICIPAL SOLID WASTE AT THE DISPOSAL, TRANSPORTATION AND BURNING

L.A. Koroleva. Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia.
A.G. Haydarov. Saint-Petersburg state institute of technology (technical university)

The possibility of using the exergy method to assess the fire hazard of municipal solid waste at their disposal and transportation is proved. The values of chemical exergy of municipal solid waste of different morphological composition are calculated. The dependence of the higher heat of combustion on exergy is presented. The exergy efficiency of municipal solid waste burning in different resource extraction scenarios is estimated.

Keywords: solid municipal waste, disposal, transportation, exergy, fire danger, exergy efficiency, burning of waste

Увеличение населения, повышение благосостояния, урбанизация приводят к увеличению количества твердых коммунальных отходов (ТКО). Удельное количество ТКО, образующееся на одного жителя в год, в настоящее время оценивается от 250 до 1 000 кг и ежегодно растёт на 3–5 % [1]. Изменяется морфологический состав отходов.

Доступная, эффективная и стабильная система утилизации ТКО определяет устойчивое развитие страны. Интерес к вопросам управления ресурсами и отходами

постоянно растет. Использование эффективных методов утилизации улучшает качество жизни, предотвращает загрязнение окружающей среды, снижает пожарную опасность, способствует сохранению природных ресурсов, предоставляет преимущества использования возобновляемой энергии.

В настоящее время в России перерабатывается только около 1 % ТКО [1], остальные поступают на официальные и – по большей части – несанкционированные свалки. Особенно остро проблема вывоза и утилизации ТКО стоит в крупных городах.

Сведения о морфологическом составе ТКО являются наиболее общими. Основываясь на них, возможны оценка и прогноз пожарной опасности отходов, эффективности процессов утилизации.

Морфологический состав ТКО изменяется по годам, имеет сезонные колебания и различается по регионам. Данные о динамике изменения морфологического состава ТКО в целом по России за период с 1928 г. представлены в табл. 1.

Таблица 1. Динамика изменения морфологического состава ТКО России [2]

Фракция	Содержание фракции, % масс (по сухому весу), по годам					
	1928	1952	1975	1986	1996	2013
Бумага, картон	18	16	28	39	41	30
Пищевые отходы	12	31	36	31	26	35
Дерево	4	1	3	2	1	5
Металл	2	2	2	3	2	4
Текстиль	3	1	2	3	4	4
Кости	3	1	5	1	1	2
Стекло	4	1	4	5	5	3
Кожа, резина		1	1	2	2	3
Камни	5	6	2	1	2	1
Полимерные материалы	–	–	–	3	8	6
Прочее	49	40	17	10	8	7
Итого	100	100	100	100	100	100

Для оценки пожарной опасности ТКО в работе [3] обоснована возможность и преимущества использования эксергетического подхода.

Эксергетический метод термодинамического анализа основан на применении понятия эксергии для исследования технических процессов. Он опирается на первый и второй закон термодинамики. Его основное преимущество определяется тем, что метод учитывает реальные условия протекания процессов, от которых зависит возможность получения максимальной полезной работы.

Эксергия выступает мерой отклонения параметров состояния термодинамической системы от условий окружающей среды. В современных исследованиях данное понятие связывают с понятиями эффективность, экологичность, экономичность, экологическая целесообразность и пожарная опасность [3].

Эксергия есть часть энергии, равная максимальной полезной работе, которую может совершить система до установления состояния равновесия с окружающей средой. При определении эксергии объектами изучения являются: рассматриваемая система, окружающая среда и внешние объекты в окружающей среде, которые могут быть источниками или приемниками энергии. В реально протекающих процессах работа всегда меньше убыли эксергии.

В отличие от энергии, эксергия не подчиняется закону сохранения, диссимилируясь или затрачиваясь вследствие необратимости любых реальных процессов. Потери эксергии

прямо пропорциональны увеличению энтропии. Эксергия отражает качество и масштабы преобразований энергии внутри системы.

Рассмотрим различные стратегии управления ТКО и дадим эксергетическую оценку происходящих процессов и их пожарной опасности.

1. Захоронение отходов.

Большое количество нелегальных свалок и приближение официальных полигонов к населённым пунктам приводят к ухудшению экологической обстановки и риску возникновения чрезвычайных ситуаций [4].

Пожары на полигонах и свалках являются существенной проблемой. Наличие тепла, кислорода и топлива (то есть твёрдых отходов) создает необходимые условия пожара. Наиболее серьезными считаются подземные пожары, что обусловлено трудностью определения их местоположения и масштаба. Эти пожары в основном вызваны самовозгоранием при высокой температуре. Влажность, концентрация кислорода и продуктов разложения, температура, наличие катализаторов, разнообразие морфологического состава ТКО и различие условий на полигоне влияют на процессы самовозгорания, воспламенения и самонагрева твердых отходов. На мусорных полигонах эти факторы меняются в зависимости от времени и места и трудно поддаются контролю из-за структуры свалок или неоднородности твердых отходов.

Последствия пожаров могут выходить за пределы мусорных свалок, и урон, нанесенный ими, может быть огромен. Быстрое окисление отходов в пределах свалок может ослабить конструкцию и устойчивость мусорного полигона. Кроме того, вследствие высокой температуры, осадки грунта, обезвоживания и противопожарных мероприятий подземные пожары могут повлиять на техническое состояние свалочной крыши, на качество выщелачивания и газовой генерации. Помимо этого, они представляют собой серьезную угрозу для окружающей среды, выпуская в атмосферу продукты неполного сгорания и загрязнители воздуха, такие как угарный газ, диоксины, фураны.

Мусорные свалки содержат смесь твердых отходов, каждый из которых имеет различные тепловые и динамические характеристики, которые влияют на процессы горения. Использование эксергетических характеристик дает возможность дать оценку пожарной опасности ТКО различного морфологического состава.

На основе данных по содержанию различных фракций в составе ТКО в России в различные периоды времени (табл. 1) по методике, предложенной в работе [5], были рассчитаны значения химической эксергии отходов. Результаты представлены на рис. 1.

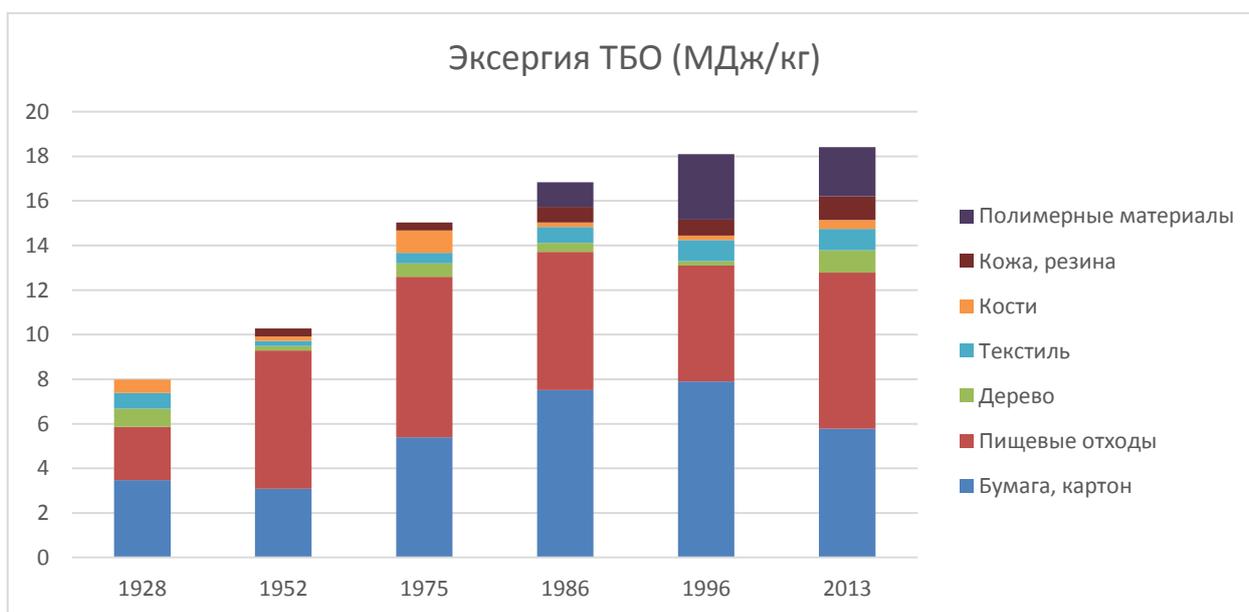


Рис. 1. Эксергия ТКО для России

На рис. 2 даны интервальные значения эксергии по фракциям ТКО, рассчитанные по данным работы [5].

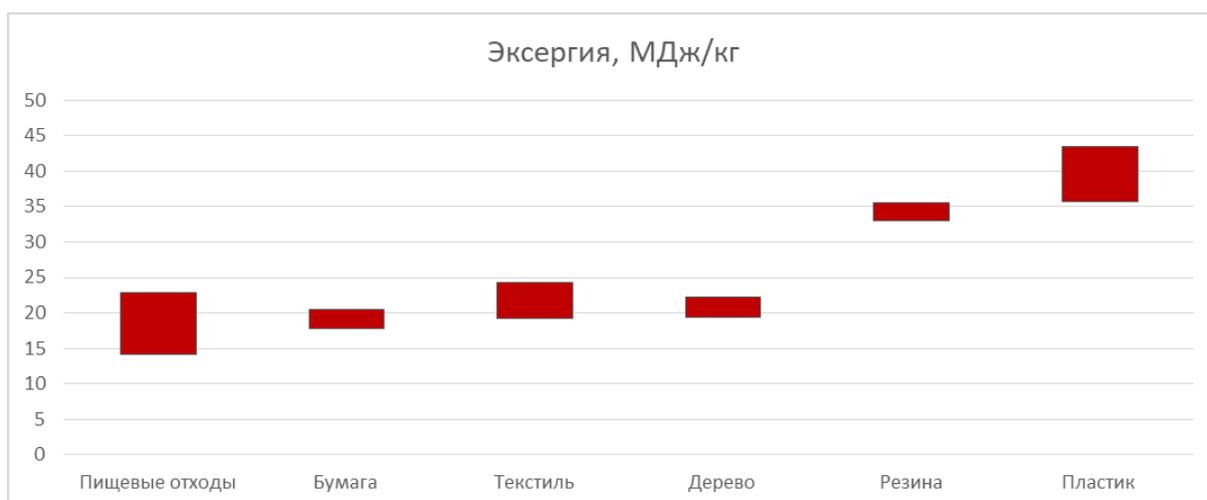


Рис. 2. Интервальная оценка значений эксергии ТКО

Как видно из рис. 1, 2, ТКО обладают высокими значениями эксергии. Наблюдается тенденция неуклонного роста рассматриваемого показателя. Наибольшими значениями обладают полимерные материалы, количество которых неуклонно увеличивается. Большой вклад в величину эксергии вносят пищевые отходы, бумага и картон, что определяется их количеством. Металлы обладают низким значением рассматриваемого показателя, его при расчетах можно не учитывать.

Таким образом, на свалках и полигонах содержатся отходы, которые, с одной стороны, обладают значительным эксергетическим потенциалом и могут быть использованы для получения энергии, с другой – высокой пожарной опасностью. Связь эксергии и теплоты сгорания ТКО была изучена в работе [3]. На рис. 3 представлена зависимость высшей теплоты сгорания от эксергии для ТКО различного морфологического состава.

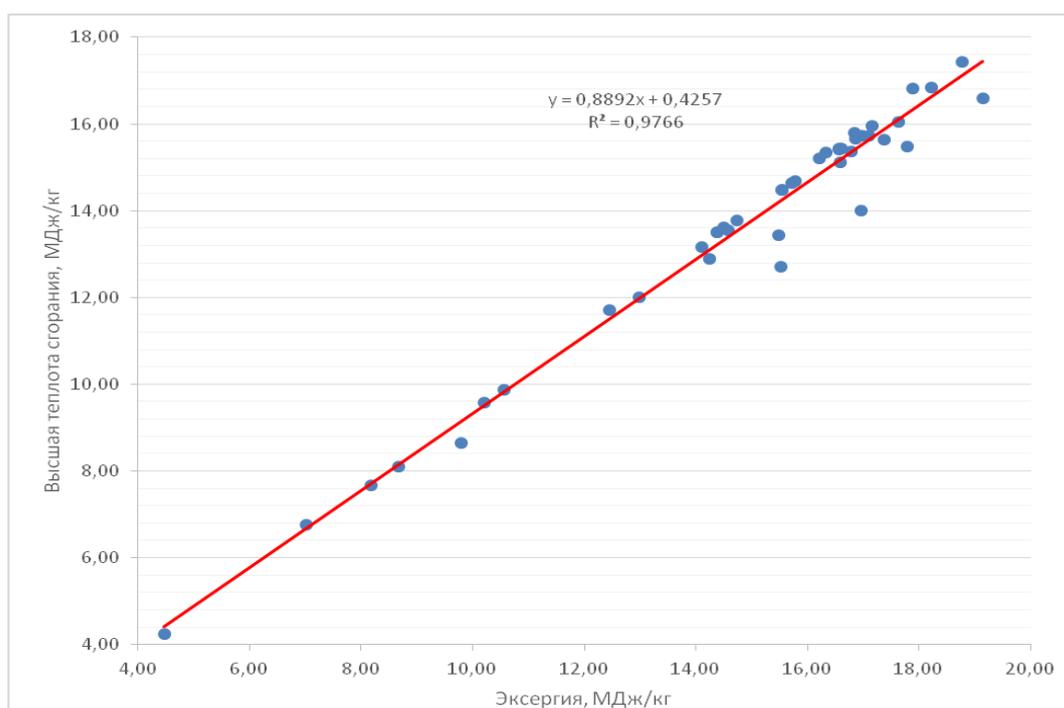


Рис. 3. Зависимость высшей теплоты сгорания от эксергии для ТКО городов России

Сжигание отходов с получением энергии в крупных городах ограничивается мощностью имеющихся заводов, высокой стоимостью их строительства, возникающими при сжигании экологическими проблемами и мнением общественности. Решением вопроса накопления отходов может стать вывоз мусора из городов железнодорожным транспортом для утилизации их на отдаленных полигонах, мусоросжигательных и мусороперерабатывающих заводах [3]. ТКО при перевозке железнодорожным транспортом необходимо отнести к опасным грузам.

2. Энергетическое использование ТКО.

По технологическим признакам сжигания способы энергетического использования ТКО можно разделить на две группы [1]:

– одностадийное сжигание в специальных топках, применяемое на крупных мусоросжигательных заводах, с целью утилизации ТКО и выработки тепловой и электрической энергии;

– двухстадийное сжигание, предусматривающее на первой стадии преобразование органической части ТКО в смесь горючих газов, а на второй стадии – использование этих газов в различных типах энергетических устройств.

Используются следующие технологии газификации: метановое сбраживание (метанизация) органических отходов животного и растительного происхождения; термохимическая конверсия (газогенерация, пиролиз); анаэробное сбраживание (биоконверсия) натуральных ТКО на полигонах, специально оборудованных для сбора биогаза. Механизм биоконверсии близок к метанизации, только в данном случае необходимые для сбраживания микроорганизмы возникают естественным путём. Такой процесс является многолетним, он длится до 100 лет, причем наибольшее количество биогаза выделяется в первый год процесса и затем убывает по экспоненциальному закону. Горючей составляющей биогаза полигона является метан (CH_4) в количестве от 40 до 70 %. В состав биогаза входит от 60 до 30 % двуокиси углерода (CO_2). Количество примесей незначительно, но они содержат сероводород H_2S . Максимальное содержание водяного пара может достигать 7 % [1].

Для сравнительной оценки сжигания сортированных и несортированных отходов были рассмотрены четыре сценария управления ТКО, представленные в табл. 2.

Таблица 2. Схема сценариев извлечения ресурсов из ТКО [6]

Сценарий	Сортируемые отходы	Технологии переработки
Сценарий А	ТКО	Отходы в энергию + обработка зольного остатка
Сценарий В	ТКО	Отходы в энергию + обработка зольного остатка
	Металлы (эффективность сортировки: 60 % для алюминиевых банок, 40 % для алюминиевых контейнеров и фольги, 50 % для железных банок, 10 % для других металлов)	Установка сортировки металла
Сценарий С	ТКО	Отходы в энергию + обработка зольного остатка
	Металлы (эффективность сортировки: 60 % для алюминиевых банок, 40 % для алюминиевых контейнеров и фольги, 50 % для железных банок, 10 % для других металлов)	Установка сортировки металла (MSF)

	Пластмассы (эффективность сортировки: 50 % для твердых пластмасс, 10 % для мягких и неперерабатываемые пластмассы не сортируются)	Установка сортировки пластмассы
Сценарий D	ТКО	Отходы в энергию + обработка зольного остатка
	Металлы (эффективность сортировки: 60 % для алюминиевых банок, 40 % для алюминиевых контейнеров и фольги, 50 % для железных банок, 10 % для других металлов)	Установка сортировки металла
	Пластмассы (эффективность сортировки: 50 % для твердых пластмасс, 10 % для мягких и неперерабатываемые пластмассы не сортируются)	Установка сортировки пластмассы
	Органические отходы (эффективность сортировки: 50 % для продуктов питания и растительных отходов)	Объект анаэробной переработки

В расчеты включены химическая, физическая и электрическая эксергия. Физическая эксергия заключается в давлении и температуре, отличных от окружающей среды. Химическая эксергия – в эксергии химических связей в веществах, которых нет в чистом виде в окружающей среде. Методика расчета соответствовала предложенной в работе [6]. Потоки материалов и энергии рассчитывали в отношении 1 000 кг ТКО.

Эффективность рекуперации оценивается как отношение эксергии полученных (в результате переработки) полезных ресурсов к эксергии отходов (отправленных на переработку):

$$\text{Эффективность переработки ресурсов} = \frac{\text{Эксергия полезных выходных ресурсов}}{\text{Эксергия входных ресурсов}}$$

Эффективность переработки всегда меньше 100 %. Это связано с тем, что в реальной системе необратимые процессы вызывают потери эксергии в процессе переработки.

Потоки потребленной и выработанной эксергии показаны на рис. 4.

В любом сценарии поступающий эксергетический поток ТКО в несколько раз больше потока полученной эксергии. Не считая вырабатываемой энергии (электрической и тепловой), переработка пластмасс имеет высокие показатели эксергии на выходе (37 % всей эксергии переработки в сценарии С и 34 % в сценарии D), благодаря тому, что из пластмасс можно напрямую получать сырье для вторичного производства. Далее идет рекуперация металлов, дающая сравнительно меньшие показатели эксергии на выходе (между 8 % в сценарии D и 13 % в сценарии B).

Анализируя рис. 4, можно сделать вывод, что количество получаемой в конечном итоге эксергии растет от сценария А к сценарию D. Это связано с тем, что если не выделять отдельно металлы, пластмассы, органику, то вся производимая эксергия теряется из-за больших потерь при сжигании и переработке отходов в энергию тепла и электричество. Однако сравнивая сценарии С и D, видно, что последний повышает эффективность переработки только за счет того, что сброженные отходы используются как удобрение.

Показатель эффективности переработки ресурсов для различных сценариев составляет от 17 до 29 % и напрямую зависит от объема перерабатываемых материалов. В основном это связано с высокими потерями эксергии в процессе сжигания отходов (согласно базовому сценарию А).

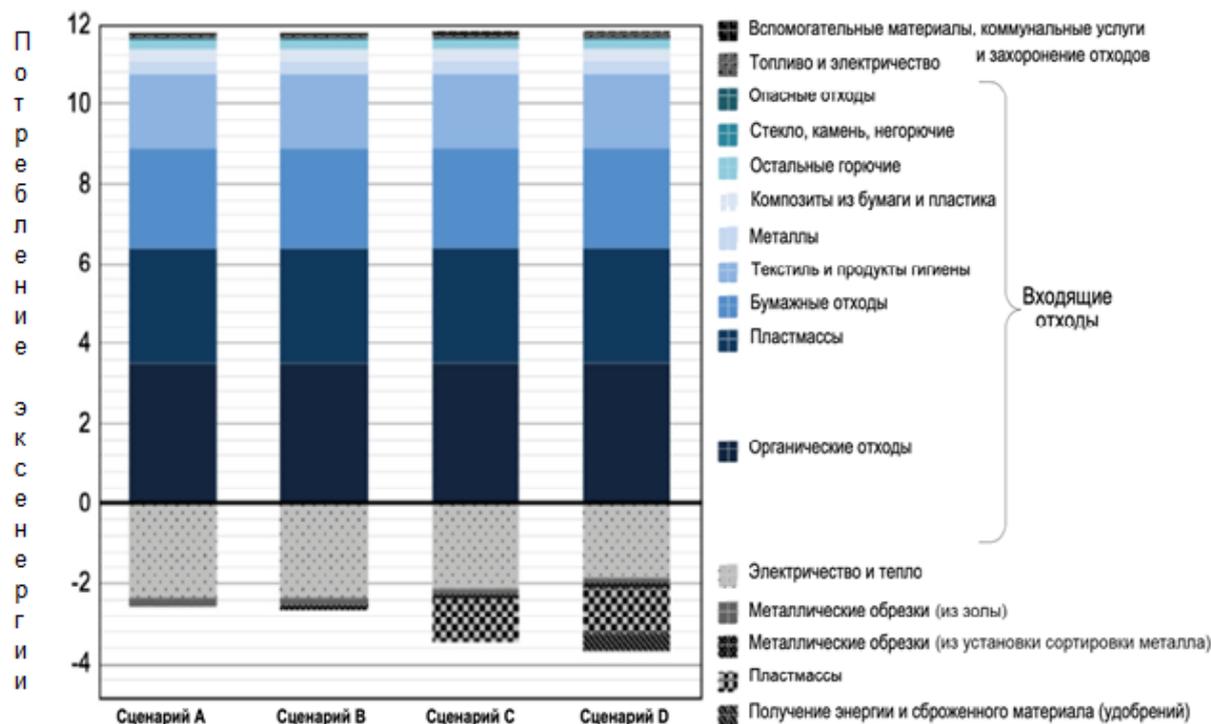


Рис. 4. Сравнение потребленной (положительные значения) и полученной в ходе переработки эксергии (отрицательные значения) в потоках каждого сценария [6]

На сегодняшний день в России при обращении с отходами преобладает их захоронение на полигонах. Однако рост количества ТКО, изменение их морфологического состава и свойств требует изменений в технологиях управления отходами. Общие тенденции – увеличение эксергии и пожарной опасности ТКО. Решением проблемы может стать вывоз мусора железнодорожным транспортом для утилизации их на отдаленных полигонах, мусоросжигательных и мусороперерабатывающих заводах. Эффективность энергетического использования может быть рассчитана эксергетическим методом.

Литература

1. Владимиров Я.А., Зысин Л.В. Методические вопросы энергетического использования твёрдых коммунальных отходов и продуктов их газификации // Научно-технические ведомости СПбПУ. Естественные и инженерные науки. 2018. Т. 24. № 1. С. 5–16.
2. Козлов Г.В., Ивахнюк Г.К. Морфологический состав твердых коммунальных отходов по регионам мира в XX веке и начале XXI века (обзор) // Известия СПбГТИ (ТУ). 2014. № 24 (50). С. 58–66.
3. Хайдаров А.Г., Королева Л.А., Ивахнюк Г.К. Эксергетическая оценка пожарной опасности перевозок на железнодорожном транспорте // Пожаровзрывобезопасность. 2018. Т. 27. № 10. С. 26–37.
4. Современные технологии сепарирования и переработки твердых бытовых отходов / В.Д. Баширов [и др.] // Известия ОГАУ. 2014. № 3. С. 77–80
5. Eboh F.C., Ahlström P., Richards T. Estimating the specific chemical exergy of municipal solid waste // Energy Science & Engineering. 2016. Vol. 4. Issue 3. P. 217–231.

6. Resource recovery from residual household waste: An application of exergy flow analysis and exergetic life cycle assessment / D. Laner [et al.] // Waste Management. 2015. Vol. 46. P. 653–667.

References

1. Vladimirov Ya.A., Zysin L.V. Metodicheskie voprosy ehnergeticheskogo ispol'zovaniya tvyordyh kommunal'nyh othodov i produktov ih gazifikacii // Nauchno-tehnicheskie vedomosti SPbPU. Estestvennye i inzhenernye nauki. 2018. T. 24. № 1. S. 5–16.

2. Kozlov G.V., Ivahnyuk G.K. Morfologicheskij sostav tverdyh kommunal'nyh othodov po regionam mira v XX veke i nachale XXI veka (obzor) // Izvestiya SPbGTI (TU). 2014. № 24 (50). S. 58–66.

3. Hajdarov A.G., Koroleva L.A., Ivahnyuk G.K. Ehksergeticheskaya ocenka pozharnoj opasnosti perevozok na zheleznodorozhnom transporte // Pozharovzryvobezopasnost'. 2018. T. 27. № 10. S. 26–37.

4. Sovremennye tekhnologii separirovaniya i pererabotki tverdyh bytovykh othodov / V.D. Bashirov [i dr.] // Izvestiya OGAU. 2014. № 3. S. 77–80

5. Eboh F.C., Ahlström P., Richards T. Estimating the specific chemical exergy of municipal solid waste // Energy Science & Engineering. 2016. Vol. 4. Issue 3. P. 217–231.

6. Resource recovery from residual household waste: An application of exergy flow analysis and exergetic life cycle assessment / D. Laner [et al.] // Waste Management. 2015. Vol. 46. P. 653–667

РАСЧЕТ ПОТЕРЬ ДАВЛЕНИЯ В СИСТЕМАХ ПРОТИВОДЫМНОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ

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

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

А.А. Пермяков, кандидат педагогических наук.

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

Исследованы факторы, влияющие на величину потерь давления в системах противодымной вентиляции. Предложено использовать формулу Весбаха для оценки величины фрикционной составляющей потерь давления в канале. Произведена оценка влияния огнезадерживающих клапанов на возможные потери давления в каналах. Проанализированы структуры алгоритмов расчета потерь давления в системах противодымной вентиляции в зависимости от их конфигурации. Представлен циклический алгоритм расчета системы противодымной вентиляции на основе баланса потерь давления в ответвлениях и главной магистрали.

Ключевые слова: противодымная вентиляция, продукты горения, потери давления, вентиляционный канал, коэффициент сопротивления трением, коэффициент местного сопротивления, огнезадерживающие клапаны, увязка участков системы

PRESSURE LOSSES CALCULATION IN SMOKE PROTECTION VENTILATION SYSTEMS

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

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

We researched factors affecting the magnitude of pressure loss value in smoke protection ventilation systems, and suggested Wesbach formula using to estimate the value of the frictional component of the pressure loss in the channel. The influence of fire-retardant valves on the possible pressure loss in ducts was evaluated. We analyzed structures of the for pressure losses in smoke protection ventilation systems calculating algorithms in dependence on their configuration. We presented cyclic algorithm for smoke protection ventilation system calculating based on pressure losses in the branches and in the main line balance.

Keywords: smoke protection ventilation, combustion products, pressure losses, ventilation duct, friction resistance coefficient, coefficient of local resistance, fire retardant valves, system sections linking

Отечественные и зарубежные статистические данные позволяют утверждать, что причиной гибели до 85 % от числа пострадавших на закрытых пожарах является поражающее воздействие токсичных веществ, содержащихся в продуктах горения. Интенсивный массоперенос продуктов горения в пространствах зданий и сооружений, которые спроектированы на основе существующих архитектурно-технологических решений, вызывает перемещение токсичных компонентов продуктов горения, изменение температуры окружающей среды, которое может инициировать вторичные загорания. А увеличение показателей оптической плотности окружающей среды может привести к полному отсутствию видимости.

Одна из важнейших задач в решении проблем противодымной вентиляции – создание методологии расчета ее параметров, прежде всего, потерь давления, величина которых в значительной степени определяет требования к характеристикам вентиляционных

установок, которые в отличие от гравитационных систем являются высокоскоростными из-за больших значений расходов продуктов горения [1].

Использование термина «потеря давления» в вентиляционном канале не в полной мере отражает физику явления, надо учесть, что на самом деле описывается потеря энергии газового потока, которая складывается из потерь энергии на трение о стенки канала и потери энергии, вызванной местными сопротивлениями элементов противодымной вентиляции.

Для оценки фрикционной составляющей потерь давления в канале противодымной вентиляции можно использовать формулу Весабаха, широко применяемую в гидравлике:

$$\Delta P_{mp} = \lambda_{mp} \cdot \frac{L \cdot \Pi \cdot \rho \cdot w^2}{8 \cdot S},$$

где λ_{mp} – коэффициент сопротивления трения; L – длина канала; S – площадь поперечного сечения канала; Π – периметр поперечного сечения канала; ρ – плотность продуктов горения; w – скорость движения продуктов горения по каналу.

Коэффициент сопротивления трения λ_{mp} в общем случае является комплексным параметром, величина которого зависит от режима движения продуктов горения в канале противодымной вентиляции и шероховатости стенок канала:

$$\lambda_{mp} = f\left(\text{Re}, \frac{K_\varepsilon}{d_{\text{экв}}}\right),$$

где Re – число Рейнольдса; K_ε – коэффициент абсолютной эквивалентной шероховатости материалов, используемых при изготовлении каналов противодымной вентиляции, определяется экспериментально; $d_{\text{экв}}$ – эквивалентный диаметр (характерный линейный размер) прямоугольного канала противодымной вентиляции, величина которого вычисляется из соблюдения условия, что значение удельных потерь на трение в круглом и прямоугольном каналах равны при равных скоростях движения продуктов горения. Для этого в работе [2] предлагается эмпирическое выражение:

$$d_{\text{экв}} = 1,265 \cdot \sqrt[3]{\frac{a^3 \cdot b^3}{a + b}}.$$

Для определения коэффициента сопротивления трением в каналах противодымной вентиляции предложен ряд эмпирических зависимостей, учитывающих режим движения продуктов горения по таким каналам:

– для турбулентного движения продуктов горения формулу, предложенную А.Д. Альтшулем:

$$\lambda_{mp} = 0,11 \cdot \left(\frac{68}{\text{Re}} + \frac{K_\varepsilon}{d_{\text{экв}}} \right)^{0,25};$$

– для ламинарного движения продуктов горения формулу, предложенную Блазиусом:

$$\lambda_{mp} = \frac{0,3164}{\text{Re}^{0,25}}.$$

Кроме того, обязательными элементами системы противодымной вентиляции являются противопожарные огнезадерживающие клапаны. Учет потерь давления на противопожарных клапанах при проведении аэродинамического расчета систем вентиляции особенно важен при небольших размерах этих устройств, когда даже при характерных для таких систем скоростях воздуха в воздуховодах потери давления на клапанах могут быть достаточно большими [3].

Таким образом, если речь идет о дымоудалении из одного помещения, общие потери давления $\Delta P_{уч}$ на участке канала длиной L , при наличии местных сопротивлений алгоритм расчета потерь давления в каналах противодымной вентиляции носит линейный характер и описывается уравнением:

$$\Delta P_{уч} = R \cdot \beta_{ш} \cdot L + \sum_{i=1}^n \zeta_i \cdot P_{\partial},$$

где R – экспериментальное значение потерь давления на 1 м длины канала противодымной вентиляции; $\beta_{ш}$ – коэффициент учета шероховатости стенок, зависящий от характеристик материала канала $Kэ$ и скорости движения продуктов горения w ; $\sum \zeta_i$ – сумма коэффициентов местных сопротивлений на линейном участке канала противодымной вентиляции; P_{∂} – динамическое давление потока продуктов горения.

Несмотря на достаточно значительные объемы вычислений по нахождению общих потерь давления $\Delta P_{уч}$ на участке канала, обусловленные необходимостью использовать линейную интерполяцию при работе с таблицами, содержащими значения коэффициента учета шероховатости стенок $\beta_{ш}$ в зависимости от характеристик материала канала $Kэ$ и скорости движения продуктов горения w , тем не менее выполнение необходимых расчетных операций возможно без использования специально разработанных программных продуктов.

Иная ситуация складывается, когда процесс дымоудаления распространяется на несколько помещений и конфигурация системы противодымной вентиляции носит разветвленный характер, тогда алгоритм расчета должен предусматривать аэродинамический расчет в решении прямой и обратной задачи:

- для прямой задачи предполагается расчет размеров сечений для всех участков системы, считая расход продуктов горения через них величиной постоянной;
- для обратной задачи предполагается расчет расходов продуктов горения, считая заданными размеры сечений всех участков системы.

В ходе аэродинамического расчета системы противодымной вентиляции выделяются отдельные расчетные участки. В каждом расчетном участке расход продуктов горения считается постоянным. Границами между отдельными участками схемы служат тройники. Возможные потери давления на выбранных участках определяются скоростями движения продуктов горения и состоят из потерь давления на трение в каналах и потерь давления в местных сопротивлениях арматуры.

По аналогии с гидравлическим расчетом системы пожарного водоснабжения, при расчете системы противодымной вентиляции выделяется главное направление расчета – магистраль, которая представляет собой цепь из последовательно расположенных участков, протяженностью от начала до наиболее удаленного ответвления системы.

Если наблюдаются две или более таких цепи, которые имеют одинаковую протяженность, то в качестве магистрального направления необходимо принять наиболее нагруженную, то есть ту, которая имеет наибольший расход.

Величина потерь давления во всей системе равна суммарным потерям давлений в магистральной линии, которые слагаются из потерь давления на всех последовательно расположенных участках, которые составляют магистраль, и потерь давления арматуры в системе противодымной вентиляции.

Таким образом, в процессе расчета систем противодымной вентиляции, имеющих разветвленную конфигурацию, необходимо:

- определить нагрузку каждого отдельного расчетного участка, при этом система разбивается на отдельные участки, и находится величина расхода продуктов горения на каждом из расчетных участков, а суммарный расход определяется суммированием;
- выделить магистральное (основное) направление, выявить наиболее протяженную цепочку последовательно расположенных расчетных участков системы противодымной вентиляции;
- исходя из расчетного расхода продуктов и рекомендуемой скорости их движения горения на участке, определить размеры сечения расчетных участков магистрали;
- для каждого из участков системы противодымной вентиляции определить фактическую скорость движения продуктов горения, а также потери давления на трение;
- в зависимости от скорости движения продуктов горения определить значения динамического давления для каждого из участков системы противодымной вентиляции;
- определяются виды местных сопротивлений, их значения и потери давлений в них, а также потери давления на расчетных участках и общие потери давления в системе противодымной вентиляции;
- производится увязка всех других участков системы противодымной вентиляции, процесс которой начинают с наиболее протяженных ответвлений.

Последовательность увязки ответвлений подобна последовательности расчета участков в основном направлении. Различия состоят лишь в том, что в процессе увязки каждого ответвления должны быть определены потери давления в нем. Потери давления от точки разветвления до его конца приравниваются возможным потерям давления от той же точки до конца основной (главной) магистрали системы противодымной вентиляции.

Для расчета ответвлений применяется способ последовательных приближений. Размеры сечений ответвлений магистрали системы противодымной вентиляции считаются подобранными, если относительная ошибка Δ при определении потерь давления не превышает допустимое значение Δ_{max} , обычно принимаемое равным 10 %. Условие выхода из цикла приближений описывается уравнением:

$$\Delta = \frac{(R \cdot \beta_{ш} \cdot L + Z)_{отв} - (R \cdot \beta_{ш} \cdot L + Z)_{маг}}{(R \cdot \beta_{ш} \cdot L + Z)_{маг}} < \Delta_{max},$$

где Z – потери давления в местных сопротивлениях участка системы противодымной вентиляции.

Таким образом, алгоритм расчета системы противодымной вентиляции, отображенный на рисунке, носит циклический характер.

Циклический алгоритм расчета системы противодымной вентиляции был реализован в виде соответствующего программного комплекса. Для ввода параметров расчета и вывода результатов использован интерфейс электронной таблицы EXCEL, а расчетный блок был реализован в виде макроса Visual Basic, что расширило возможности его применения работниками федеральной противопожарной службы.

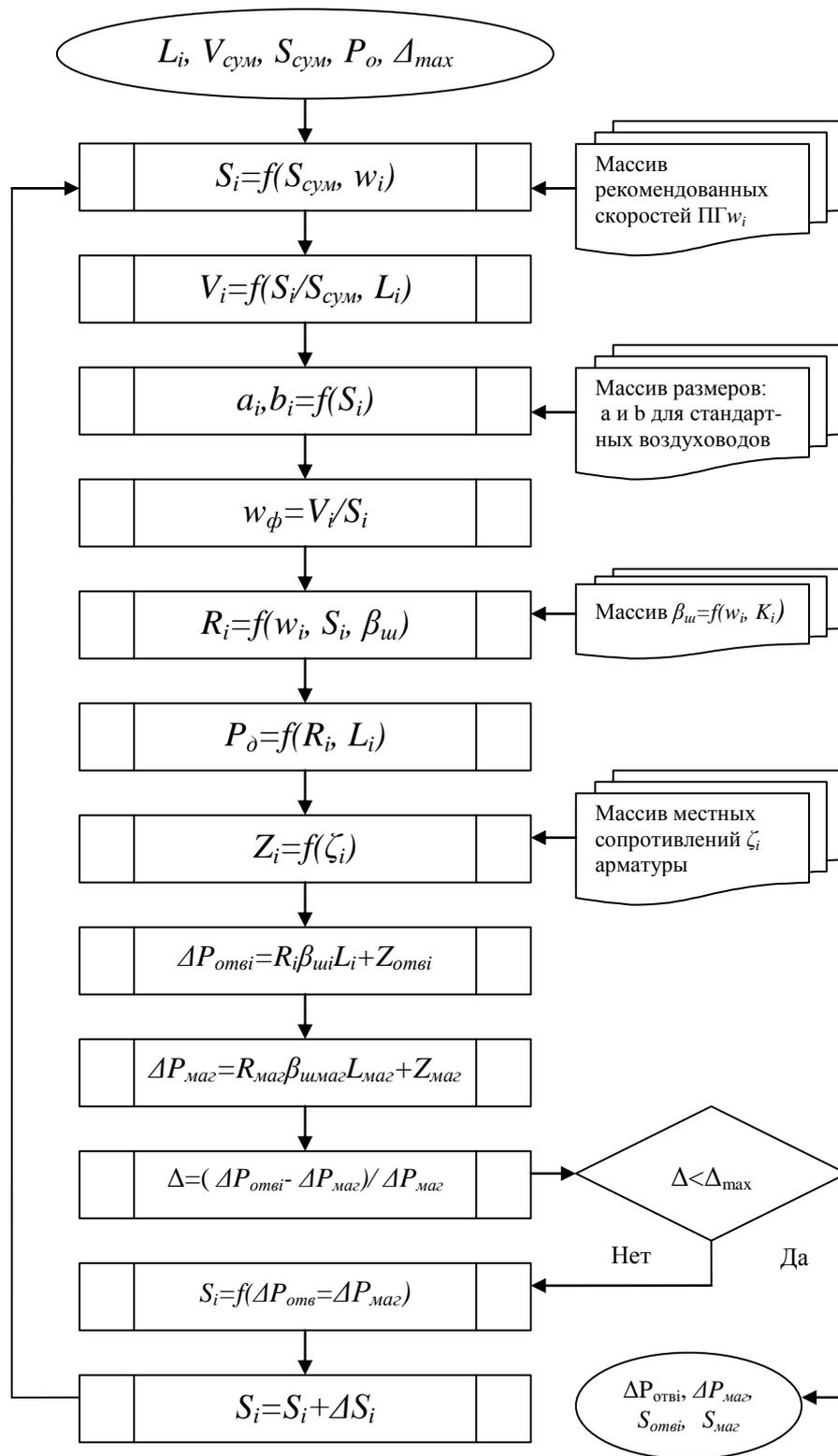


Рис. Циклический алгоритм расчета системы противодымной вентиляции

Литература

1. Противодымная защита зданий и помещений: пособие 4.91 к СНиП 2.04.05-91. М.: Промстройпроект, 1992. 75 с.
2. Кочев А.Г., Сергиенко А.С. Таблицы и примеры аэродинамического расчета систем вентиляции: метод. указания. Н.Новгород: ННГАСУ, 2008. 53 с. 672 с.

3. Противодымная защита при пожаре: рекомендация к МДС 41-1.99 СНиП 2.04.05-91*. М.: СантехНИИпроект, 2000. 66 с.

References

1. Protivody`mnaya zashhita zdaniy i pomeshhenij: Posobie 4.91 k SNiP 2.04.05-91. М.: Promstrojproekt, 1992. 75 s.

2. Kochev A.G., Sergienko A.S. Tablicy i primery` ae`rodynamiceskogo rascheta sistem ventilyacii: metod. ukazaniya. N.Novgorod: NNGASU, 2008. 53 s.

3. Protivody`mnaya zashhita pri pozhare: Rekomendaciya k MDS 41-1.99 SNiP 2.04.05-91*. М.: SantexNIИproekt, 2000. 66 s.

ПОКАЗАТЕЛИ ДЛЯ ВЫБОРА СИСТЕМЫ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ СЛОЖНОГО ОБЪЕКТА В ЧРЕЗВЫЧАЙНОЙ СИТУАЦИИ ТЕХНОГЕННОГО ХАРАКТЕРА

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

Рассмотрены вопросы, связанные с обеспечением требуемой достоверности диагноза в процессе оценки состояния технически сложных объектов. Изложен комплекс мероприятий, обеспечивающий безопасные условия эксплуатации технически сложных объектов, их особенностей путем их грамотного диагностирования.

Ключевые слова: техногенные объекты, системы диагностирования, контроль работоспособности, защитные средства, технические объекты

INDICATORS FOR SELECTION OF SYSTEM DIAGNOSIS OF COMPLEX OBJECT IN MANMADE DISASTERS

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

The article deals with the issues related to ensuring the required reliability of the diagnosis in the process of assessing the state of technically complex objects. The complex of measures providing safe conditions of operation of technically complex objects, their features by their competent diagnosing is stated.

Keywords: technogenic objects, system diagnostics, health monitoring, protective equipment, technical objects

Системы диагностирования охватывают объект диагностирования как единое целое. Объект в некоторых структурах разделяется на отдельные элементы, которые диагностируются разными способами и средствами в любое время.

Состояние и структура всей системы диагностирования сложного организационно-технического объекта зависит от его специфических особенностей. Объект диагностирования не всегда можно разбить на отдельные элементы, которые соответствовали бы типовым техническим структурам или свести их к одной.

В процессе оценки состояния сложных технических объектов элементы системы диагностирования взаимодействуют между собой, тем самым обеспечивая требуемую достоверность диагноза. В современной диагностике представлен определенный набор количественно-качественных показателей, определенный по ГОСТам. Это делается для того, чтобы можно было различные системы диагностики сравнить между собой, например методом парных сравнений, и оценить достигнутую ими эффективность, то есть максимальную выгоду при минимальных вложениях в них. В сложных организационно-технических системах качество диагностирования определяется в основном вероятностью правильного диагностирования (Д). Это неразрывно связано с тем, что системы диагностирования предназначены для качественной оценки состояния объекта диагностирования с использованием вероятностных характеристик, а это, в свою очередь, означает, что многие параметры и показатели могут быть описаны статистическими и стохастическими формульными зависимостями. Из курса математической статистики известно, что вероятность правильной диагностики зависит от появления различных ошибок, в том числе и инструментальных, которые могут допускаться при этом. В свою очередь, это

означает, что при проведении процедуры диагностики ее величину можно определить через определенную совокупность вероятностей ошибок:

$$D = 1 - \sum_{\substack{j=1 \\ i \neq j}}^n P(i, j),$$

где $P(i, j)$ – вероятность того, что сложный объект находится в i состоянии, а в результате диагностики он определяется в j состоянии, то есть совокупность вероятностей ошибок диагностики; n – заданное число состояний объекта диагностики.

Значения индексов i и j соответствуют состояниям объектов диагностики при контроле работоспособности, то есть $n=2$;

– при правильной оценке экспертами:

$i=1 (j=1)$ – считается, что сложный объект работоспособен;

$i=2 (j=2)$ – объект считается неработоспособен;

– при наличии разного рода ошибок:

$i=1 (j=2)$ – объект работоспособен, оценивается неработоспособным;

$i=2 (j=1)$ – объект неработоспособен, оценивается работоспособным.

При диагностировании значения вероятностей ошибок будут зависеть от состояния, в котором находятся средства диагностики, и могут вычисляться по формуле:

$$P(i, j) = \sum_{L=1}^k P_L^T * P_{jL} P_{ijL},$$

где k – количество состояний технических средств диагностики; P_L^T – заранее известная вероятность нахождения технических средств диагностики в состоянии L (для работоспособного состояния – вероятность безотказной работы); P_{jL} – условная вероятность получения конечного результата объекта диагностики находится в состоянии j при условии, что технические средства диагностирования находятся в состоянии L ; P_{ijL} – условная вероятность нахождения объекта диагностики в состоянии i при том условии, что получен результат «объект» находится в состоянии J [1].

В практической деятельности, как правило, рассматриваются главным образом три состояния средств технического диагностирования:

– $L=1$ – технические средства диагностики правильно оценивают состояние объекта, то есть работоспособны;

– $L=2$ – технические средства диагностики фиксируют работоспособность объекта диагностирования независимо от того, в каком состоянии он находится, то есть неработоспособны;

– $L=3$ – технические средства диагностики фиксируют неработоспособность объекта диагностирования независимо от того, в каком состоянии он находится.

Сложными техническими объектами диагностирования являются технические средства защиты от пожаров. Необходимо также отметить, что такими же объектами могут являться и жилищно-коммунальные объекты и средства. Их техническое состояние можно охарактеризовать определенной совокупностью или набором независимых признаков и свойств.

Ограничением в принятии решений, связанных с организацией процесса диагностирования, является астрономическое время, отводимое на проведение процедуры диагностирования. Время на диагностирование должны стремиться свести к минимуму, потому как для диагностики сложный технический объект должен быть обязательно выведен из режима рабочего состояния. По своему прямому назначению объект диагностирования в этот интервал времени не может быть использован. Во многом степень готовности объекта

диагностирования определяет именно время диагностирования. Такие объекты, как системы гидравлики, автоматики и телемеханики, средства движения, должны осуществлять диагностирование в течение коротких интервалов времени. Продолжительность диагностирования для объектов непрерывного использования ограничивается временем, которое отводится на профилактику объекта диагностирования [2].

В общем случае средняя стоимость процедуры диагностирования C_D определяется как вероятностная величина, а именно математическое ожидание стоимости однократного диагностирования. Она, соответственно, может быть рассчитана по зависимости:

$$C_D = \sum_{i=1}^m P_i \sum_{L=1}^k P_L * C_{iL},$$

где C_{iL} – базовая стоимость диагностики сложного объекта, находящегося в состоянии i , при том условии, что средства технической диагностики находятся в состоянии L .

Как правило, в стоимость диагностирования включаются затраты на эксплуатацию средств технической диагностики и объекта диагностирования в период процедуры диагностирования. Для того чтобы определить стоимостные характеристики для проектирования системы диагностики и выбрать предпочтительный эффективный вариант, необходимо знать количественно-качественную зависимость базовой стоимости диагностики от других показателей. Однако эти зависимости получить достаточно сложно, так как для этого необходимо иметь при диагностировании аналоги и нормативы деятельности человека-оператора. Исходя из специальных технических и экономических принципов и концепций, определяют область возможных и допустимых базовых стоимостей. Следующим этапом является введение соответствующих ограничений. Они, в свою очередь, определяют задачи, которые решаются системой диагностики, учитывая при этом инструментальные и технические возможности изготовителя.

Величину средней оперативной трудоемкости диагностирования S_D можно определить как математическое ожидание оперативной трудоемкости проведения однократного диагностирования и рассчитывать по формуле:

$$S_D = \sum_{i=1}^m P_i * \sum_{L=1}^k P_L * S_{iL},$$

где S_{iL} – оперативная трудоемкость диагностирования объекта диагностирования, находящегося в состоянии i при условии, что средства технической диагностики находятся в состоянии L .

Таким образом, можно сделать вывод, что величину средней оперативной трудоемкости диагностирования S_D можно описать методами математической статистики и применить к ней соответствующие законы распределения, к примеру, нормальный закон или t-распределение.

При оценке состояния оборудования для выполнения диагностирования строительного оборудования существенными являются трудозатраты. Естественным в связи с этим является требование уменьшения трудоемкости диагностирования. Повышается роль в этих условиях приспособленности строительного оборудования и автоматизации к диагностированию. Различные варианты систем диагностирования позволяют сравнивать показатели диагностирования. Они должны включаться в техническое задание на разработку разного рода систем, например строительных и коммунальных, и соответствовать установленным требованиям.

Сложные объекты диагностики, как известно, классифицируются как непрерывные, дискретные и гибридные. Это связано с описанием свойств и процессов в объекте, протекающих во времени. Непрерывные объекты диагностики могут быть описаны непрерывно в определенных промежутках времени. Дискретно во времени описываются дискретные объекты диагностирования. Комбинацию непрерывных и дискретных устройств представляют собой гибридные объекты диагностирования.

В зависимости от характера использования объекта системы диагностирования могут изменяться. Непрерывно и периодически при этом может использоваться объект диагностирования. Это использование может иметь постоянный период или вероятностное случайное значение периода.

В основном, в режиме работы диагностируются объекты непрерывного использования. Для диагностирования они должны выключаться и переводиться в специальный режим на незначительное время. К этой категории в период работы можно отнести системы энергетики и электроэнергетики, отдельные технические средства систем автоматики и телемеханики.

Технические объекты периодического использования по целевому назначению применяются периодически. Суть их заключается в том, что они во временных промежутках между режимами работы выключаются, но и могут находиться в режиме ожидания прихода заявки на применение. Диагностирование и восстановление может осуществляться в данный интервал времени. Электроприводы различных технических устройств могут быть отнесены к подобным объектам.

Непрерывно или периодически может диагностироваться строительная техника. В свою очередь, с постоянным или случайным промежутком времени может выполняться периодическое диагностирование. Строительная техника для процедуры диагностики может переводиться в специальный режим или соответственно диагностироваться в рабочем и дежурном режимах.

Система диагностики сложных технических объектов или оборудования должна учитывать возможные нештатные ситуации, которые могут возникнуть из-за инструментальных погрешностей системы в зависимости от соотношения между величинами периодов диагностики и использования строительной техники по назначению. Заявка на диагностику, которая пришла во время режима работы, теряется, если технический объект или сложная система применяется с постоянным периодом периодически, а диагностика происходит случайно-периодически. Заявка на использование техники, которая поступила в тот промежуток времени, когда техника находится в специальном режиме диагностики, прерывает его без последующего возобновления. Если техника используется и диагностируется регулярно-периодически, то подобных ситуаций не может возникнуть, потому что период диагностики, длительность использования и промежутки между последовательными использованиями постоянны.

Объекты диагностирования случайно-периодического использования представляют особый интерес, потому что для них нужно иметь в виду реакцию заявки на применение и диагностику. Как выяснилось в процессе исследования, вариант, характерный для техники регулярно-периодического диагностирования, не подходит для объектов случайно-периодического диагностирования и требует серьезной его доработки для использования в этом случае. Заявка на использование теряется, если технические средства разобраны. В случае экстренной ситуации или немедленной необходимости заявка на использование может прерывать диагностику. Если прерывание надолго, то диагностирование может возобновиться по умолчанию [3].

Литература

1. Рябинин И.А. Надежность и безопасность структурно-сложных систем. СПб.: Изд-во С.-Петербур. ун-та, 2007. 276 с.
2. Ефремов С.В., Цаплин В.В. Безопасность в чрезвычайных ситуациях: учеб. пособие. СПб.: ГАСУ, 2011. 296 с.
3. Труханов В.М., Тарнаев А.Г. Надежность и диагностика сложных систем: учеб. М.: Спектр, 2016. 174 с.

References

1. Ryabinin I.A. Nadezhnost' i bezopasnost' strukturno-slozhnyh sistem. SPb.: Izd-vo S.-Peterb. un-ta, 2007. 276 s.
2. Efremov S.V., Caplin V.V. Bezopasnost' v chrezvychnykh situatsiyah: ucheb. posobie. SPb.: GASU, 2011. 296 s.
3. Truhanov V.M., Tarnaev A.G. Nadezhnost' i diagnostika slozhnyh sistem: ucheb. M.: Spektr, 2016. 174 s.

МЕРОПРИЯТИЯ ПО НАДЗОРУ ЗА ПОЖАРАМИ ОТ ЭЛЕКТРОПРОВОДОК

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

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

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России.

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

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

Приведена статистика причин возникновения пожаров от нарушения правил устройства и эксплуатации электрооборудования, произошедших в Российской Федерации. Предложен комплекс организационно-технических мероприятий при проведении надзорной и профилактической деятельности.

Ключевые слова: пожар, электроустановка, электронагревательный прибор, электропроводка, помещения, здания

FIRE-FIGHTING MEASURES FROM ELECTRICAL WIRES

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

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

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

The article presents the statistics of the causes of fires from violations of the rules of the device and operation of electrical equipment occurred in the Russian Federation. The complex of organizational and technical measures in the course of Supervisory and preventive activities is proposed.

Keywords: fire, electrical installation, electric heating device, wiring, premises, buildings

В настоящее время самыми распространенными из всех причин пожаров являются электротехнические. Общероссийская статистика утверждает, что 25–30 % пожаров происходит из-за неисправности, нарушений правил эксплуатации электропроводки и составляющих ее элементов. Они приводят к гибели людей, утрате материальных ценностей. Ущерб от них больше, чем материальные потери от других причин возгорания.

Проведенный анализ причин возникновения пожаров показал, что каждый третий пожар происходит по причинам неисправности электрооборудования (рис. 1).

Наиболее пожароопасными видами электрооборудования являются: распределительный щит, кабель, шнур, провод, выключатель, розетка, бытовой электронагревательный прибор и др.

Наибольший процент пожаров в электроустановках приходится на электропроводки (примерно 41 % всех пожаров). Причиной пожаров (порядка 86 %) явилось нарушение правил устройства и эксплуатации (НПУиЭ) электрооборудования, источниками которых стали кабели и провода [1, 2].

Одним из главных противопожарных мероприятий при монтаже и эксплуатации электрических сетей является правильный выбор марок проводов, кабелей и способа их прокладки. При этом также необходимо учитывать параметры окружающей среды:

- относительную влажность;
- температуру;
- пыль, химически активную среду.

Например, находящаяся в стальных трубах вода ухудшает свойства проводов и кабелей в резиновой изоляции, что может привести к короткому замыканию между

токоведущими жилами. Как правило, в большей степени этому подвержены провода с резиновой изоляцией в хлопчатобумажной оплетке.

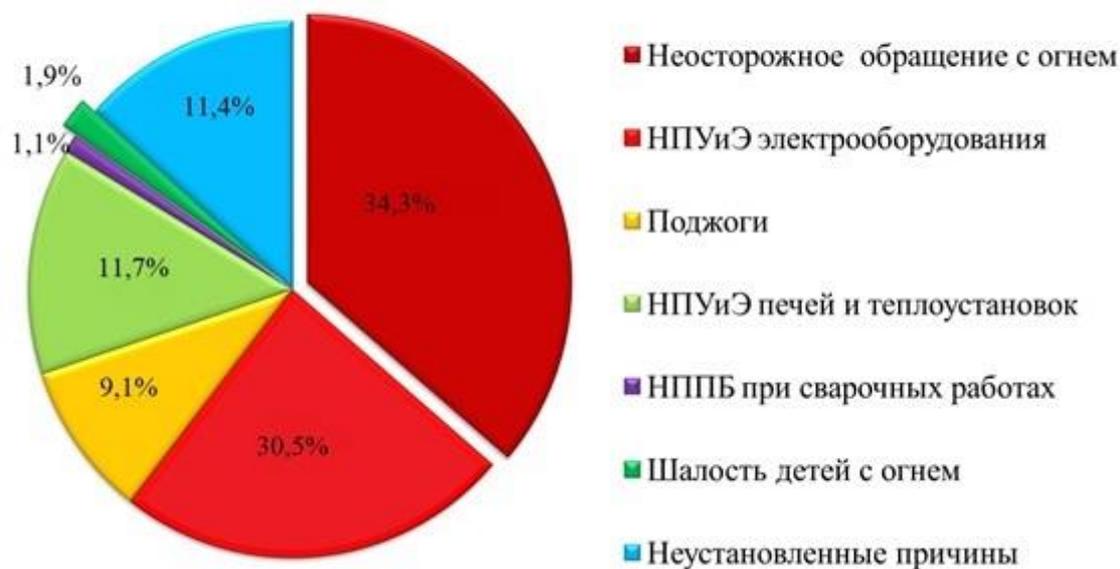


Рис. 1. Причины возникновения пожаров (НППБ – нарушение правил пожарной безопасности)

Кроме воды на резиновую изоляцию влияют нефтепродукты, которые вызывают разбухание резиновой изоляции и потерю ею необходимых качеств. В этом случае целесообразно использовать электропроводки с пластмассовой изоляцией.

В результате влияния отрицательной температуры на изоляцию, особенно на пластмассовую, происходит ее отвердевание, последующее растрескивание и откол при изгибе. Этот факт надо учитывать при монтаже проводов и кабелей в северных районах страны и применении передвижных механизмов.

Провода и кабели, от которых возник пожар, не сертифицированы в области пожарной безопасности Российской Федерации. Доля количества пожаров, возникших от изделий данного вида, наличие или отсутствие сертификации которых не было установлено, составила более 70 % (рис. 2).

На сегодняшний день в России их сертификацию проводят органы по сертификации и сертификационные лаборатории, которых достаточно большое количество, при этом выдаваемые ими сертификаты не дают гарантии высокого качества сертифицированных ими кабелей и проводов. Во многих странах мира (Германия, Финляндия, Норвегия и др.) сертификацию осуществляют несколько крупных сертификационных центров, имеющих очень высокую репутацию. Одним из вариантов является укрупнение имеющихся органов по сертификации и лабораторий, создание нескольких крупных сертификационных центров, имеющих высокий статус, уровень ответственности и, как следствие, высокие гарантии достоверности протоколов испытаний и сертификатов, выдаваемых на основе данных протоколов. Это позволит существенно снизить количество фальсифицированных кабелей и проводов на российском рынке.

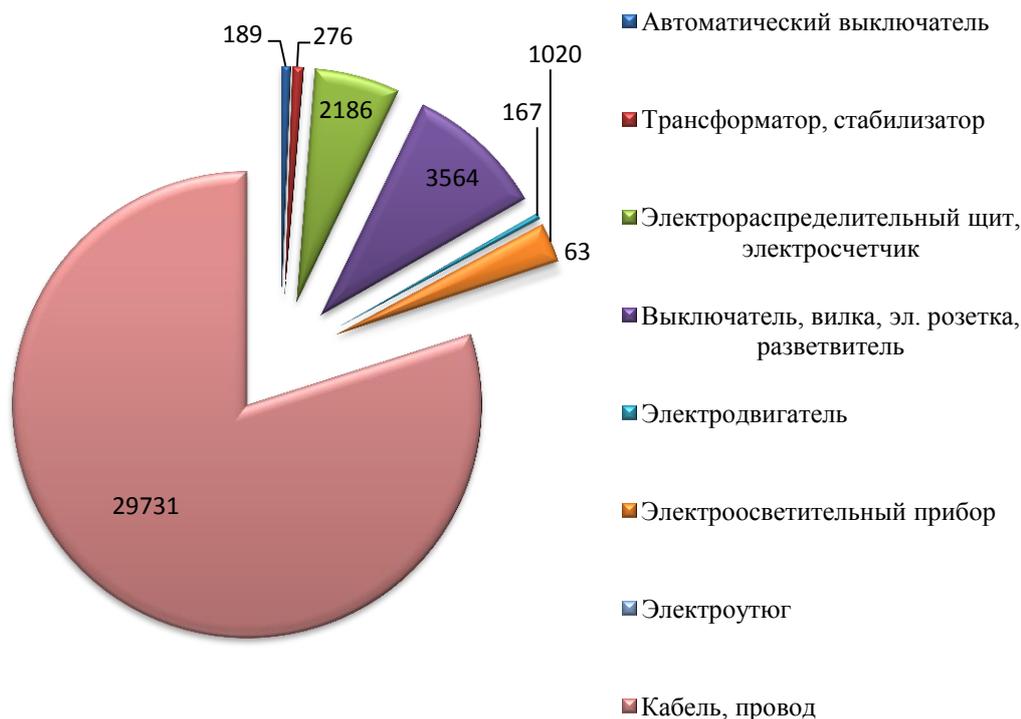


Рис. 2. Количество пожаров, произошедших в Российской Федерации по видам электрических источников возникновения пожаров

Анализ пожаров по странам (рис. 3, 4), включая Российскую Федерацию, показывает, что наиболее распространенными причинами пожаров являются:

- нарушение правил монтажа электрической проводки и оборудования, а также несоблюдения требований эксплуатации;
- утечки газа и неправильная эксплуатация газового оборудования;
- нарушение технологических процессов, в которых используются легковоспламеняющиеся вещества;
- курение.

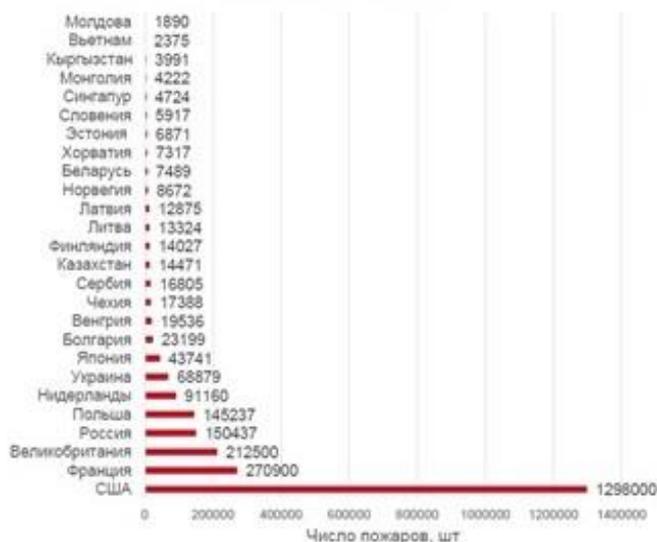


Рис. 3. Число пожаров за год

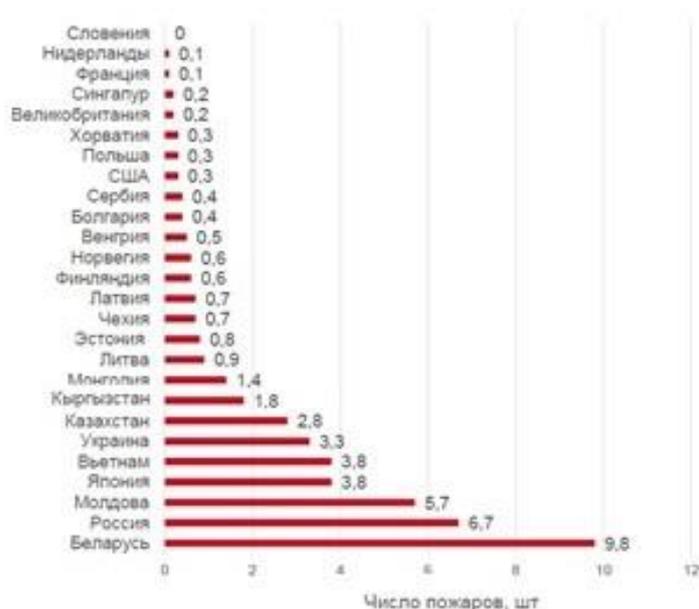


Рис. 4. Среднее число погибших на 100 пожаров

Исследования показывают, что возникает большое количество пожаров от электропроводки в жилых зданиях (более 38 %).

Исходя из сделанного анализа, предлагается сотрудникам органов государственного пожарного надзора, федеральной противопожарной службы Государственной противопожарной службы, лицам, ответственным за пожарную безопасность на предприятиях и организациях, при проведении надзорной и профилактической деятельности на всех поднадзорных объектах, среди населения необходимо выполнить следующий комплекс организационно-технических мероприятий:

1. Особое внимание обратить на рост количества пожаров в стране от электропроводок (кабели и провода).

2. Провести разъяснительную работу среди населения, что повышение числа пожаров от электроприемников возникает вследствие увеличения количества одновременно подключаемых к электрической сети бытовых электроприборов. Параметры уже установленной (проложенной) в жилых домах и других строениях жилого сектора, надворных постройках проводки и устанавливаемой до настоящего времени рассчитаны, исходя из намного меньших нагрузок, чем те, которые на нее подаются фактически, что в итоге ведет к ее оплавлению, коротким замыканиям, и, как следствие, возникновению возгорания изоляционных материалов кабеля и провода или других горючих материалов, с которыми кабель или провод соприкасаются. Поэтому при подключении к сети электроприборов, особенно нескольких, необходимо внимательно следить за их мощностью. При необходимости постоянного функционирования одного или нескольких электроприборов, общая мощность которых превышает допустимые нагрузки, поменять проводку на выдерживающую большую силу тока. По возможности, чаще проводить проверки исправности электропроводки.

3. Необходимо выполнить проверки существующих электроприемников на предприятиях, в организациях, в зданиях жилого назначения на работоспособность электропроводки с использованием новых бесконтактных способов, например, таких как тепловизионные обследования электроустановок. В случае обнаружения неисправностей нужно поменять электропроводку. При монтаже (проведении) новых кабелей и проводов следить за соблюдением правил и проведения монтажа (прокладки).

4. Надо проводить проверку состояния аппаратов защиты (автоматических воздушных выключателей с электромагнитным и тепловым расцепителями), устанавливать устройства защитного отключения.

5. Необходимо использовать для монтажа электропроводку внутри помещений с повышенными характеристиками пожарной безопасности.

6. Предложить, по возможности, покупать кабельные изделия, имеющие сертификат соответствия требованиям пожарной безопасности.

7. Провести проверки исправности кондиционеров и других электрических изделий в первую очередь бытовых электронагревательных приборов.

8. Объяснить населению, что наибольшее число пострадавших людей на пожарах возникает от неисправности электропроводок, когда пожар распространяется по полу, по сравнению с другими путями. Поэтому при реконструкции и строительстве новых зданий целесообразно электропроводку проводить по потолку.

9. Обратить внимание населения на повышение количества погибших детей и подростков на пожарах, произошедших при курении, а также НПУиЭ электрооборудования.

10. Повысить ответственность лиц, проводящих сертификацию электропроводок, провести работу по улучшению качества нормативных документов в области сертификации электрооборудования по разработке, монтажу, эксплуатации кабельных изделий в области пожарной безопасности.

11. Улучшить работу по сертификации электропроводок соответствующих подразделений.

12. Скорректировать методику теплового расчета силовой и осветительной сетей по определению расчетных и фактических параметров кабелей и проводов в соответствие с повысившейся в последние годы общей потребляемой мощностью электроэнергии различными электроприборами, применяемыми населением при нахождении практически во всех зданиях и сооружениях жилого сектора.

Стационарные электропроводки необходимо выполнять в основном проводами и кабелями с токоведущими жилами из алюминия [3]. За исключением проводов и кабелей, предназначенных для применения в системе автоматической пожарной сигнализации (так называемый «шлейф сигнализации»); проложенных открытым способом, на чердаке (прокладывается с медными жилами) и других случаях, определяемых в ПУЭ.

Это объясняется следующим:

$$R = \rho \frac{L}{S},$$

$\frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}}$

где R – сопротивление провода, Ом; ρ – удельное сопротивление провода, $\frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}}$; L – длина провода, м; S – площадь поперечного сечения провода, мм^2 .

$$\rho_{\text{Cu}20^{\circ}} = 0,017 \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}}, \quad (\text{меди при температуре } 20^{\circ}\text{C});$$

$$\rho_{\text{Al}20^{\circ}} = 0,028 \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}}, \quad (\text{алюминия при температуре } 20^{\circ}\text{C});$$

$$R_T = R_{20^{\circ}} \cdot (1 + a \cdot (T - 20^{\circ}\text{C})),$$

где a – температурный коэффициент.

$$a_{Cu} = 0,0039 \text{ (для меди)};$$

$$a_{Al} = 0,0049 \text{ (для алюминия)}.$$

Согласно закону Джоуля-Ленца количество выделяющейся теплоты зависит от квадрата силы тока, сопротивления проводника и времени, за которое ток проходит по проводнику (Q):

$$Q = I^2 \cdot R \cdot t.$$

Поэтому видно, что провода с алюминиевыми жилами нагреваются больше, чем с медными жилами, при одном и том же токе.

13. В связи с наибольшей частотой гибели и травмирования людей на пожарах, возникших от кабелей и проводов, вмонтированных в пол, в стены, проходящих по полу, находящихся в (на) потолочных перекрытиях, рекомендовать произвести изменения в установленном нормативными правовыми документами порядке прокладки кабелей и проводки в зданиях, сооружениях. Правильный выбор установочных проводов должен учитывать условия прокладки, требуемое количество жил, их сечение, напряжение при эксплуатации проводов.

14. Каждый провод должен быть рассчитан на допустимую длительную токовую нагрузку, то есть на ток, который, проходя длительное время по проводам, не вызывает их перегрева.

15. Обеспечить проведение комплекса мероприятий, направленных на устранение с российского рынка фальсифицированных кабелей и проводов, путем:

- проверки наличия сертификатов на кабели и провода в организациях, осуществляющих их продажу и распространение;
- определения соответствия качества продаваемых кабелей и проводов заявленному в сертификате (совместно с МЧС России).

16. Обеспечить запись в карточке учета пожара даты последней замены электропроводки в помещениях, в которых возник пожар, при отсутствии такой возможности – указать время и дату сдачи здания.

Данный комплекс организационно-технических мероприятий позволит уменьшить число пожаров от электропроводки.

Литература

1. Статистические данные по пожарам и загораниям в Российской Федерации в 2017 году // Электронная энциклопедия пожарного дела. URL: <http://www.wiki-fire.org> (дата обращения: 20.03.2019).

2. International Association of Fire and Rescue Services. Center of Fire Statistics // CTIF. 2017. № 22.

3. Правила устройства электроустановок (ПУЭ) (утв. Приказом Минэнерго России от 8 июля 2002 г. № 204). 7-е изд. Доступ из Электронного фонда правовой и нормативно-технической документации «Техэксперт».

References

1. Statisticheskie dannye po pozharom i zagoraniyam v Rossijskoj Federacii v 2017 godu // EHlektronnaya ehnciklopediya pozharnogo dela. URL: <http://www.wiki-fire.org> (data obrashcheniya: 20.03.2019).

2. International Association of Fire and Rescue Services. Center of Fire Statistics // CTIF. 2017. № 22.

3. Pravila ustrojstva ehlektrostanovok (PUEH). (utv. Prikazom Minehnergo Rossii ot 8 iyulya 2002 g. № 204). 7-e izd. Dostup iz Ehlektronnogo fonda pravovoj i normativno-tekhnicheskoy dokumentacii «Tekhehkspert».

ПРОБЛЕМНЫЕ ВОПРОСЫ ПРИ ТУШЕНИИ ПОЖАРОВ НА РЕЗЕРВУАРАХ В АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЕ

**М.Т. Пелех, кандидат технических наук, доцент;
М.А. Симонова, кандидат технических наук, доцент.
Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России**

Рассматриваются существующие на сегодняшний день резервуары и способы их тушения различными огнетушащими веществами. Приводятся основные недостатки применяемых способов тушения пожаров на резервуарах и проблемные вопросы, с которыми сталкиваются участники тушения пожара в условиях низких температур. Предлагается тушение пожаров в резервуарах бесконтактным способом.

Ключевые слова: тушение пожаров, резервуар, автоматические системы пожаротушения, бесконтактная система

PRINCIPLES OF INFORMATION SUPPORT SYSTEM DESIGN OF FIRE STATION NETWORKS IN MEGAPOLIS

M.T. Pelekh; M.A. Simonova.
Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCON of Russia

The existing tanks used today and methods for extinguishing them with various extinguishing agents are considered. The main drawbacks of the methods used to extinguish fires in tanks and the problematic issues faced by participants in extinguishing a fire in low temperatures are given. It is proposed to extinguish fires in tanks by contactless method.

Keywords: fire extinguishing, tank, automatic fire extinguishing systems, noncontact system

Резервуары с нефтепродуктами являются наружными технологическими установками с повышенной пожарной опасностью. Уровень пожарной опасности определяется видом обращающихся нефтепродуктов. Для хранения основного объема нефтепродуктов в основном применяются следующие типы вертикальных стальных резервуаров [1]: резервуар вертикальный стальной, резервуар вертикальный стальной с плавающей крышей или с понтоном, а также резервуары с защитной стенкой. В зависимости от назначения, конструкции и места расположения резервуары могут быть оснащены:

- конструкцией крыши резервуара с легкосбрасываемым настилом, приемораздаточными устройствами и запорной арматурой, имеющими местное или дистанционное управление;

- средствами и установками для обнаружения и тушения пожаров;

- устройствами для вентиляции, молниезащиты, заземления, защиты от статического электричества, измерения уровня и температуры хранимого продукта, автоматической сигнализацией предельных уровней, для удаления подтоварной воды, для подогрева высоковязких и застывающих нефтей и нефтепродуктов, для предотвращения накопления отложений в резервуаре, отбора проб, для зачистки, а также устройствами, компенсирующими нагрузки на приемораздаточные патрубки от трубопроводов при сейсмических воздействиях.

Пожар в резервуаре может возникнуть в результате: наличия источника зажигания (инициатора горения), образования горючей среды как внутри, так и снаружи резервуара. Образование горючей среды зависит от свойств горючей жидкости и конструктивных особенностей резервуара, технологических режимов эксплуатации, а также климатических и метеорологических условий.

В большинстве случаев в начальной стадии пожара происходит взрыв паровоздушной смеси в резервуаре. При взрыве происходит подрыв или срыв крыши с последующим горением на всей поверхности жидкости. Как правило, в начальной стадии горения горючей жидкости может выделяться мощное тепловое излучение, а высота светящейся части пламени составлять один–два диаметра горящего резервуара [2].

Защиту резервуара азотом или иным инертным газом применяют с целью защиты от образования взрывопожароопасной паровоздушной смеси в свободном пространстве резервуара.

При тушении пожаров в резервуарах и резервуарных парках используются установки пожаротушения и установки их охлаждения.

Наземные резервуары объемом более 5 000 м³ защищаются автоматическими установками пожаротушения, с объемом менее 5 000 м³ – автоматической пожарной сигнализацией.

Установки для пожаротушения подразделяют по типу их установки, по принципу действия и по расположению.

По типу бывают установки: пенного, углекислотного, газопорошкового, водяного пожаротушения и углекислотного охлаждения, а также установки импульсного пожаротушения повышенной мощности.

По принципу действия: установки поверхностного, подслоного, объемного и локального пожаротушения.

По расположению: стационарные (автоматические и неавтоматические), полустационарные и передвижные установки.

При локализации и ликвидации горения в резервуарах воздушно-механической пены низкой и средней кратности, как правило, применяют два способа ее подачи: подача пены сверху в зону горения, через стационарно установленные генераторы пенные средней кратности или подачи последних с использованием пеноподъемников (автолестниц, коленчатых подъемников), и подача низкократной пены через эластичный рукав снизу на поверхность горящей жидкости, или подача ее непосредственно в слой нефти или нефтепродукта. Применение последнего способа подачи пены стало возможным после появления фторсодержащих пленкообразующих пенообразователей [3].

Для образования пены необходимы запасы как воды, так и пенообразователя. Для тушения пожаров в районах Крайнего Севера и Арктической зоне, как правило, применяются пенообразователи синтетические углеводородные целевого назначения, которые используются для получения пены при ликвидации горения нефтепродуктов и горючих жидкостей различных классов при отрицательных температурах окружающей среды и обладают повышенной огнетушащей способностью [2].

Ликвидация горения на резервуарах при отрицательных температурах окружающей среды затруднена тем, что увеличивается время сосредоточения сил и средств для организации и проведения пенной атаки. Вода, проходя по рукавным линиям, охлаждается с образованием ледяной корки на стенках рукавной арматуры и рукавов. С течением времени происходит уменьшение сечения рукавной линии, что ведет к снижению расхода воды. В условиях низких температур воздушно-механическая пена средней кратности склонна к быстрому замерзанию, превращаясь в снежную массу.

При тушении пожаров в условиях низких температур его участники сталкиваются со следующими проблемами:

- выход из строя пожарных рукавов в результате их замерзания, для решения этой проблемы утепляются разветвления, пожарные колонки и соединительные полугайки, не перекрывают стволы;
- выход из строя пожарных гидрантов, для предотвращения применяется специальное оборудование для их разморозки;
- замерзание пожарных водоемов и отсутствие подъездов к ним в результате несвоевременной очистки от снега;

- затрудненный поиск пожарных гидрантов, применяются специальные устройства для поиска люков (миноискателей);
- замерзание всасывающего коллектора на насосе;
- обледенение пожарного вооружения и техники при попадании воды на них;
- выход из строя техники, работающей при низких температурах;
- смена личного состава, а значит устройство мест для обогрева.

При тушении пожаров путем подачи пены на поверхность горячей жидкости необходима тщательная подготовка пенной атаки, которая может занимать до шести часов и не всегда заканчивается успехом. Не на всех складах и резервуарных парках имеются пеноподъемники для подачи пены, а имеющиеся стационарные пеногенераторы выходят из строя при взрыве или сгорают от высокой температуры. Имеющиеся на предприятиях и в гарнизонах пожарной охраны пеноподъемники не всегда по своим техническим характеристикам соответствуют требуемым условиям, а именно не хватает вылета стрелы или колена для доставки огнетушащего вещества непосредственно к месту горения. Нередки случаи выхода из строя техники во время проведения пенной атаки.

Способ подслоного тушения менее затратен по времени, не возникает проблем по доставке огнетушащего вещества на поверхность горячей жидкости, так как генераторы пены низкой кратности установлены на дне резервуара, но его эффективность подтверждена только при тушении резервуаров объемом до 5 000 м³.

В случае использования подслоного способа тушения пожаров на резервуарах пеногенераторы и пеноводды не выходят из строя в случае взрыва паровоздушной смеси, а при выбросе или вскипании горячей нефти или нефтепродукта личный состав и техника подразделений гарнизона пожарной охраны находятся за обвалованием и меньше подвергаются непосредственной опасности.

В настоящее время ведутся разработки как по способу тушения, так и по новым огнетушащим веществам.

Исследования, выполненные ВНИИПО МЧС России совместно с ФГУП ФЦДТ «Союз» и рядом специализированных организаций, позволили разработать новый способ тушения пожаров в резервуарах – подачей самовспенивающейся газоаэрозоленополненной пены, получаемой с использованием твердотопливных генераторов давления.

Особенности проектирования автоматических систем с применением установок импульсного пожаротушения для подачи самовспенивающейся газоаэрозоленополненной пены приведены в приложении Г [4].

Установки импульсного пожаротушения могут использоваться как в стационарном, так и в мобильном вариантах.

Необходимо отметить, что при стационарном варианте кроме расчетного количества огнетушащего вещества должен быть предусмотрен его 100 % резерв, а при мобильном варианте – необходимость в оснащении резервуаров сухотрубами. Кроме того, пенообразователи имеют ограниченный срок хранения (до 10 лет), по истечении которого необходима их замена, а вода, необходимая для образования пены, как отмечалось, при низких температурах замерзает.

Установки газового пожаротушения с использованием модулей изотермических для жидкой двуокиси углерода применяются при ликвидации горения на вертикальных стальных резервуарах с нефтью и нефтепродуктами емкостью до 10 000 м³ включительно, а также для железнодорожных и автомобильных эстакад.

Автоматические установки газопорошкового пожаротушения применяются при тушении вертикальных стальных резервуаров с нефтью и нефтепродуктами емкостью до 10 000 м³ включительно.

Автоматические установки газопорошкового пожаротушения «BiZone», разработанные и выпускаемые ООО «Каланча», предназначены для автоматического тушения пожаров в резервуарах вертикальных стальных по ГОСТ 52910 со стационарной крышей с понтоном и без понтона, вместимостью до 20 000 м³ включительно, путем подачи

газопорошковой смеси в зону пожара [5]. Данные установки на испытаниях показали высокую эффективность тушения пожаров на резервуаре, однако в качестве огнетушащего вещества применяется, в том числе и порошок, после применения которого использовать хранимую в резервуаре жидкость не представляется возможным.

Основными недостатками при газовом и газопорошковом пожаротушении являются:

- модули изотермические с двуокисью углерода, которые располагаются за обвалованием резервуаров или защитной стенкой;
- инерционность срабатывания, связанная с временем отклика пожарной сигнализации;
- сложность устройства и оборудования данных систем.

В работе [6] предложено тушение резервуаров диоксидом углерода твердым гранулированным. При данном способе тушения пожара в резервуаре необходимо применять технические средства подачи диоксида углерода твердого гранулированного на тушение пожара, которые имеются не в каждом гарнизоне пожарной охраны.

Данные подходы в обеспечении пожарной безопасности резервуаров с нефтепродуктами не являются достаточно быстродейственными, надежными и эффективными.

Все приведенные способы тушения пожаров имеют одну общую черту – осуществляется подача огнетушащего вещества в очаг развившегося горения. При этом огнетушащие вещества контактируют с горючей жидкостью, и происходит изменение ее физико-химических и эксплуатационных характеристик. В случае применения газового тушения, в связи с особенностями конструктивного исполнения резервуаров, происходит утечка газов через дыхательные линии, что требует большого расхода огнетушащих веществ.

В связи с этим предлагается рассмотреть другой подход к тушению пожаров в резервуарах.

Рассмотрим пламя как динамическую систему, у которой есть инициатор горения (побуждающая энергия, позволяющая горючей смеси преодолеть порог энергии активации), скорость распространения фронта пламени и набор теплофизических характеристик, изменяющихся при удалении от инициатора горения в зависимости от времени. Если смотреть на горение как на сумму эффектов, то видно, что пламя ведет себя как волновой поток, характеризующийся энергией (амплитудой), частотой и фазовым сдвигом. Как известно, любая волна может иметь резонансные явления, которые будут ее усиливать или ослаблять (в зависимости от фазового сдвига). Поэтому разработана гипотеза, что возможно создание бесконтактной системы, способной фиксировать волну горения, распознавать и преобразовывать ее характеристики и выдавать сигнал, противоположный по фазе и амплитуде, что приведет к гашению пламени как на начальной стадии горения (при стационарной установке), так и при развившемся пожаре (мобильном варианте).

Создание бесконтактной системы тушения пожаров позволит избежать негативных последствий по сравнению с существующими способами тушения пожаров на резервуарах, таких как экологические и экономические последствия, и повысить эффективность тушения пожаров.

Литература

1. ГОСТ 31385–2016. Межгосударственный стандарт. Резервуары вертикальные цилиндрические стальные для нефти и нефтепродуктов. Общие технические условия (введен в действие Приказом Росстандарта от 31 авг. 2016 г. № 982-ст). М.: Стандартинформ, 2016.
2. Порядок применения пенообразователей для тушения пожаров. Рекомендации (утв. МЧС РФ 27 авг. 2007 г.). Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
3. Руководство по тушению нефти и нефтепродуктов в резервуарах и резервуарных парках (утв. ГУГПС МВД РФ 12 дек. 1999 г.). Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

4. Об утверждении свода правил «Склады нефти и нефтепродуктов. Требования пожарной безопасности»: Приказ МЧС России от 26 дек. 2013 г. № 837 (в ред. от 9 марта 2017 г.). Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

5. Модуль газопорошкового пожаротушения «BIZONE» // Системы решения противопожарной защиты. URL: http://www.kalancha.ru/catalog/avtomaticheskie_ustanovki_gazoporoshkovogo_pozharotusheniya_bizone/ (дата обращения: 12.04.2019).

6. Старков Н.Н. Тушение пожаров нефтепродуктов и полярных жидкостей в резервуарах диоксидом углерода твердым гранулированным: автореф. дис. ... канд. техн. наук. М., 2006. 25 с.

References

1. GOST 31385–2016. Mezhsudarstvennyj standart. Rezervuary vertikal'nye cilindricheskie stal'nye dlya nefi i nefteproduktov. Obshchie tekhnicheskie usloviya (vveden v dejstvie Prikazom Rosstandarta ot 31 avg. 2016 g. № 982-st). М.: Standartinform, 2016.

2. Poryadok primeneniya penoobrazovatelej dlya tusheniya pozharov. Rekomendacii (utv. MCHS RF 27 avg. 2007 g.). Dostup iz sprav.-pravovoj sistemy «Konsul'tantPlyus».

3. Rukovodstvo po tusheniyu nefi i nefteproduktov v rezervuarah i rezervuarных parkah (utv. GUGPS MVD RF 12 dek. 1999 g.). Dostup iz sprav.-pravovoj sistemy «Konsul'tantPlyus».

4. Об утверждении свода правил «Склады нефти и нефтепродуктов. Требования пожарной безопасности»: Приказ МЧС России от 26 дек. 2013 г. № 837 (в ред. от 9 марта 2017 г.). Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

5. Modul' gazoporoshkovogo pozharotusheniya «BIZONE» // Системы решения противопожарной защиты. URL: http://www.kalancha.ru/catalog/avtomaticheskie_ustanovki_gazoporoshkovogo_pozharotusheniya_bizone/ (дата обращения: 12.04.2019).

6. Starkov N.N. Tushenie pozharov nefteproduktov i polyarnyh zhidkostej v rezervuarah dioksidom ugleroda tverdym granulirovannym: avtoref. dis. ... kand. tekhn. nauk. М., 2006. 25 с.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ, КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ТЕОРИИ УПРАВЛЕНИЯ СЛОЖНЫХ ПРОЦЕССОВ

МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕЙРОННОЙ СЕТИ

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

Рассмотрены особенности использования искусственной нейронной сети для аппроксимации вероятностно-временных характеристик системы массового обслуживания. Приведена логическая структура нейронной сети. Искусственная нейронная сеть реализована в виде программы для ЭВМ.

Ключевые слова: система массового обслуживания, искусственная нейронная сеть, компьютерная программа, математическая модель

THE SIMULATION OF THE QUEUING SYSTEM WITH USE THE NEURAL NETWORK

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

This article presents the problem of use the neural network for the parameters of the queuing system approximation. The synthetic neural network to realize in form the mathematical model and computing program.

Keywords: queuing system, synthetic neural networks, computing program, mathematical model

При исследовании процессов управления силами и средствами подразделений МЧС России часто приходится сталкиваться с работой своеобразных систем, называемых системами массового обслуживания (СМО) [1]. Примерами таких систем могут служить диспетчерские пункты центров управления в кризисных ситуациях, пожарной охраны и других экстренных служб. 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]. Процесс работы СМО представляет собой случайный процесс с дискретными состояниями и непрерывным временем. Состояние СМО меняется скачком в моменты появления каких-то событий: приход новой заявки (донесения); момент, когда заявка (донесение) покидает очередь; окончание обслуживания.

Теория массового обслуживания есть теория математического моделирования обширного класса случайных процессов со счетным числом состояний и непрерывным временем переходов – процессов массового обслуживания [3]. Целью применения моделей является раскрытие закономерностей этого класса случайных процессов для обоснования решений при управлении ими.

Предмет теории массового обслуживания – построение математических моделей,

связывающих заданные условия работы СМО, определяемые числом каналов, их производительностью, правилами работы, характером потока заявок (донесений), с показателями эффективности СМО, характеризующими ее способность справляться с потоком заявок (донесений). В качестве таких показателей могут применяться различные величины [3]:

- среднее число заявок, обслуживаемых СМО в единицу времени;
- среднее число занятых каналов;
- среднее число заявок в очереди и среднее время ожидания обслуживания;
- вероятность того, что число заявок в очереди не превысит заданное значение.

Системы массового обслуживания делятся на типы (классы) по ряду признаков [3].

По интенсивности потока заявок СМО отличаются друг от друга законами распределения числа заявок, поступающих в систему за заданное время, а также законами распределения промежутка времени между поступлениями в систему очередных заявок.

По характеру потока заявок СМО делятся на стационарные и нестационарные. В СМО со стационарным потоком заявок интенсивность этого потока не меняется со временем, в нестационарных – является функцией времени. Интенсивность потока заявок измеряется математическим ожиданием числа заявок, поступающих в единицу времени.

По характеру случайного процесса, происходящего в СМО, различают марковские и немарковские СМО. В марковских системах входящий поток заявок и выходящий поток обслуженных заявок являются пуассоновскими. Пуассоновские потоки позволяют легко описать и построить математическую модель СМО. В случае немарковских процессов задачи исследования СМО значительно усложняются и требуют применения статистического моделирования и численных методов с использованием ЭВМ.

По виду каналов обслуживания различают одноканальные и многоканальные СМО, а также СМО с каналами одинаковой и различной производительности.

По дисциплине обслуживания заявок различают:

1. Система с отказами. В таких системах заявка, поступившая в момент, когда все каналы обслуживания заняты, получает «отказ» и покидает систему необслуженной.
2. Система с неограниченным ожиданием. Заявка, нашедшая все каналы занятыми, становится в очередь и сколь угодно долго ожидает своего обслуживания.
3. Системы смешанного типа. В системах смешанного типа накладываются ограничения либо на длину очереди, либо на время пребывания заявки в очереди.
4. Системы с приоритетом. Различают СМО с абсолютным и относительным приоритетом. В СМО с абсолютным приоритетом при поступлении заявки высшего ранга немедленно освобождается один из каналов, занятых обслуживанием заявок более низкого ранга. В СМО с относительным приоритетом, заявка с более высоким рангом ожидает, пока канал обслуживания не освободится.

На практике большинство СМО являются многоканальными. Рассмотрим многоканальную модель СМО с пуассоновским входным потоком и экспоненциальным распределением длительности обслуживания. Процесс обслуживания заявок характеризуется интенсивностью входного потока λ [заявок/час]. Параллельно СМО может обслуживать n заявок, где n – число каналов обслуживания. Средняя продолжительность обслуживания одной заявки равна $1/\mu$, где μ – интенсивность обслуживания [заявок/час]. Граф состояний многоканальной СМО с отказами имеет следующий вид (рис. 1).

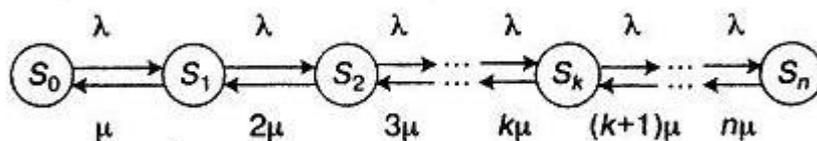


Рис. 1. Граф состояний многоканальной СМО с отказами

Состояния СМО могут иметь следующую интерпретацию:

- S_0 – все каналы свободны;
- S_1 – занят один канал, остальные свободны;
- S_k – заняты ровно k каналов, остальные свободны;
- S_n – заняты все n каналов.

Уравнения Колмогорова для вероятностей состояний системы $P_0, \dots, P_k, \dots, P_n$ имеют следующий вид:

$$dP_0/dt = -\lambda * P_0 + \mu * P_1;$$

$$dP_k/dt = -\lambda * P_{k-1} - (\lambda + k * \mu) * P_k + \mu * (k+1) * P_{k+1};$$

$$dP_n/dt = \lambda * P_{n-1} - \mu * n * P_n,$$

где $1 \leq k \leq n-1$.

Начальные условия: $P_0(0)=1, P_1(0)=\dots=P_k(0)=\dots=P_n(0)=0$.

Стационарное решение системы уравнений Колмогорова имеет вид формул Эрланга:

$$P_k = (\varphi^k / k!) * P_0, P_0 = 1 / \sum_{k=0}^n (\varphi^k / k!),$$

где $\varphi = \lambda / \mu$ – приведенная интенсивность потока заявок, $k=0, 1, \dots, n$.

Вероятностные характеристики функционирования такой СМО могут быть определены по следующим формулам:

– вероятность отказа: $P_{отк} = (\varphi^n / n!) * P_0$;

– относительная пропускная способность: $q = 1 - P_{отк} = 1 - (\varphi^n / n!) * P_0$;

– абсолютная пропускная способность: $A = \lambda * q = \lambda * (1 - P_{отк})$;

– степень загрузки системы (среднее число каналов, занятых обслуживанием):

$$k_{cp} = \sum_{k=1}^n (k * P_k) = \varphi * (1 - P_{отк}) = (\lambda / \mu) * q = (\lambda / \mu) * [1 - (\varphi^n / n!) * P_0].$$

Рассмотрим пример использования многоканальной СМО. Пусть в вычислительном центре имеется $n=3$ канала (ЭВМ), используемых для решения поступающих задач. Интенсивность потока задач составляет $\lambda=20$ [задач/час]. Средняя продолжительность решения задачи составляет $T_{обс}=0,5$ ч, что соответствует интенсивности обслуживания $\mu=1/T_{обс}=2,0$ [задач/час]. Тогда приведенная интенсивность потока задач $\varphi=\lambda/\mu=10,0$. Предельные вероятности состояний СМО равны:

$$P_0 = 1 / \sum_{k=0}^n (\varphi^k / k!), P_k = (\varphi^k / k!) * P_0,$$

где $k=0, 1, 2, 3$.

Тогда получим следующие значения: $P=0,91; P_1=0,09; P_2=0,0164; P_3=0,0044$.

Вероятность отказа в обслуживании: $P_{отк}=0,732$.

Относительная пропускная способность: $q=1-P_{отк}=0,268$.

Среднее число занятых ЭВМ: $k_{cp}=\varphi*q=2,68$.

Рассчитаем характеристики функционирования многоканальной СМО для различного числа каналов. Результаты расчетов представлены в табл. 1.

Таблица 1

n	1	2	3	5	10	15	20
P_k	0,09	0,0164	0,0044	0,00068	0,000078	0,000048	0,000046
$P_{отк}$	0,91	0,8197	0,7321	0,56395	0,2145	0,0365	0,00187

Расчеты показывают, что при числе каналов $n=20$ многоканальной СМО вероятность отказа в обслуживании (решении поступающих задач) не превосходит допустимого значения 0,01.

Моделирование СМО с помощью нейронной сети

В процессе моделирования СМО искусственная нейронная сеть использовалась для аппроксимации характеристик многоканальной СМО [4]. В целях аппроксимации характеристик была создана трехслойная искусственная нейронная сеть прямого распространения (однонаправленная сеть без обратных связей), содержащая 20 нейронов во входном слое (распределительный слой), 20 нейронов в скрытом слое и один нейрон в выходном слое. Схема расчетной модели искусственной нейронной сети представлена на рис. 2.

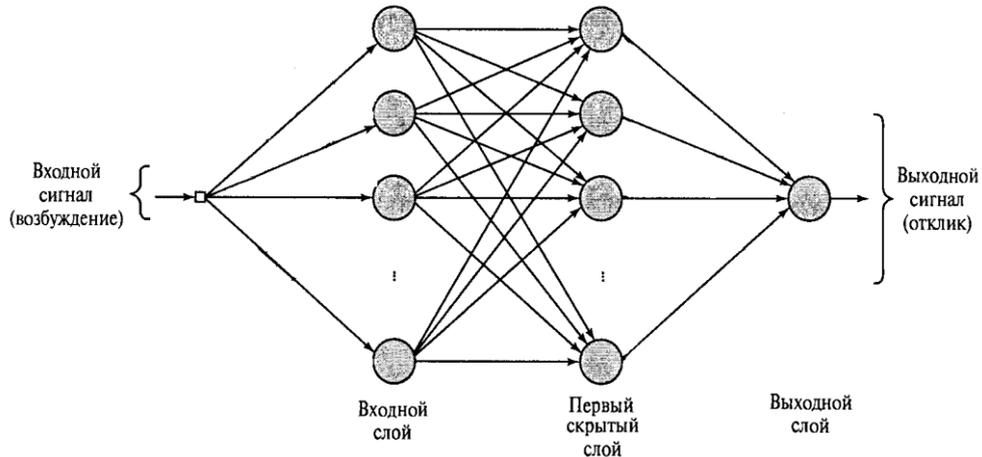


Рис. 2. Схема расчетной модели нейронной сети

В качестве функции активации (передаточной функции) использовались линейная функция. Целью обучения искусственной нейронной сети является получение таких значений коэффициентов связи (синаптических весов), которые обеспечивают для множества значений входных данных требуемое множество значений выходных данных. Данная искусственная нейронная сеть была реализована в виде программы для ЭВМ. Подробное описание указанной нейронной сети, включая алгоритм обучения, представлено в работе [5].

В качестве обучающих данных были использованы характеристики функционирования многоканальной СМО, представленные в табл. 1. График обучающей зависимости $P_{отк}=f(n)$ представлен на рис. 3

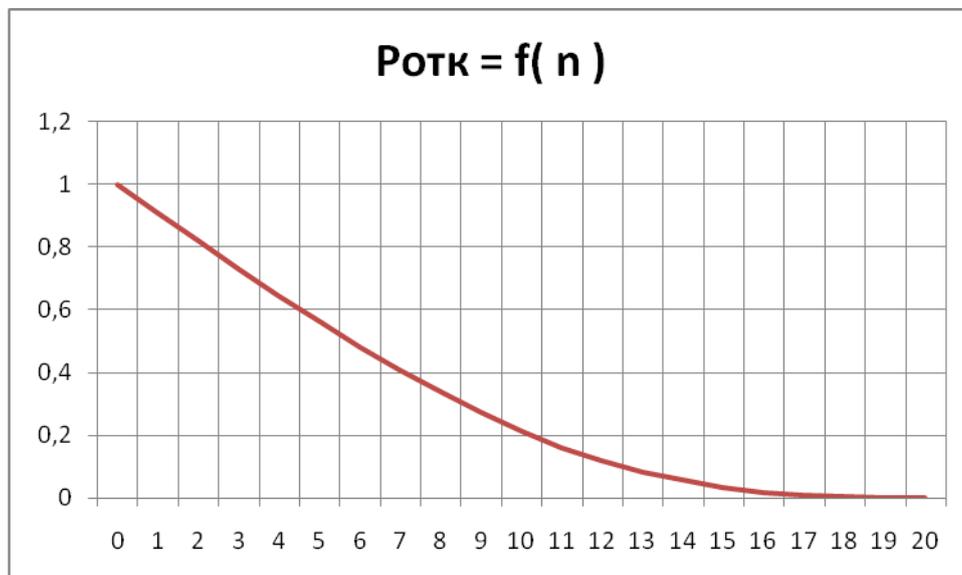


Рис. 3. График обучающей зависимости многоканальной СМО

Результат аппроксимации характеристики многоканальной СМО искусственной нейронной сетью в виде зависимости вероятности отказа в обслуживании от числа каналов $P_{отк}=f(n)$ представлен в табл. 2 и на рис. 4.

Таблица 2

N	1	2	3	5	10	15	20
$P_{отк}^*$	0,911	0,823	0,733	0,565	0,2152	0,037	0,0019
$P_{отк}$	0,910	0,8197	0,7321	0,56395	0,2145	0,0365	0,00187

Здесь значения $P_{отк}$ получены традиционными методами расчета по приведенным выше формулам, а значения $P_{отк}^*$ получены с помощью нейронной сети.

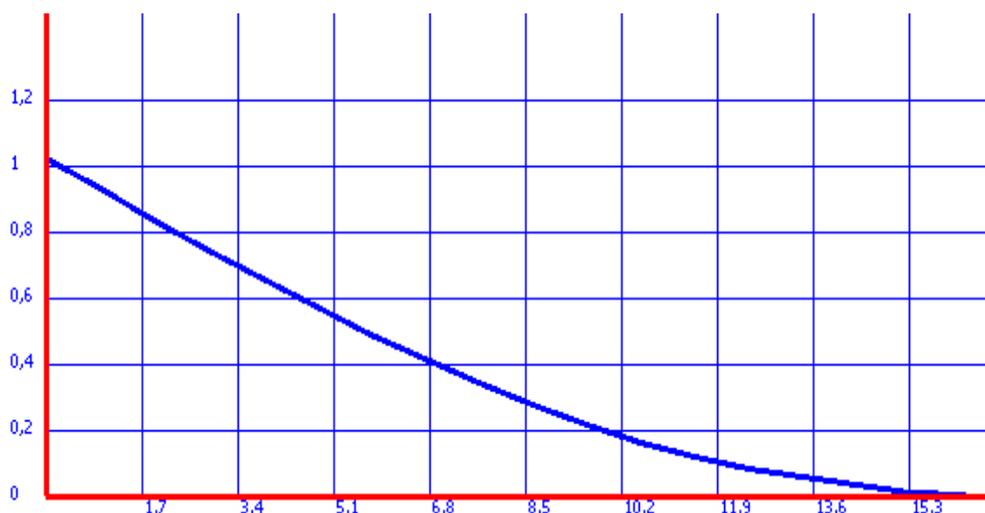


Рис. 4. Результат аппроксимации характеристики $P_{отк}=f(n)$ многоканальной СМО нейронной сетью

Таким образом, значение выходного параметра многоканальной СМО (вероятность отказа в обслуживании) для произвольного значения входного параметра (числа каналов СМО) определялось путем аппроксимации по вычисленному дискретному набору значений входных и выходных параметров многоканальной СМО в ближайших точках.

Метод аппроксимации характеристик многоканальной СМО обеспечивает возможность компьютерного моделирования СМО с использованием такого универсального средства аппроксимации, как искусственная нейронная сеть. По сравнению с традиционными методами расчета вероятностно-временных характеристик СМО использование нейронной сети обеспечивает снижение трудоемкости вычислений при незначительной погрешности расчета.

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. Рыжиков Ю.И. Теория очередей и управление запасами. СПб.: Питер, 2001.
4. Хомоненко А.Д. Расчет разомкнутых сетей массового обслуживания методом линейной аппроксимации // Автоматика и вычислительная техника. 1990. № 5.
5. Лабинский А.Ю., Уткин О.В. К вопросу аппроксимации функции нейронной сетью // Природные и техногенные риски (физико-математические и прикладные аспекты). 2016. № 1 (17). С. 5–11.

References

1. Abduragimov G.I., Taranzev A.A. Teoriya massovogo obslugivaniya v upravlenii pogarnoi jhranoi. M.: MIPB MVD Rossii, 2000.
2. Taranzev A.A. Ingerernyie metody teorii massovogo obslugivaniya. SPb.: Nauka, 2007.
3. Rygikov Yu.I. Teoriya ocheredey I upravleniye zapasami. SPb.: Piter, 2001.
4. Homonenko A.D. Raschet razomknurych setey massovogo obslugivaniya metodom lineynoy approcsimacii // Avtomatika i vychislitel'naya tekhnika. 1990. № 5.
5. Labinskiy A.Yu., Utkin O.V. K voprosu approcsimatii functii neironnoy setyu // Priridnyie i technogennyye riski. 2016. № 1 (17). S. 5–11.

ОБОСНОВАНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ЗАВИСИМОСТИ ПАРАМЕТРОВ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ПОЖАРОВЗРЫВОБЕЗОПАСНОСТИ ЛИНЕЙНОЙ ЧАСТИ МАГИСТРАЛЬНОГО ГАЗОПРОВОДА

А.П. Корольков, кандидат технических наук, профессор;

Г.Л. Шидловский, кандидат технических наук, доцент.

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России.

Д.А. Колесников.

Дальневосточная пожарно-спасательная академия

Анализ данных мониторинга технического состояния газотранспортной системы указывает на проблемы изношенности производственных фондов, ремонт которых требует больших временных и ресурсных затрат. В целях решения задач по обеспечению пожарной и промышленной безопасности газовой отрасли возникает необходимость разработки специального методического аппарата, позволяющего решать задачи по обеспечению надежности опасных производственных объектов.

Ключевые слова: магистральный газопровод, пожаровзрывобезопасность, параметры мониторинга

JUSTIFICATION OF THE FUNCTIONAL DEPENDENCE OF THE PARAMETERS OF THE MATHEMATICAL MODEL OF THE MONITORING SYSTEM FOR FIRE EXPLOSION AND SAFETY OF THE LINEAR PART OF THE MAIN GAS PIPE

A.P. Korolkov; G.L. Shidlovsky.

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

D.A. Kolesnikov. Far Eastern fire and rescue academ

Analysis of monitoring data on the technical condition of the gas transmission system indicates problems in the depreciation of production assets, the repair of which requires large time and resource costs. In order to solve the problems of ensuring the fire and industrial safety of the gas industry, there is a need to develop a special methodological apparatus to solve the problems of ensuring the reliability of hazardous production facilities.

Keywords: main gas pipeline, fire and explosion safety, monitoring parameters

Магистральные газопроводы являются неотъемлемой частью промышленного комплекса Российской Федерации. Техническое состояние газотранспортного комплекса должно обеспечивать безаварийную эксплуатацию каждой из частей системы, так как чрезвычайные ситуации на газопроводах приводят к существенным материальным потерям и оказывают влияние на экономическое развитие страны.

Анализ работоспособности участков газопровода следует выполнять с позиции прочности, исследования поведения механических свойств металла труб и возможности продления сроков безопасной эксплуатации исходя из технико-экономических оценок [1].

Вместе с тем при анализе факторов технологических рисков, связанных с возможными утечками газа из подземных газопроводов, независимо от их срока эксплуатации, необходимо применение физических методов измерений с использованием высокоточного оборудования, которое должно сводить к минимуму влияние организационных рисков [2].

Применяемые в этих целях системы контроля параметров транспортировки газа построены на математических моделях, описывающих гидродинамические процессы, протекающие в трубопроводах.

На сегодняшний день поддержание надежной эксплуатации газотранспортной системы (ГТС) ПАО «Газпром» на безопасном уровне, при оптимальном использовании выделяемых финансовых ресурсов, обеспечивается системой управления техническим состоянием и целостностью объектов (СУТСЦ) линейной части магистральных газопроводов (ЛЧМГ).

Структура формирования программ технического диагностирования и ремонта ЛЧМГ СУТСЦ приведена на рис. 1.

Прогнозирование технического состояния (развития дефектов) предусматривает расчет прочности и надежности, ожидаемой частоты аварий, ожидаемого ущерба и риска, на основании которых осуществляется составление сценариев технической диагностики и ремонта (ТДиР), оптимизация и корректировка предложений с учетом выполнения критерия лимитов затрат и приоритетов объектов ЛЧМГ.



Рис. 1. Структура формирования программ СУТСЦ ЛЧМГ ГТС

Для оценки технического состояния ЛЧМГ при наличии достоверных и полных данных по дефектам (по результатам внутритрубной диагностики (ВТД) или измерений дефектов в шурфах) используются следующие критерии:

$$p_{расч}^{ру\ ЛЧМГ} \geq [p^{ру\ ЛЧМГ}]; \quad (1)$$

$$Q_{расч}^{ру\ ЛЧМГ}(t) < [Q^{ру\ ЛЧМГ}]; \quad (2)$$

$$H_{расч}^{ру\ ЛЧМГ}(t) < [H_{нд}^{ру\ ЛЧМГ}]; \quad (3)$$

$$Y_{расч}^{ру\ ЛЧМГ} < [Y^{ру\ ЛЧМГ}]; \quad (4)$$

$$\lambda_{расч}^{ру\ ЛЧМГ} < [\lambda^{ру\ ЛЧМГ}]; \quad (5)$$

где $p_{расч}^{ру\ ЛЧМГ}$ – расчетное значение давления на (расчетном участке) ЛЧМГ;
 $Q_{расч}^{ру\ ЛЧМГ}(t)$ – расчетное значение вероятности аварии (отказа) (расчетного участка) объекта ЛЧМГ;
 $H_{расч}^{ру\ ЛЧМГ}(t)$ – расчетное значение техногенного риска (расчетного участка) объекта ЛЧМГ, млн руб.;
 $Y_{расч}^{ру\ ЛЧМГ}$ – расчетное значение совокупного ущерба на (расчетном участке) объекте ЛЧМГ из-за возможных аварий (отказов) за установленный период прогнозирования (по умолчанию – год), млн руб.;
 $\lambda_{расч}^{ру\ ЛЧМГ}$ – расчетное значение частоты отказов участка ЛЧМГ.

Приведенные критерии являются стандартными для всех объектов ЛЧМГ и определяют класс состояния расчетного участка ЛЧМГ в отношении свойств целостности, надежности и безопасности. Под расчетным участком понимается двухтрубная секция ЛЧМГ.

Алгоритм обоснования и формирования предложений в долгосрочные программы технического диагностирования и ремонта ЛЧМГ газотранспортной сети приведен на рис. 2.

Началом алгоритма формирования программ СУТСЦ является оценка на уровне газотранспортного общества (ГТО) показателей техногенного риска протяженных участков (макроучастков) ЛЧМГ, на основании которой независимо от полноты и достоверности исходных данных о техническом состоянии производится единая оценка ожидаемого эксплуатационного риска. В соответствии с полученными оценками выполняется корректировка плановых и нормативных показателей надежности участка ЛЧМГ.

Требованием к целостности расчетного участка ЛЧМГ является его работоспособность и безопасность по отношению к ущербу, превышающему 50 млн руб. при аварии на расчетном участке за год. Расчетный участок при удовлетворении вышеперечисленных критериев рассматривается как целостный.

Критерий $[Y^{ру\ ЛЧМГ}]$ характеризует предельную величину ущерба при аварии на ЛЧМГ (рекомендуется применять значение $[Y^{ру\ ЛЧМГ}] = 50$ млн руб. на расчетный участок за год).

Критерии (1–3) проверяются совместно. Критерии (4) и (5) рассматриваются как альтернативные и один из них применяется совместно с критерием (3).

Принятие решений по назначенным значениям допустимого $[H_{нд}^{ру\ ЛЧМГ}]$ и приемлемого $[H_{пр}^{ру\ ЛЧМГ}]$ техногенного риска для расчетного участка протяженного объекта ЛЧМГ формируются в виде матрицы в зависимости от заданного ограничения по допустимому и приемлемому ущербам и ожидаемой вероятности (частоты) аварии.

В результате расчетной оценки для каждого протяженного объекта формируется результат в виде массива дефектных трубных секций объекта ЛЧМГ уровня ГТО, планируемых под ремонт или техническое диагностирование в соответствии с критериями (2–4):

$$X_{ijt} = \{j, Q_{расчij}^{пу.ЛЧМГ}(t), H_{расч}^{пу.ЛЧМГ}(t) \vee U_{расч}^{пу.ЛЧМГ}\}, j = 1, N_i^{расч}$$

Основной целью разработки СУТСЦ является оптимизация долгосрочного планирования диагностики и ремонта газопроводов. Несмотря на все достоинства, система не предусматривает контроль состояния газопроводов в режиме реального времени, что снижает надежность ГТС.

Мониторинг допустимых значений параметров транспортировки газа при помощи одного или последовательного применения нескольких методов не дает полной физической картины процесса, поэтому не обеспечивает требуемого уровня безопасности. Достижению необходимого уровня безопасности способствует совокупное применение методов мониторинга параметров, характеризующих пожаровзрывобезопасность газопроводов.

Условием для определения фактического состояния ЛЧМГ является совмещение информации о пространственном положении и технических характеристиках газопроводов с информацией о природных и технологических нагрузках, с данными диагностических обследований, информацией об отказах и авариях, о выполненных ремонтах и реконструкциях, и передача ее на диспетчерские пульта управления (ДПУ).

В современных системах диспетчерского контроля и управления (СДКУ) одной из важных функций интеллектуальной информационной поддержки диспетчера является сигнализация о состоянии технологического объекта управления и систем автоматики [3].

Схема информационного взаимодействия в системах диспетчерского управления представлена на рис. 3.

В целях мониторинга пожаровзрывобезопасности ЛЧМГ параметрические данные, подлежащие выводу на диспетчерские пульта управления транспортированием газа, целесообразно разгруппировать следующим образом:

Первая группа параметров – данные проектных и конструктивных решений:

– данные, полученные на этапах строительства;

– данные эксплуатации, включая результаты диагностики, выполненных ремонтов и реконструкций.

Вторая группа параметров – топографическая, картографическая информация и описание объектов окружения газопровода.

Третья группа параметров – данные о природно-климатических условиях района расположения магистрального газопровода, необходимые для оценки текущего и прогнозируемого технического состояния и оценки риска.

Четвертая группа параметров – статистическая информация о предаварийных и аварийных ситуациях:

– отказы (аварии и инциденты);

– реализация угроз (воздействия природного и техногенного характера, оценки правильности действий диспетчерского персонала).

Пятая группа параметров – стоимостные данные.

Шестая группа параметров – нормативные требования и ограничения к конкретному участку газопровода.

Седьмая группа параметров – данные о наличии образовавшихся утечек газа (разгерметизация газопровода, неисправность запорной арматуры).

Восьмая группа параметров – данные о наличии в охранной зоне газопровода источников зажигания, достаточной мощности для инициирования пожара или взрыва (неисправность электрооборудования, горение растительности, нерегламентированные сварочные работы и др.).

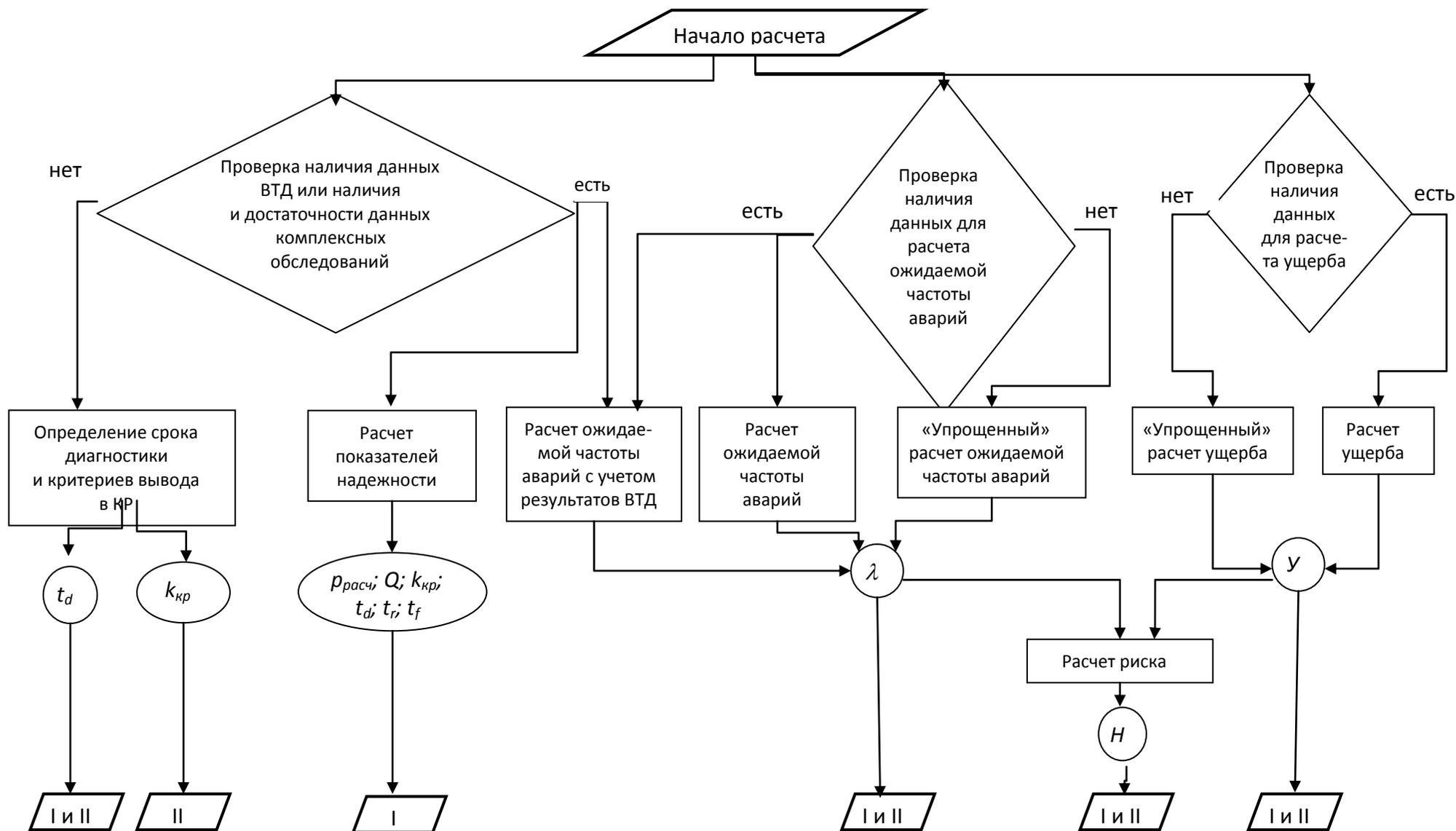


Рис. 2. Алгоритм обоснования формирования программ управления техническим состоянием ЛЧМГ (КР – капитальный ремонт)

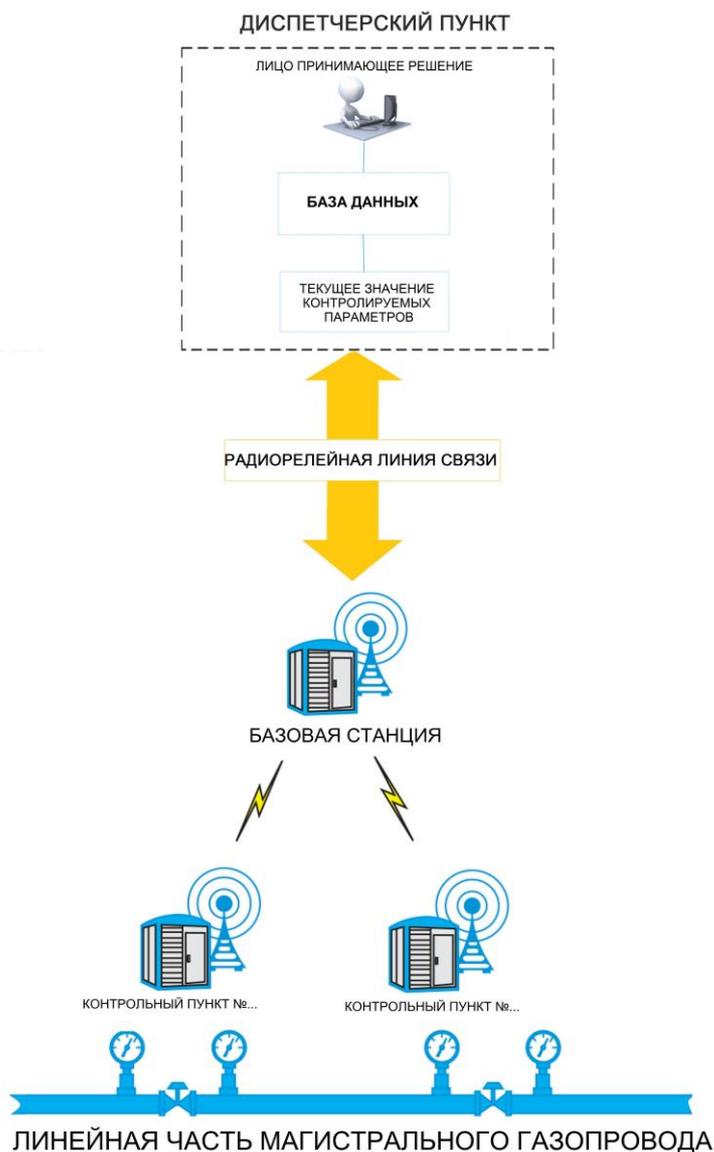


Рис. 3. Схема информационного взаимодействия в системах диспетчерского управления

Особенность автоматизированной обработки контролируемых параметров мониторинга заключается в необходимости их привязки к осевой линии трубопровода (крановый узел, маркер и т.п.).

Совокупное превышение допустимых пределов значений указанных параметров неизбежно приведет к развитию чрезвычайной ситуации. Ввиду чего, седьмой и восьмой группе параметров следует присваивать наибольшие значения весовых коэффициентов значимости.

В заключении можно сделать следующие выводы.

В целях совершенствования системы, позволяющей решать задачи по обеспечению надежности линейных участков магистральных газопроводов, возникает необходимость в разработке подсистемы контроля параметров окружающей среды в охранной зоне газопровода в реальном масштабе времени.

Подсистема мониторинга пожаровзрывобезопасности ЛЧМГ в составе СУТСЦ в режиме реального времени позволит выполнять следующие задачи:

- сбор и обработку технологической информации с контролируемых пунктов на всём протяжении газопровода;

– автоматизированное централизованное управление технологическим процессом транспортировки газа с диспетчерского пункта;
– диагностику состояния работы системы и своевременное оповещение диспетчерского персонала об аварийных и предаварийных ситуациях.

Разработка подсистемы мониторинга пожаровзрывобезопасности ЛЧМГ с учетом функциональной зависимости параметров, контролируемых в режиме реального времени, повысит эффективность применения СУТЦИ МГ без изменения ее функциональных связей.

Литература

1. Харионовский В.В. Работоспособность газопроводов с большими сроками эксплуатации // Газовая промышленность. 2017. № 5 (752). С. 56–61.

2. Малафеев П.Г. Совершенствование мониторинга герметичности газопроводов с использованием современных технологий // Газовая промышленность. 2016. № 3 (745) спецвып. С. 49–51.

3. Башлыков А.А. Требования к принципам построения интеллектуальных систем сигнализации для человеко-машинного диспетчерского контроля и управления нефтепроводными системами // Автоматизация, телемеханизация и связь в нефтяной промышленности. 2016. № 7. С. 3–13.

References

1. Harionovskij V.V. Rabotosposobnost' gazoprovodov s bol'shimi srokami ekspluatatsii // Gazovaya promyshlennost'. 2017. № 5 (752). S. 56–61.

2. Malafeev P.G. Sovershenstvovanie monitoringa germetichnosti gazoprovodov s ispol'zovaniem sovremennyh tekhnologij // Gazovaya promyshlennost'. 2016. № 3 (745) specvyp. S. 49–51.

3. Bashlykov A.A. Trebovaniya k principam postroeniya intellektual'nyh sistem signalizatsii dlya cheloveko-mashinnogo dispetcherskogo kontrolya i upravleniya nefteprovodnymi sistemami // Avtomatizatsiya, telemekhanizatsiya i svyaz' v neftyanoj promyshlennosti. 2016. № 7. S. 3–13.

ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ АДАПТИВНЫХ МОДЕЛЕЙ

Е.М. Богданова;

А.В. Максимов, кандидат технических наук;

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

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

Обоснована необходимость создания информационной системы прогнозирования чрезвычайных ситуаций в регионе, раскрыты основные этапы ее проектирования. Представлена структурная и функциональная схемы информационной системы прогнозирования чрезвычайных ситуаций. Разработанная система базируется на использовании адаптивных моделей прогнозирования.

Ключевые слова: чрезвычайные ситуации, информационная система, прогнозирование, модель, структурная схема, функциональная схема

INFORMATION SYSTEM OF EMERGENCY SITUATIONS FORECAST BY USING ADAPTIVE MODELS

E.M. Bogdanova; A.V. Maksimov; A.V. Matveev.

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

In the article the necessity of informational system of emergency situations forecast creation is substantiated. The structural and functional scheme of the information system of emergency situations forecast are presented. The developed system based on the use of adaptive forecasting models.

Keywords: emergency situations, information system, prediction, model, system architecture, system functional diagram

В настоящее время основные усилия Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий (МЧС России) направлены на сокращение числа чрезвычайных ситуаций (ЧС) и смягчение последствий от них. Это достигается, в том числе, за счет применения современных технологий прогнозирования ЧС [1]. Прогнозирование в управлении является основным этапом планирования деятельности, направлено на выявление и предвидение объективных тенденций, состояний развития исследуемых систем.

В настоящее время разработано и продолжает разрабатываться множество математических моделей прогнозирования ЧС природного и техногенного характера, их возможных последствий [2–6].

Наличие достоверного прогноза позволяет оценить угрозу человеку, природной среде, объектам экономики и населенным пунктам, принять необходимые меры по предотвращению ущерба, спланировать работу подразделений МЧС России. Однако практика показывает, что используемые в настоящее время подходы не всегда дают точные и надежные результаты. Это связано с рядом причин, прежде всего, с недостаточностью или неточностью исходных данных, не всегда правильным выбором математического аппарата, используемого для прогнозирования.

Проводимые ранее авторами исследования показали, что зачастую наиболее точный прогноз достигается при использовании методов и моделей адаптивного

прогнозирования [7, 8]. Основное преимущество адаптивных методов заключается в том, что они позволяют строить модели с обратной связью, обладающие способностью осуществлять корректировку своих параметров в зависимости от полученных результатов прогнозирования.

Реализация данных моделей должна осуществляться в рамках специального программного обеспечения, что позволит значительно облегчить процесс прогнозирования ЧС, повысить оперативность расчетов и представления результатов прогнозирования специалистами.

Информационная система (ИС) прогнозирования ЧС представляет собой совокупность базы данных о произошедших ЧС, математических методов и моделей, программных средств, предназначенную для обработки, анализа ретроспективных данных, прогнозирования ЧС, необходимую для принятия управленческих решений.

Создание ИС прогнозирования ЧС предполагает выполнение ряда задач, реализующих различные этапы жизненного цикла ИС (постановка задач, проектирование, реализация, тестирование, внедрение), которые определяются существующими стандартами проектирования и разработки ИС [9, 10].

Таким образом, в целях обеспечения возможности применения разработанных методов и моделей прогнозирования, автоматизации работы с поступающими данными, сохранения и представления результатов прогнозирования, необходимых для принятия соответствующих управленческих решений, необходимо выполнить проектирование [11] и разработку ИС прогнозирования ЧС.

Это предполагало предварительное решение следующих задач:

- определить основные функции системы прогнозирования, сформировав на основе этого функциональную и структурную схемы ИС;
- выполнить программную реализацию ИС.

На начальном этапе проектирования и разработки ИС прогнозирования ЧС было проведено исследование предметной области. В рамках исследования была разработана функциональная схема системы прогнозирования ЧС, представленная на рис. 1. Основными функциональными модулями (подсистемами), в рамках которых выполняются функции ИС, являются:

- подсистема учета данных;
- подсистема анализа данных;
- подсистема формирования решений.

В подсистеме учета данных реализуются такие функции, как прием, первичная обработка и ввод исходных данных для прогнозирования, заполнения хранилища данных, обработка результатов прогнозирования.

Подсистема анализа данных функционирует на основе реализованных в ИС моделей прогнозирования. В этом модуле осуществляется расчет прогнозных значений в соответствии с используемыми моделями, графическая визуализация результатов прогнозирования, оценка точности и достоверности прогнозных результатов.

В подсистеме формирования решений реализуется процесс выбора оптимальной прогнозной модели, рассылка отчетной документации и рекомендаций по результатам прогнозирования.

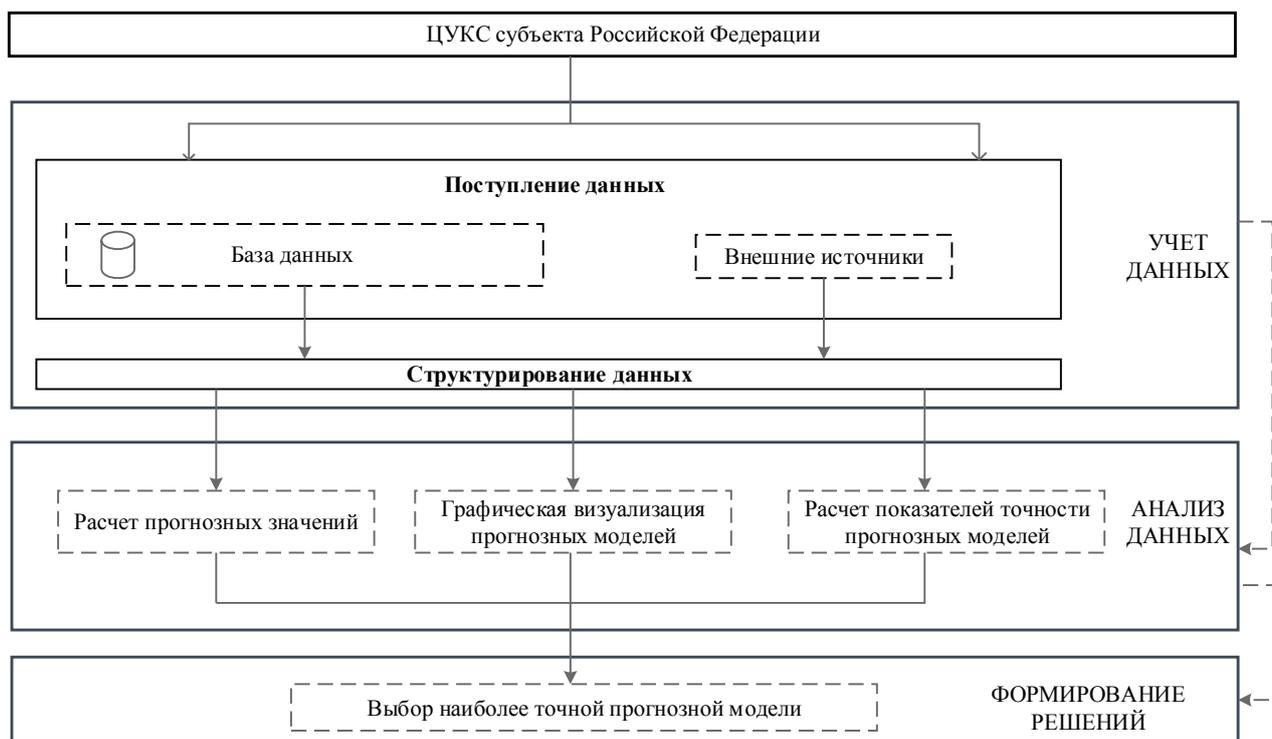


Рис. 1. Функциональная схема системы прогнозирования ЧС (ЦУКС – центр управления в кризисных ситуациях)

Функциональное описание стало основой для разработки структурной схемы ИС прогнозирования ЧС (рис. 2). Каждый модуль отвечает за решение конкретных задач.

Файлы исходных данных – внешние источники исходных статистических данных по произошедшим ЧС в исследуемом территориальном образовании.

Модуль ручного ввода/импорта исходных данных отвечает за внесение исходных данных в базу данных или в основной расчетный модуль.

Модуль проверки данных осуществляет проверку проходящих через модуль ручного ввода/импорта исходных данных на корректность.

Модуль промежуточных вычислений осуществляет предварительную обработку исходных данных, формирование и обработку временных рядов.

Основной расчетный модуль – блок, реализующий математические модели прогнозирования ЧС, визуализацию результатов прогнозирования (построение графиков), а также рассчитывающий показатели точности и достоверности прогнозов.

Модуль поиска оптимального варианта прогноза осуществляет выбор используемой для прогнозирования модели на основе показателей точности и достоверности.

Модуль обратной связи с пользователем формирует сообщения об ошибках с помощью всплывающих окон (элементов приложения).

Модуль справочной информации содержит в себе описание состава приложения, его структуры, особенности установки и функционирования, пользовательское руководство, рекомендации по устранению ошибок.

При использовании функциональной и структурной схем далее было разработано программное приложение ИС, реализованное в среде Microsoft Visual Studio, основанное на объектно-ориентированном языке C#. Программа позволяет решать основные задачи:

- ввод исходных данных, их импорт из базы данных или импорт из Microsoft Excel, представление их в табличном и графическом виде;
- возможность выбора периода упреждения прогноза;
- выполнение расчетов на основании исходных статистических данных, то есть разработка моделей прогнозирования ЧС;

- графическое представление результатов прогнозирования (рис. 3);
- оценка точности и достоверности полученных прогнозных результатов (абсолютная ошибка прогноза, среднеквадратическая ошибка прогноза, средняя ошибка аппроксимации, коэффициенты или доли несоответствия, коэффициент корреляции между прогнозным и фактическими значениями).

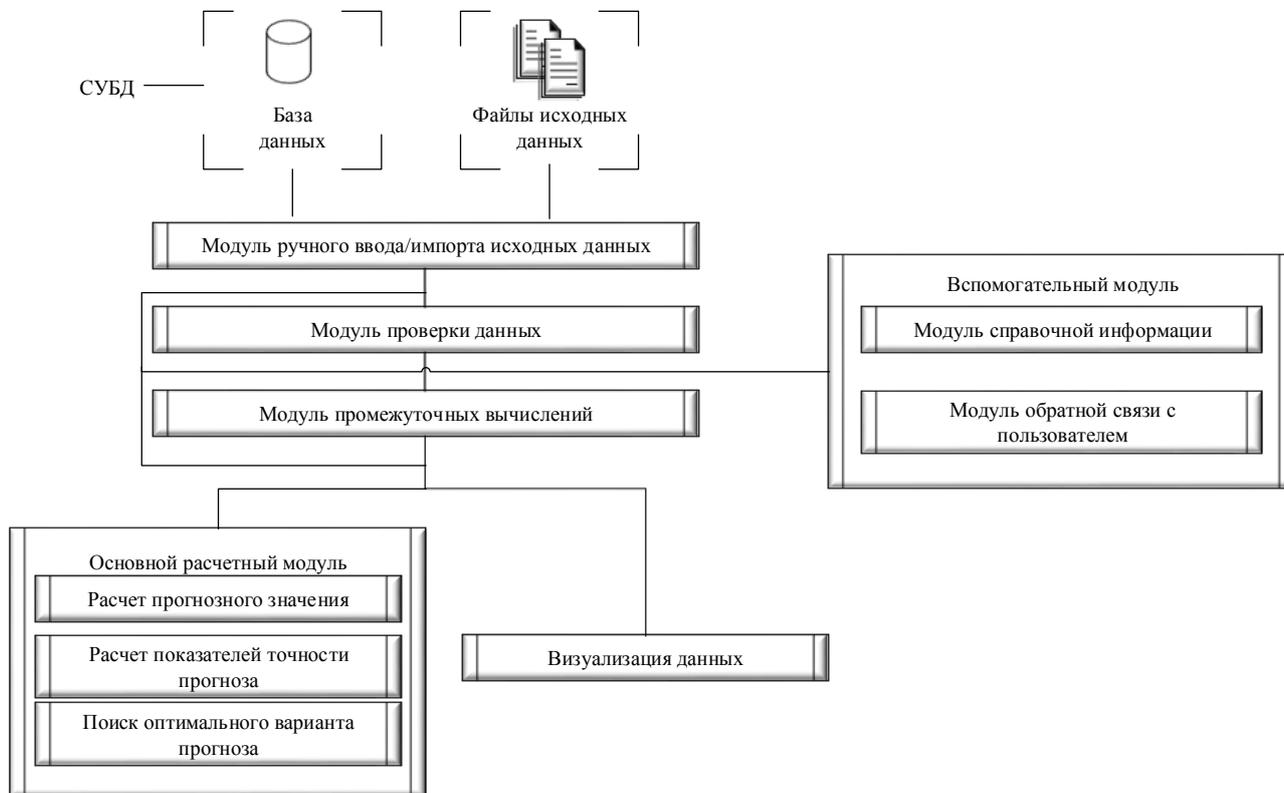


Рис. 2. Структура программного обеспечения системы прогнозирования ЧС (СУДБ – система управления базами данных)

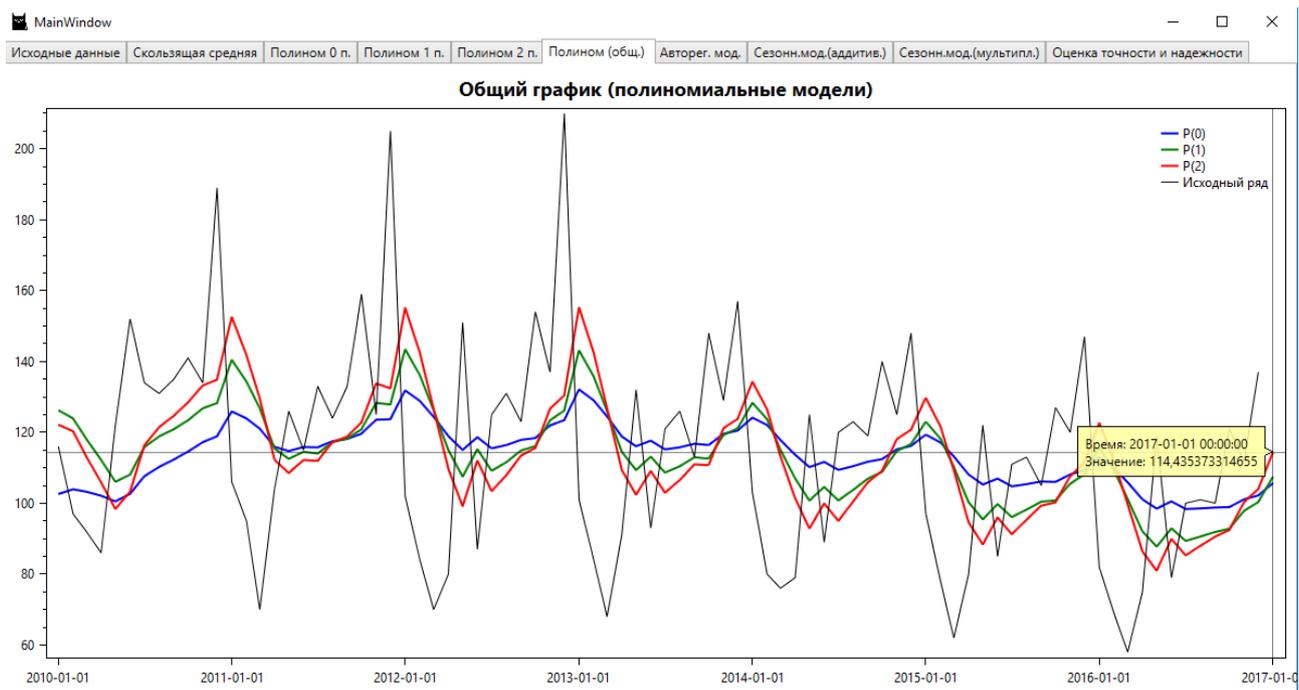


Рис. 3. Представление прогнозных значений

Для решения вышеперечисленных задач в программе используются различные элементы интерфейса. Графической оболочкой обладают лишь некоторые из функциональных модулей, остальные части есть не что иное, как фрагменты кода, которым делегированы соответствующие функции.

Конечный пользователь ИС, используя элементы обратной связи, имеет возможность влиять на параметры прогнозных моделей, тем самым повышать качество и корректность формируемых решений.

Использование разработанной ИС прогнозирования ЧС позволяет значительно облегчить процесс прогнозирования, повысить оперативность расчетов и представления результатов прогнозирования специалистами.

Литература

1. Максимов А.В., Матвеев А.В., Попивчак И.И. Перспективные направления информационно-аналитической деятельности в области обеспечения пожарной безопасности // Геополитика и безопасность. 2015. № 2 (30). С. 113–117.

2. Новоселов С.В., Панихидников С.А. Проблемы прогнозирования количества чрезвычайных ситуаций статистическими методами // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2017. № 10. С. 60–71.

3. Варнаков В.В., Варнаков Д.В., Неберикюта И.А. Обоснование методов прогнозирования чрезвычайных ситуаций техногенного характера // Международный научный журнал. 2011. № 1. С. 94–97.

4. Киндаев А.Ю., Шишов В.Ф. Нейросеть как инструмент прогнозирования показателей городских пожаров // Приложение математики в экономических и технических исследованиях. 2014. № 1 (4). С. 252–260.

5. Проблемы прогнозирования и мониторинга чрезвычайных ситуаций методами современной теории катастроф / Е.П. Бураковский [и др.] // Морские интеллектуальные технологии. 2012. № 2 (16). С. 50–60.

6. Матвеев А.В., Богданова Е.М. Классификация методов прогнозирования чрезвычайных ситуаций // Национальная безопасность и стратегическое планирование. 2018. № 4 (24). С. 61–70.

7. Богданова Е.М., Матвеев А.В. Алгоритм метода адаптивного прогнозирования пожаров // Сервис безопасности в России: опыт, проблемы, перспективы. Обеспечение комплексной безопасности жизнедеятельности населения: материалы Всерос. науч.-практ. конф. СПб.: С.-Петербург. ун-т ГПС МЧС России, 2017. С. 94–97.

8. Богданова Е.М. Алгоритмическое обеспечение адаптивного прогнозирования пожаров: материалы II Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. Всемирному дню ГО. М.: Акад. ГПС МЧС России, 2018. С. 49–57.

9. ГОСТ 34-601-90. Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Автоматизированные системы. Стадии создания. М.: Стандартинформ, 1990.

10. Маглиец Ю.А. Анализ требований к автоматизированным информационным системам. М.: Интернет-университет информационных технологий Бином. Лаборатория знаний, 2008. С. 11.

11. Проектирование информационных систем: учеб. / Д.В. Чистов [и др.]. М.: Юрайт, 2015.

References

1. Maksimov A.V., Matveev A.V., Popivchak I.I. Perspektivnye napravleniya informacionno-analiticheskoy deyatel'nosti v oblasti obespecheniya pozharnoj bezopasnosti // Geopolitika i bezopasnost'. 2015. № 2 (30). S. 113–117.

2. Novoselov S.V., Panihidnikov S.A. Problemy prognozirovaniya kolichestva chrezvychajnyh situacij statisticheskimi metodami // Gornyj informacionno-analiticheskij byulleten' (nauchno-tehnicheskij zhurnal). 2017. № 10. S. 60–71.
3. Varnakov V.V., Varnakov D.V., Neberikutya I.A. Obosnovanie metodov prognozirovaniya chrezvychajnyh situacij tekhnogenogo haraktera // Mezhdunarodnyj nauchnyj zhurnal. 2011. № 1. S. 94–97.
4. Kindaev A.Yu., Shishov V.F. Nejroset' kak instrument prognozirovaniya pokazatelej gorodskih pozharov // Prilozhenie matematiki v ekonomicheskikh i tekhnicheskikh issledovaniyah. 2014. № 1 (4). S. 252–260.
5. Problemy prognozirovaniya i monitoringa chrezvychajnyh situacij metodami sovremennoj teorii katastrof / E.P. Burakovskij [i dr.] // Morskie intellektual'nye tekhnologii. 2012. № 2 (16). S. 50–60.
6. Matveev A.V., Bogdanova E.M. Klassifikaciya metodov prognozirovaniya chrezvychajnyh situacij // Nacional'naya bezopasnost' i strategicheskoe planirovanie. 2018. № 4 (24). S. 61–70.
7. Bogdanova E.M., Matveev A.V. Algoritm metoda adaptivnogo prognozirovaniya pozharov // Servis bezopasnosti v Rossii: opyt, problemy, perspektivy. Obespechenie kompleksnoj bezopasnosti zhiznedeyatel'nosti naseleniya: materialy Vseros. nauch.-prakt. konf. SPb.: S.-Peterb. un-t GPS MCHS Rossii, 2017. S. 94–97.
8. Bogdanova E.M. Algoritmicheskoe obespechenie adaptivnogo prognozirovaniya pozharov: materialy II Mezhdunar. nauch.-prakt. konf., posvyashch. Vsemirnomu dnyu GO. M.: Akad. GPS MCHS Rossii, 2018. S. 49–57.
9. GOST 34-601-90. Informacionnaya tekhnologiya. Kompleks standartov na avtomatizirovannye sistemy. Avtomatizirovannye sistemy. Stadii sozdaniya. M.: Standartinform, 1990.
10. Magliiec Yu.A. Analiz trebovanij k avtomatizirovannym informacionnym sistemam. M.: Internet-universitet informacionnyh tekhnologij Binom. Laboratoriya znaniy, 2008. S. 11.
11. Proektirovanie informacionnyh sistem: ucheb. / D.V. Chistov [i dr.]. M.: Yurajt, 2015.

КОГНИТИВНЫЙ АНАЛИЗ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ МАГИСТРАЛЬНЫХ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

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

С.Н. Северин.

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России.

В.Г. Шаптала, доктор технических наук, профессор.

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

На примере тяговых подстанций представлен когнитивный подход к анализу пожарной безопасности магистральных систем электроснабжения железнодорожного транспорта. Выделены основные факторы, влияющие на пожарную безопасность тяговой подстанции, и определена структура ее когнитивной модели.

Ключевые слова: магистральная система электроснабжения, тяговые подстанции, пожарная безопасность, когнитивная карта

COGNITIVE MODELING OF FIRE SAFETY OF TRANSPORT SUBSTATIONS OF THE MAIN POWER SUPPLY SYSTEMS OF RAILWAY TRANSPORT

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

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

V.G. Shaptala. Belgorod law institute of Ministry of internal affairs of Russia they I.D. Putin

On the example of traction substations, a cognitive approach to the analysis of fire safety of the main rail power supply systems is presented. The main factors affecting the fire safety of the traction substation are identified and the structure of its cognitive model is determined.

Keywords: trunk power supply system, traction substations, fire safety, cognitive map

Развитие экономики страны требует увеличения объема и интенсивности железнодорожных перевозок, что увеличивает риск транспортных аварий и пожаров как на подвижном составе, так и на стационарных электросетевых объектах. Поэтому решение вопросов пожарной безопасности является важным условием успешного развития железнодорожного транспорта [1, 2].

Поскольку тяговые подстанции (ТП) являются типичным многочисленным и одним из наиболее пожароопасных объектов магистральных систем электроснабжения, то это дает основание принять следующее утверждение: основные методы поддержания и повышения пожарной безопасности магистральных систем электроснабжения железнодорожного транспорта могут быть рассмотрены на примере тяговых подстанций.

Пожарная безопасность ТП является сложной характеристикой, зависящей от многих внешних и внутренних факторов, которые чаще всего имеют неопределенный трудноформализуемый, а иногда и противоречивый характер. Анализ этих факторов для принятия обоснованных управленческих решений в условиях жестких временных и ресурсных ограничений представляет большие трудности. Поэтому для поиска таких решений применяются методы математического моделирования [3] и методы теории управления [4, 5], в частности интеллектуальное или когнитивное моделирование [5, 6].

Рассмотрим когнитивную модель пожарной безопасности ТП. Разработка интеллектуальной модели противопожарного состояния ТП предусматривает выявление экспертами основных факторов ее формирования. Предположим, к примеру, что путем

обработки экспертной информации [7] был составлен следующий список факторов (концептов), определяющих пожарную безопасность ТП. В качестве целевого концепта (C_1) примем уровень противопожарного состояния (ППС) ТП.

Факторы, влияющие на целевой концепт: C_2 – уровень работы начальников ТП и руководителей других структурных подразделений дистанции электроснабжения по контролю и анализу ППС ТП; C_3 – уровень исполнения предписаний государственного пожарного и отраслевых пожарных надзорных органов; C_4 – уровень профессиональной и противопожарной подготовки персонала, обслуживающего ТП; C_5 – уровень технического обслуживания оборудования ТП; C_6 – уровень поддержания нормативного режима эксплуатации ТП; C_7 – уровень материального обеспечения пожарной безопасности ТП; C_8 – уровень защищенности ТП от внешних пожароопасных воздействий (несанкционированного проникновения посторонних лиц на территорию и в помещение ТП, грозовых разрядов и других стихийных бедствий, приводящих к пожарам). Уровни отдельных факторов отражают степень и качество их реализации. Их качественные оценки (низкий (неудовлетворительный), удовлетворительный, средний, высокий) могут быть установлены начальниками ТП и других структурных подразделений дистанции электроснабжения по пожарным декларациям ТП и результатам проверок ТП региональной пожарно-технической комиссией и надзорными органами [8–10]. Один и тот же фактор в зависимости от высоты его уровня может оказывать дестабилизирующее и стабилизирующее воздействие на ППС ТП. Факторы с высокими и регулируемыми уровнями могут использоваться в качестве управляющих. К таким факторам можно отнести C_2 – уровень контроля и анализа ППС ТП, C_3 – уровень исполнения предписаний надзорных органов, C_4 – уровень подготовки персонала ТП.

Далее каждому фактору должна быть сопоставлена его количественная характеристика или переменная состояния X_1, X_2, \dots, X_8 .

Обстановка с пожарами на объектах или территориях характеризуется следующими статистическими показателями [11]: количество пожаров $n_{П}$, количество погибших и травмированных на пожарах людей $n_{ПТ}$ и сумма полного материального ущерба от пожаров S_y .

Поэтому переменная состояния концепта C_1 – ППС ТП может быть определена следующим соотношением:

$$X_1 = 1 / \left(1 + \frac{n_{П}}{n_{П}^{cp}} + \frac{n_{ПТ}}{n_{ПТ}^{cp}} + \frac{S_y}{S_y^{cp}} \right),$$

где $n_{П}^{cp}, n_{ПТ}^{cp}, S_y^{cp}$ – средние по данной железной дороге или всему ОАО РЖД для данного вида объектов (в рассматриваемом случае ТП) значения статистических показателей. С улучшением обстановки с пожарами значение X_1 возрастает и при полном отсутствии пожаров достигает максимального значения $X_1=1$. При определении переменных состояния факторов следует рассматривать не одну отдельно взятую ТП, а некоторую их совокупность, например, все ТП, расположенные на отдельных дистанциях или участках железной дороги.

В качестве переменных состояния других концептов могут быть приняты числовые характеристики их уровней, которые можно найти по их качественным (лингвистическим оценкам), отображая их на интервал от 0 до 1 или от 0 до 100 и придавая им смысл относительной доли достигнутого результата от его максимального или требуемого количества (величины). Например, в качестве переменной состояния X_3 можно принять долю своевременно и качественно выполненных предписаний надзорных органов. В качестве X_4 можно взять относительную долю работников, имеющих высокие профессиональные разряды и хорошую подготовку по пожарно-техническому минимуму. X_8 – доля ТП надлежащим образом защищенных от внешних пожароопасных воздействий.

Создание модели предусматривает также оценку характера и интенсивности взаимных влияний концептов. Числовые оценки вербальных характеристик взаимовлияний, найденных экспертами, находились с использованием специальной шкалы (рис. 1).

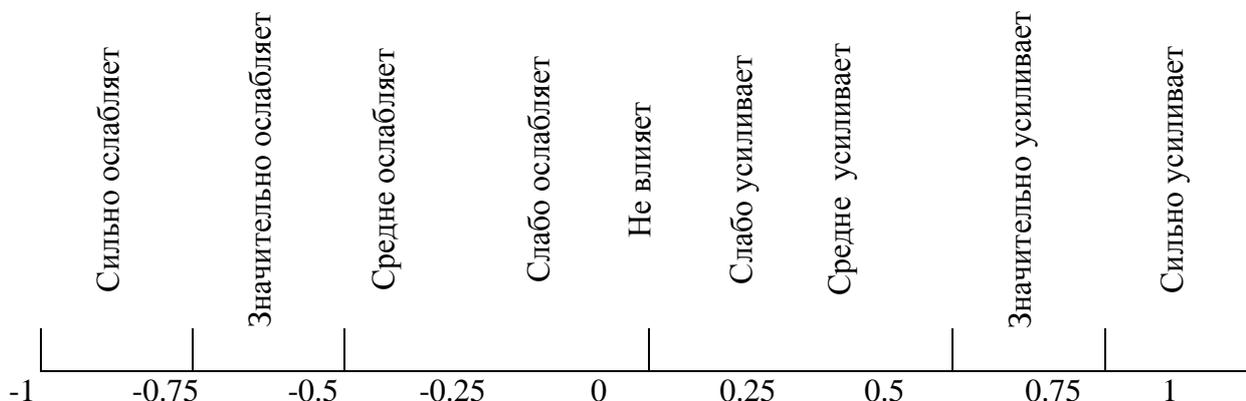


Рис. 1. Шкала перевода лингвистических оценок взаимовлияний концептов в их числовые значения

Структуру модели ППС ТП можно изобразить с помощью взвешенного ориентированного графа, в вершинах которого находятся концепты модели, а дугам соответствуют связи между ними [5, 6] (рис. 2).

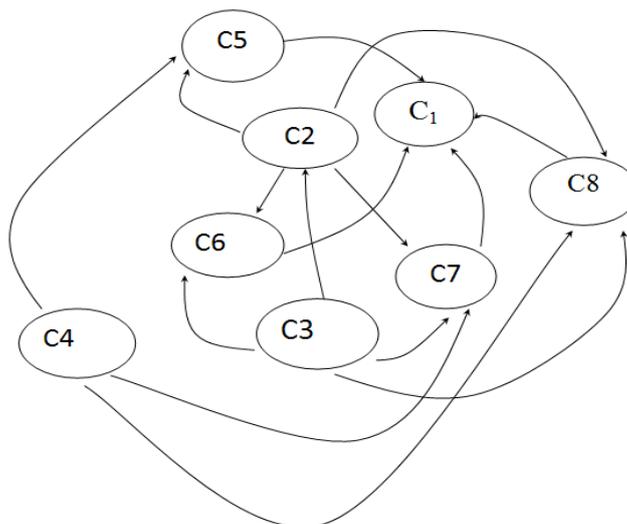


Рис. 2. Когнитивная карта ППС ТП

Таблица. Матрица смежности вершин когнитивной карты

	1	2	3	4	5	6	7	8
1	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0.7	0.8	0.1	0.3	0.1
3	0	0.8	0	0	0	0.4	0.75	0.7
4	0	0	0	0	0.6	0	0.5	0.4
5	0.9	0	0	0	0	0.1	0.3	0.3
6	0.9	0	0	0	0	0	0	0
7	0.9	0	0	0	0	0	0	0.2
8	0.6	0	0	0	0	0	0.4	0

Элементы матрицы w_{ij} выражают характер и силу влияния i -го концепта на j концепт.

Устойчивость модели проверялась путем анализа корней характеристического уравнения матрицы взаимовлияний концептов [5]:

$$\det(W - \lambda E) = 0 \quad (1)$$

Условие устойчивости модели имеет вид [7]:

$$|\lambda_i| < 1, \quad i = 1, 2, \dots, k.$$

В результате решения уравнения (1) получены следующие значения $|\lambda_i|$:

$$0.28; 0.28; 0.0; 0.0; 0.0; 0.0; 0.0; 0.0,$$

что свидетельствует об устойчивости модели.

Все концепты модели пожарной безопасности связаны между собой, поэтому изменение любого из них может вызвать изменения остальных концептов, в результате чего возникает импульсный процесс, который определяется следующим уравнением:

$$p_i(m+1) = \sum_{j=1}^{k-1} w_{ij} p_j(m) \quad (2)$$

где $m=0, 1, \dots$ – шаг моделирования; $p_i(0) = \Delta x_i / x_i(0)$ – начальные относительные приращения (импульсы) переменных состояния концептов; $x_i(0)$ – начальные значения переменных состояния концептов модели.

После выполнения M вычислительных шагов моделирования решение сходится к следующему вектору приращений:

$$P(N) = (p_1(N), p_2(N), \dots, p_k(N)),$$

которое определяет новое ППС ПБ, описываемое вектором:

$$X(N) = X(0) + P(N) = (x_1(N), x_2(N), \dots, x_k(N)),$$

где $x_i(N) = x_i(0) \cdot (1 + p_i(N))$, $i = 1, 2, \dots, k$, $X(0) = X_1(0), X_2(0), \dots, X_k(0)$ – вектор начального ППС ТП.

С помощью итерационного уравнения (2) исследуем отклик ППС ТП на дестабилизирующие и управляющие воздействия. Предположим, что качество технического обслуживания оборудования ТП снизилось на 5 %, тогда $p_5(0) = -0.05$, а начальный вектор импульсов будет иметь вид:

$$p(0) = (0, 0, 0, 0, -0.05, 0, 0, 0)$$

В результате выполнения итерационной процедуры (2) исследован характер изменений уровней факторов модели (рис. 3) после 9 итераций приращения уровней факторов достигают следующих стационарных значений:

$$p(10) = (-0.08; 0; 0; 0; -0.05; -0.005; -0.02; -0.02).$$

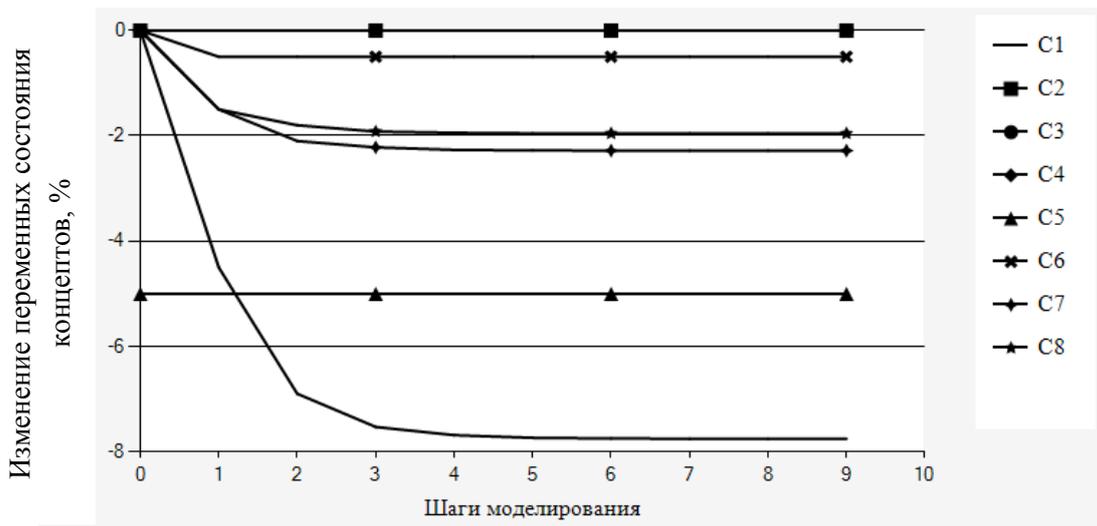


Рис. 3. Изменение ППС ТП в результате воздействия дестабилизирующего фактора – снижения уровня технического обслуживания ТП на 5 %

Таким образом, при снижении уровня обслуживания на 5 % можно ожидать ухудшения всех показателей пожарной безопасности ТП. В частности, уровень ППС ТП может снизиться на 8 %.

Аналогично можно исследовать влияние и других дестабилизирующих факторов, а также эффективность воздействия управляющих факторов C_2 , C_3 , C_4 .

Предположим, например, что для исправления неудовлетворительного ППС ТП, сложившегося в результате ухудшения уровня технического обслуживания, принято решение повысить уровень контроля за выполнением требований пожарной безопасности на 10 %. Тогда начальный вектор импульсов примет вид:

$$p(0) = (0, 0.1, 0, 0, 0, 0, 0, 0)$$

В результате десяти тактов моделирования (рис. 4) получен следующий стационарный вектор приращений переменных состояний концептов:

$$p(9) = (0.2, 0.1, 0, 0.04, 0.08, 0.02, 0.1, 0.07)$$

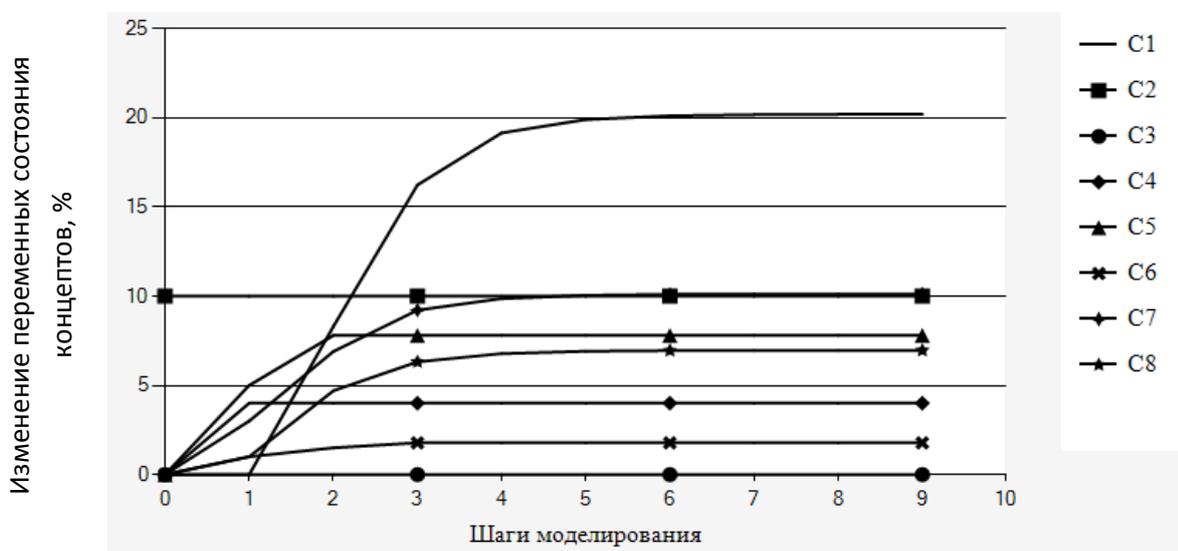


Рис. 4. Изменение ППС ТП в результате управляющего воздействия: повышения уровня контроля за исполнением требований пожарной безопасности на 10 %

Таким образом, предпринятое управляющее воздействие позволило повысить уровень ППС ТП на 20 % и тем самым позволило устранить негативные последствия снижения уровня техобслуживания.

Модель позволяет также исследовать комплексное влияние одновременного применения нескольких управляющих и стабилизирующих воздействий.

Существует множество наборов управляющих и стабилизирующих воздействий, в связи с чем возникает задача оптимизации, состоящая в определении такой их комбинации, которая обеспечит наибольшее повышение пожарной безопасности при заданных или минимальных затратах. Однако следует отметить, что полученные методом импульсного моделирования результаты носят качественный характер, а их количественные оценки следует воспринимать как ориентировочные, поскольку они зависят от матрицы смежности, которая выводится путем обработки и упорядочения субъективного и нечеткого экспертного знания. Для повышения достоверности анализа состояния пожарной безопасности и возможных вариантов ее совершенствования необходима верификация когнитивной модели [12], то есть сравнение результатов моделирования с имеющимися опытными и статистическими данными. По итогам сравнения выполняется корректировка модели, которая включает в себя изменения состава факторов и значений причинно-следственных связей между ними. Для уточнения матрицы смежности может быть использован метод парных сравнений, а также алгоритмы обучения нейронных сетей [5].

Из вышеизложенного следует, что когнитивное моделирование может применяться для анализа ППС электрооборудования железнодорожного транспорта, а также как инструмент поддержки принятия решений в области пожарной безопасности систем электроснабжения железнодорожного транспорта, особенно при изменении условий их функционирования, например, при переводе железнодорожного транспорта на скоростной режим движения.

Литература

1. Крупенин В.С., Кузнецов Б.В. Организация работы по обеспечению пожарной безопасности на железнодорожном транспорте // Наука и техника транспорта. 2004. С. 53–60.
2. Санько В.М. О реформировании энергетического комплекса ОАО «РЖД» и развитии электросетевой деятельности // Транспортная газета «Евразия Вести». 2017. № 11.
3. Катцын Д.В., Малыгин И.Г., Таранцев А.А. Математические закономерности пожаров на железнодорожном транспорте // Пожаровзрывобезопасность. 2011. № 3. Т. 20. С. 15–21.
4. Смирнов А.С., Актерский Ю.Е. Повышение эффективности применения системы управления подразделениями МЧС России на основе использования социального потенциала ресурсов. СПб.: С.-Петербург. ун-т ГПС МЧС России, 2007.
5. Ямалов И.У. Моделирование процессов управления и принятия решений в условиях чрезвычайных ситуаций. М.: Лаборатория Базовых Знаний, 2009. 288 с.
6. Робертс Ф.С. Дискретные математические модели с приложениями к социальным, биологическим и экономическим задачам. М.: Наука, 1986. 486 с.
7. Фомин А.В., Тужиков Е.Н. Экспертный метод оценки деятельности органов местного самоуправления по реализации первичных мер пожарной безопасности // Науч.-аналит. журн. «Вестник С.-Петерб. ун-та ГПС МЧС России». 2012. № 2. С. 27–34.
8. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности (в ред. Федер. закона от 10 июля 2012 г. № 117-ФЗ): Федер. закон от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
9. Обучение мерам пожарной безопасности работников организации (утв. Приказом МЧС России от 12 дек. 2007 г. № 645): Стандарт ОАО РЖД СТО РЖД 1.15.009-2013. Система управления пожарной безопасностью ОАО РЖД. Нормы пожарной безопасности. Доступ из справ.-правового портала «Гарант».

10. Северин Н.Н., Шаптала В.Г., Шаптала В.В. Когнитивное моделирование пожарного состояния учреждений высшего профессионального образования // Вестник Белгородского государственного университета им. В.Г. Шухова. 2017. № 2. С. 213–218.

11. Пожары и пожарная безопасность в 2017 году: стат. сборник / под ред. Д.М. Гордиенко. М.: ВНИИПО, 2018. 124 с.

12. Кулинич А.А. Верификация качественных математических моделей // Системный анализ и информационные технологии: материалы II Междунар. конф. Обнинск, 2007. Т. 1. С. 35–38.

References

1. Krupenin V.S., Kuznecov B.V. Organizaciya raboty po obespecheniyu pozharnoj bezopasnosti na zheleznodorozhnom transporte // Nauka i tekhnika transporta. 2004. S. 53–60.

2. San'ko V.M. O reformirovanii energeticheskogo kompleksa OAO «RZHD» i razvitiia elektrosетеvоj deyatelnosti // Transportnaya gazeta «Evraziya Vesti». 2017. № 11.

3. Katcyn D.V., Malygin I.G., Tarancev A.A. Matematicheskie zakonomernosti pozharov na zheleznodorozhnom transporte // Pozharovzryvobezopasnost'. 2011. № 3. Т. 20. С. 15–21.

4. Smirnov A.S., Akterskij Yu.E. Povyshenie effektivnosti primeneniya sistemy upravleniya podrazdeleniyami MCHS Rossii na osnove ispol'zovaniya social'nogo potentsiala resursov. SPb.: S.-Peterb. un-t GPS MCHS Rossii, 2007.

5. Yamalov I.U. Modelirovanie processov upravleniya i prinyatiya reshenij v usloviyah chrezvychajnyh situacij. M.: Laboratoriya Bazovyh Znanij, 2009. 288 s.

6. Roberts F.S. Diskretnye matematicheskie modeli s prilozheniyami k social'nym, biologicheskim i ekonomicheskim zadacham. M.: Nauka, 1986. 486 s.

7. Fomin A.V., Tuzhikov E.N. Ekspertnyj metod ocenki deyatelnosti organov mestnogo samoupravleniya po realizacii pervichnyh mer pozharnoj bezopasnosti // Nauch.-analit. zhurn. «Vestnik S.-Peterb. un-ta GPS MCHS Rossii». 2012. № 2. S. 27–34.

8. Tekhnicheskij reglament o trebovaniyah pozharnoj bezopasnosti (v red. Feder. zakona ot 10 iyulya 2012 g. № 117-FZ): Feder. zakon ot 22 iyulya 2008 g. № 123-FZ. Dostup iz sprav.-pravovoj sistemy «Konsul'tantPlyus».

9. Obuchenie meram pozharnoj bezopasnosti rabotnikov organizacii (utv. Prikazom MCHS Rossii ot 12 dek. 2007 g. № 645): Standart OAO RZHD STO RZHD 1.15.009-2013. Sistema upravleniya pozharnoj bezopasnost'yu OAO RZHD. Normy pozharnoj bezopasnosti.

10. Severin N.N., SHaptala V.G., Shaptala V.V. Kognitivnoe modelirovanie pozharnogo sostoyaniya uchrezhdenij vysshego professional'nogo obrazovaniya // Vestnik Belgorodskogo gosudarstvennogo universiteta im. V.G. Shuhova. 2017. № 2. S. 213–218.

11. Pozhary i pozharnaya bezopasnost' v 2017 godu: stat. sbornik / pod red. D.M. Gordienko. M.: VNIPO, 2018. 124 s.

12. Kulnich A.A. Verifikaciya kachestvennyh matematicheskikh modelej // Sistemnyj analiz i informacionnye tekhnologii: materialy II Mezhdunar. konf. Obninsk, 2007. Т. 1. S. 35–38.

ВЫБОР ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДЛЯ ОЦЕНКИ РЕАЛИЗАЦИИ ЦЕЛЕВЫХ ПРОГРАММ СОЗДАНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ ОРГАНОВ ГОСУДАРСТВЕННОГО УПРАВЛЕНИЯ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ

А.К. Черных, доктор технических наук, доцент.

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России.

И.Г. Малыгин, доктор технических наук, профессор.

Институт проблем транспорта им. Н.С. Соломенко

Российской академии наук.

П.Н. Клыков, кандидат технических наук.

Главное управление специальных программ Президента

Российской Федерации

Рассмотрена проблема выбора показателей для оценки эффективности реализации федеральных (ведомственных) и региональных целевых программ по созданию (модификации) информационных систем, функционирующих при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. Настоящая статья может представлять интерес для разработчиков целевых программ, а также для заказчиков информационных систем при формировании тактико-технических требований к ним.

Ключевые слова: чрезвычайная ситуация, органы государственного управления, информационная система, целевая программа, показатели эффективности

THE RATIONALE FOR THE SELECTION OF INDICATORS TO ASSESS REALIZATION OF TARGET PROGRAMS ON CREATION OF INFORMATION SUPPORT OF WORK OF OFFICIALS OF PUBLIC ADMINISTRATION IN EMERGENCY SITUATIONS

A.K. Chernykh. Saint- Petersburg university of State fire servise of EMERCOM of Russia.

I.G. Malygin. Solomenko institute of transport problems of Russian academy of sciences.

P.N. Klykov. Main Department of special programmes under the President of Russian Federation

The problem of selecting indicators to assess the effectiveness of the implementation of Federal (departmental) and regional target programs for the creation(modification) of information systems functioning in the aftermath of emergencies is considered. This article may be of interest to developers of target programs, as well as to customers of information systems in the formation of tactical and technical requirements for them.

Keywords: emergency, public administration, information system, target program, performance indicators

С проблемой создания систем информационного обеспечения рано или поздно сталкиваются все органы государственного управления, в которых осуществляется оперативная подготовка обоснованных решений. Причем, в связи со значительным объемом финансовых средств, требуемых для решения этой проблемы, системы информационного обеспечения, как правило, создаются в рамках федеральных или региональных целевых программ (целевых программ).

Обязательным требованием для разработки целевых программ является формирование целевых показателей, позволяющих оценить ход и результаты их реализации [1]. От правильного выбора показателей реализации целевых программ

по созданию систем информационного обеспечения (или по-другому – информационных систем) во-многом зависит успех их разработки.

Предлагаемый подход к выбору показателей для оценки эффективности реализации целевых программ по созданию (модификации) информационных систем, функционирующих при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций (ЧС), по мнению авторов, может оказать помощь разработчикам этих целевых программ, а также заказчикам информационных систем при формировании тактико-технических требований к ним.

В период ликвидации последствий ЧС возникает необходимость оперативной подготовки и принятия управленческих решений, учитывающих большие объемы информации [2–7]. При этом деятельность должностных лиц органов управления осуществляется в условиях быстро меняющейся оперативной обстановки и необходимости в сжатые сроки подготовки предложений для принятия решений с одной стороны, и дефицита требуемой для подготовки этих решений информации, с другой стороны [2].

Для решения этой проблемной ситуации актуальным является создание межведомственных и внутриведомственных систем информационного обеспечения, предназначенных для поддержки принятия решений должностными лицами органов управления [8, 9].

В настоящее время научный аппарат для оценки эффективности и качества различных систем разработан на достаточном уровне, однако использование этого научного аппарата в интересах обоснования и оценки результативности целевых программ остается актуальной научной задачей.

Обоснование выбора показателей эффективности реализации целевой программы целесообразно увязать с оценкой результатов от внедрения информационной системы и начать с формулирования целей создания информационной системы.

Предложим следующую схему, позволяющую уяснить место информационной системы в общей системе управления.

Как показано на рис. 1, информационная система является одной из обеспечивающих систем, необходимых для подготовки решений.

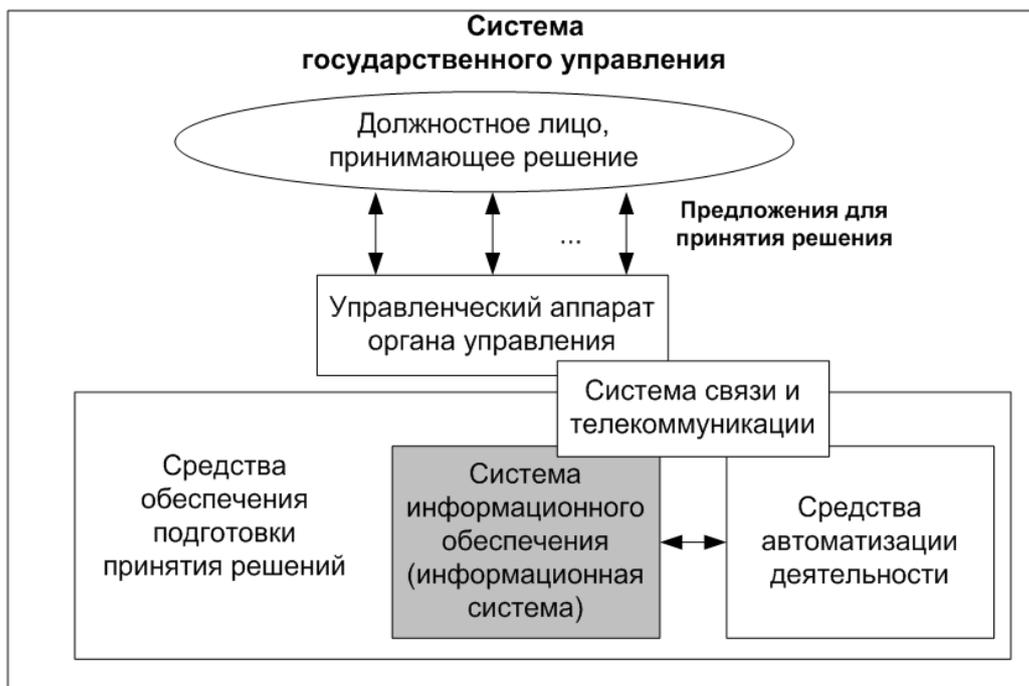


Рис. 1. Место информационной системы в системе управления

Исходя из этого, попробуем сформулировать цель ее создания: повышение качества и оперативности принятия решений (либо повышение эффективности процесса подготовки и принятия решений) должностными лицами органов управления.

Задачами создания информационной системы должны являться:

– обеспечение выполнения необходимых условий для оперативного предоставления информации должностным лицам по их запросам, в том числе путем реализации процедур интеллектуальных запросов;

– создание средств накопления, хранения, представления и передачи информации;

– накопление требуемой информации, её структуризация и своевременная актуализация;

– защита информации.

Для формирования системы показателей введем понятие эффекта от реализации целевой программы. Под эффектом от реализации целевой программы будем понимать любое изменение в системе государственного управления либо совокупность таких изменений, возникающих в результате создания и внедрения информационной системы.

Предлагается следующая система показателей оценки эффекта, достигаемого от реализации целевой программы, представленная на рис. 2.



Рис. 2. Показатели, используемые для оценки эффекта от реализации целевой программы

Рассмотрим приведенные на рис. 2 показатели. При подготовке показателей зададимся целью достижения не только адекватности использованных математических формул, но и простоты и удобства их использования.

Под целевыми показателями оценки реализации целевых программ по созданию информационных систем будем понимать показатели, характеризующие ход выполнения целевых программ, а также изменения, происходящие в системе управления в ходе реализации этих программ.

Показатель уровня готовности органов (пунктов) управления P_{GOT} можно определять по формуле:

$$P_{GOT} = \frac{\sum_{k=1, \overline{K}} P_{k_GOT}}{K},$$

где k – порядковый номер пункта управления; K – общее количество пунктов управления, подлежащих оснащению средствами информационной системы; P_{k_GOT} – показатель уровня готовности отдельно взятого k пункта (органа) управления к выполнению задач по предназначению.

Показатель P_{k_GOT} определяется по формуле:

$$P_{k_GOT} = \sum_{i=1, \overline{n}} \omega_i Z_i,$$

где i – порядковый номер задачи пункта управления; Z_i – показатель выполнения i задачи ($Z_i=1$, если i задача не выполняется; $Z_i=0$, если i задача выполняется); ω_i – весовой коэффициент i задачи.

Значение ω_i определяется по методу Дельфи [10], при этом должно соблюдаться следующее условие: $\sum_{i=1, \overline{I}} \omega_i = 1$.

Показатель степени обеспечения потребности органов управления информационными услугами на пунктах управления:

$$P_{INF} = \sum_{j=1, \overline{m}} \omega_j Z_j,$$

где j – порядковый номер вида информации; Z_j – показатель наличия j вида информации на пункте управления (при этом $Z_j=1$, если j информация присутствует на пунктах управления; $Z_j=0$, если j информация отсутствует); ω_j – весовой коэффициент j вида информации.

Значение ω_j также можно определить по методу Дельфи, при условии $\sum_{j=1, \overline{J}} \omega_j = 1$.

Показатель степени обеспечения потребности органов управления информационными услугами на пунктах управления P_{INF} – это системный показатель, который характеризует возможности системы по централизованному обеспечению пунктов управления необходимой информацией. Подразумевается, что если отдельный объект оснащен средствами системы информационного обеспечения и подключен к системе обмена данными (телекоммуникационной сети), то он имеет доступ ко всем имеющимся в системе видам информации. Доступ должен регулироваться системой разграничения доступа.

Показатель оснащенности органов управления средствами информационной системы характеризует процентное соотношение количества пунктов управления, оснащенных средствами информационной системы, к количеству неоснащенных пунктов управления:

$$P_{OCH} = \frac{K_O}{K_{HO}} \cdot 100\% ,$$

где K_O – количество пунктов управления с установленными средствами информационного обеспечения и подключенных к системе обмена данными, шт.; K_{HO} – количество неоснащенных пунктов управления либо не подключенных к системе обмена данными, шт.

Показатель оценки финансовых затрат на реализацию программы характеризует процентное соотношение фактически освоенных денежных средств на реализацию программы к запланированным, в том числе за годовой период, и (или) весь период реализации программы:

$$P_Z = \frac{K_{Z_FAKT}}{K_{Z_PLAN}} \cdot 100\% ,$$

где K_{Z_FAKT} – объем фактически освоенных денежных средств с начала отчетного периода, тыс. руб.; K_{Z_PLAN} – объем ассигнований, запланированный на весь отчетный период, тыс. руб.

Здесь необходимо сделать оговорку, что вести речь об окупаемости информационных систем можно только при внедрении их на предприятиях и организациях коммерческого плана. Для государственных же органов информационная система призвана экономить не деньги, а время, и в отдельных случаях сохранять жизни людей или снижать риски материальных потерь.

Рассмотрим показатели для оценки качества создаваемых систем информационного обеспечения.

В связи с тем, что на данный момент информационное обеспечение деятельности должностных лиц органов управления осуществляется в некоторых случаях без применения автоматизированных средств обмена и обработки информации, то есть традиционными методами, важным показателем качества создаваемой системы будет показатель, который покажет, на сколько процентов сократилось время предоставления необходимой информации должностному лицу с использованием системы.

При расчете времени предоставления информации должностному лицу по запросу будет учитывать следующие составляющие:

- время на подготовку информации для передачи по запросу в информационной системе – T_{POD} , мин;
- время на подготовку к передаче информации по запросу традиционным методом (то есть без применения системы) – T_{POD_TR} , мин;
- время передачи информации по средствам телефонной связи – T_{TLF} , мин;
- время передачи информации по средствам передачи данных – T_{PD} , мин;
- коэффициент занятости телефонного канала связи – k_{TLF} ;
- коэффициент занятости канала передачи данных – k_{PD} .

Если ввиду незначительности временных затрат, можно пренебречь другими составляющими процесса подготовки, передачи и предоставления информации, тогда получим следующую формулу:

$$T = \frac{T_1}{T_{TP}} = \frac{T_{POD} + k_{PD} \cdot T_{PD}}{T_{POD_TR} + k_{TLF} \cdot T_{TF}} \cdot 100\% ,$$

где T_1 – время подготовки, передачи и предоставления информации в системе информационного обеспечения, мин; T_{TP} – время подготовки, передачи и предоставления информации традиционными методами, мин.

Показатель надежности предоставления информации должностным лицам органов управления характеризует общую надежность работы системы информационного обеспечения.

При расчете показателя надежности системы сделаем следующие достаточно естественные предположения: надежность кабельных линий связи в локальной вычислительной сети (ЛВС) равна единице, автоматизированные рабочие места должностных лиц (АРМ ДЛ) в ЛВС независимы в смысле надежности, то есть отказ любого АРМ ДЛ не изменяет надежности других АРМ ДЛ. Все АРМ ДЛ в ЛВС соединены параллельно в смысле надежности (рис. 3). Надежность вспомогательных устройств, таких как средства печати, отображения информации не учитывается, в связи с тем, что в случае их отказа работа должностных лиц будет продолжена.

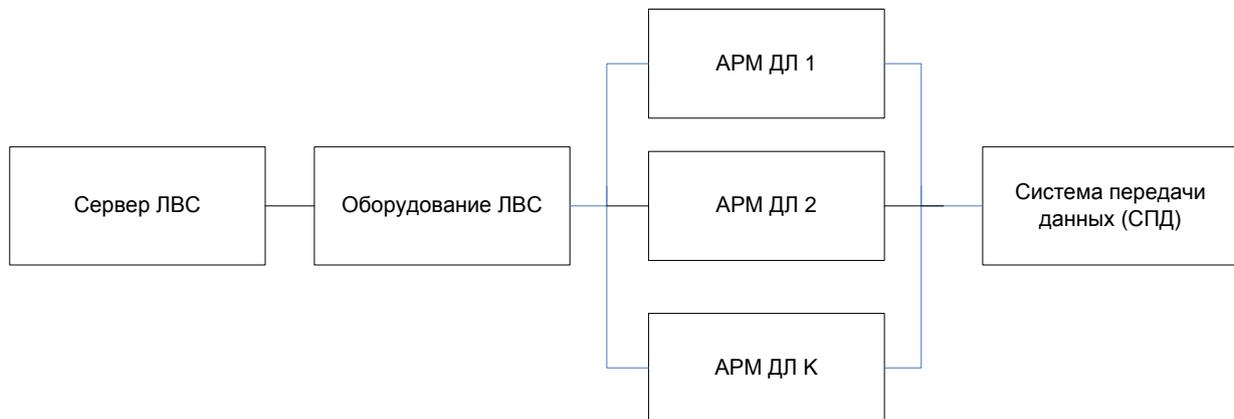


Рис. 3. Условная схема взаимодействия технических средств системы

При сделанных выше предположениях расчёт надежности системы (P , доли ед.) можно проводить по следующей зависимости [11]:

$$P = P_C(T_1) \cdot P_{LVS}(T_1) \cdot P_{PD}(T_1) \cdot \left(1 - \prod_{i=1}^{N_{ARM}} (1 - P_{ARM}^i(T_1))\right), \quad (1)$$

где $P_C(T_1), P_{LVS}(T_1), P_{PD}(T_1), P_{ARM}^i(T_1)$ – соответственно вероятности безотказной работы сервера, локальной вычислительной сети, системы передачи данных, i -го АРМ ДЛ за время работы системы по предоставлению информации по запросу должностного лица – T_1 ; N_{ARM} – количество АРМ ДЛ на пункте управления.

Учитывая независимость в смысле надежности элементов ЛВС, перепишем формулу (1):

$$P = P_C(T_1) \cdot P_{LVS}(T_1) \cdot P_{PD}(T_1) \cdot \left(1 - (1 - P_{ARM}(T_1))^{N_{ARM}}\right),$$

где $P_{ARM}(T_1)$ – вероятность безотказной работы типового АРМ из состава ЛВС за время T_1 .

Показатель оценки полноты и качества предоставляемой в системе информации в силу интегрального характера рассчитывается по формуле:

$$Q = \sum_{i=1}^3 \lambda_i u_{1i}, \quad \sum_{i=1}^3 \lambda_i = 1, \quad \lambda_i > 0,$$

где u_{11} – показатель, характеризующий объем информации, учитываемой органами управления при управленческой деятельности, доли ед.; u_{12} – показатель достоверности источников, используемых для подготовки информации, доли ед.; u_{13} – показатель степени актуальности информации, доли ед.; λ_i – значение весового множителя i -го частного показателя обоснованности решения, доли ед.

Показатель u_{11} определяется по формуле:

$$u_{11} = \sum_{i=1}^L \mu_i^{\phi} / \sum_{i=1}^L \mu_i^u,$$

где μ_i^{ϕ} (μ_i^u) – фактический (идеальный) объем информации, который должен учитываться должностными лицами при подготовке i -го решения ($i = \overline{1, L}$), тыс. знаков.

Показатель оценки стоимости затрат на эксплуатацию системы информационного обеспечения (ω_1 , тыс. руб.) определим по формуле:

$$\omega_1 = C_P^I / C_P^F,$$

где $C_P^{I(F)} = T_P^{I(F)} \cdot N_{ARM} \cdot (C_{TS} + C_P) / r$; C_{TS} – стоимость эксплуатации одного АРМ ДЛ, тыс. руб./мес.; $T_P^{I(F)}$ – время подготовки информации в идеальной системе, мин. Под идеальной системой будем считать систему, которая позволяет предоставить информацию за незначительный промежуток времени, например, 0,1 мин; C_P – стоимость содержания одного специалиста, эксплуатирующего систему персонала, тыс. руб./мес.; r – нормирующий коэффициент для перевода месяцев в минуты: $r = 30(\text{дней}) \cdot 8(\text{часов}) \cdot 60(\text{минут}) = 14400$ (будем считать, что работа органа управления организована круглосуточно посменно).

Приведенный состав показателей, которые могут быть применены как целевые показатели реализации целевых программ и использоваться для оценки качества самих информационных систем, функционирующих при ликвидации последствий ЧС, естественно, может расширяться на основе проводимых исследований.

Вместе с тем на его основе можно, во-первых, формировать обобщенные показатели для оценки эффективности и качества информационных систем; во-вторых, в первом приближении построить модель функционирования информационной системы либо модель реализации целевой программы, которые бы позволили рассчитать возможные варианты реализации целевых программ, снизив при этом риски их невыполнения.

Литература

1. Порядок разработки и реализации федеральных целевых программ и межгосударственных целевых программ, в осуществлении которых участвует Российская Федерация (утв. постановлением Правительства Рос. Федерации от 26 июня 1995 г. № 594). Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

2. Вилков В.Б., Черных А.К., Флегонтов А.В. Теория и практика оптимизации решений на основе нечетких множеств и нечёткой логики: монография. СПб.: Изд-во РГПУ им. А.И. Герцена, 2017. 160 с.
3. Malygin I.G., Komashinskiy V.I., Asaul A.N. The Project of Intellectual Multimodal Transport System // Organization and Traffic Safety Management in Large Cities:12th International Conference. SPb., 2017. Vol. 20. P. 25–30.
4. Малыгин И.Г., Сильников М.В. Применение интеллектуальных систем транспортной безопасности в мегаполисах: проблемы и перспективы // Научно-технический журнал «Вопросы оборонной техники». Сер. 16: Технические средства противодействия терроризму. 2014. Вып. 3–4 (69–70). С. 76–82.
5. Малыгин И.Г., Васьков В.Т., Плотников Ю.А. Автоматизированная геоинформационная система поддержки принятия решений по управлению оперативными подразделениями пожарной охраны // Проблемы управления рисками в техносфере. 2011. № 1 (17). С. 58–67.
6. Черных А.К., Копкин Е.В., Скопцов А.А. Прогнозирование управления перевозками в условиях чрезвычайной ситуации регионального масштаба на транспорте // Проблемы управления рисками в техносфере. 2015. № 2 (34). С. 56–65.
7. Management of rectification of the consequences of an emergency situation / A.K. Chernykh [et al.] // International Journal of Engineering and Technology(UAE). 2018. Т. 7. № 3.14 Special Issue 14. С. 276–282.
8. Батьковский А.М., Трофимец В.Я., Трофимец Е.Н. Системы поддержки принятия решений в оборонно-промышленном комплексе // Вопросы радиоэлектроники. 2015. № 7. С. 247–264.
9. Трофимец Е.Н. Автоматизированные системы поддержки принятия экономических решений: структура, функции, классификация // Высокие технологии и инновации в науке: сб. избранных статей. СПб.: ГНИИ «Нацразвитие», 2018. С. 133–139.
10. Бешелев С.Д., Гурвич Ф.Г. Математико-статистические методы экспертных оценок. М.: Статистика, 1980. 263 с.
11. Надежность и эффективность в технике: справочник. Эффективность технических систем / под общ. ред. В.Ф. Уткина, Ю.В. Крючкова. М.: Машиностроение, 1988. Т. 3. 157 с.

References

1. Poryadok razrabotki i realizacii federal'nyh celevykh programm i mezhhgosudarstvennykh celevykh programm, v osushchestvlenii kotorykh uchastvuet Rossijskaya Federaciya (utv. postanovleniem Pravitel'stva Ros. Federacii ot 26 iyunya 1995 g. № 594). Dostup iz sprav.-pravovoj sistemy «Konsul'tantPlyus».
2. Vilkov V.B., Chernyh A.K., Flegontov A.V. Teoriya i praktika optimizacii reshenij na osnove nechetkih mnozhestv i nechyotkoj logiki: monografiya. SPb.: Izd-vo RGPU im. A.I. Gercena, 2017. 160 s.
3. Malygin I.G., Komashinskiy V.I., Asaul A.N. The Project of Intellectual Multimodal Transport System // Organization and Traffic Safety Management in Large Cities:12th International Conference. SPb., 2017. Vol. 20. P. 25–30.
4. Malygin I.G., Sil'nikov M.V. Primenenie intellektual'nykh sistem transportnoj bezopasnosti v megapolisah: problemy i perspektivy // Nauchno-tekhnicheskij zhurnal «Voprosy obronnoj tekhniki». Ser. 16: Tekhnicheskie sredstva protivodejstviya terrorizmu. 2014. Vyp. 3–4 (69–70). S. 76–82.
5. Malygin I.G., Vas'kov V.T., Plotnikov Yu.A. Avtomatizirovannaya geoinformacionnaya sistema podderzhki prinyatiya reshenij po upravleniyu operativnymi podrazdeleniyami pozharnoj ohrany // Problemy upravleniya riskami v tekhnosfere. 2011. № 1 (17). S. 58–67.
6. Chernyh A.K., Kopkin E.V., Skopcov A.A. Prognozirovanie upravleniya perevozkami v usloviyah chrezvychajnoj situacii regional'nogo masshtaba na transporte // Problemy upravleniya riskami v tekhnosfere. 2015. № 2 (34). S. 56–65.

7. Management of rectification of the consequences of an emergency situation / A.K. Chernykh [et al.] // International Journal of Engineering and Technology (UAE). 2018. T. 7. № 3.14 Special Issue 14. S. 276–282.

8. Bat'kovskij A.M., Trofimec V.Ya., Trofimec E.N. Cistemy podderzhki prinyatiya reshenij v oboronno-promyshlennom komplekse // Voprosy radioelektroniki. 2015. № 7. S. 247–264.

9. Trofimec E.N. Avtomatizirovannye sistemy podderzhki prinyatiya ekonomicheskikh reshenij: struktura, funkcii, klassifikaciya // Vysokie tekhnologii i innovacii v nauke: sb. izbrannykh statej. SPb.: GNII «Nacrazvitie», 2018. S. 133–139.

10. Beshelev S.D., Gurvich F.G. Matematiko-statisticheskie metody ekspertnyh oceno. M.: Statistika, 1980. 263 s.

11. Nadezhnost' i effektivnost' v tekhnike: spravochnik. Effektivnost' tekhnicheskikh sistem / pod obshch. red. V.F. Utkina, Yu.V. Kryuchkova. M.: Mashinostroenie, 1988. T. 3. 157 s.

ОРГАНИЗАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ РИСКАМИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ В ВУЗЕ

М.А. Латкин, доктор технических наук, профессор;

М.Н. Степанова, кандидат технических наук;

В.Н. Шульженко, кандидат технических наук;

Е.Ю. Домрачёва.

**Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова**

Рассмотрена проблема организации управления рисками чрезвычайных ситуаций в вузе. Система управления рисками чрезвычайных ситуаций представляет собой отдельное подразделение по централизованному управлению рисками в составе вуза для обеспечения его комплексной безопасности. На основе системного подхода и системного моделирования разработан комплекс взаимосвязанных структурных и процессных моделей, которые описывают цели, функции, организационную структуру и процессы управления рисками чрезвычайных ситуаций, позволяют четко регламентировать действия персонала в области обеспечения комплексной безопасности вуза.

Ключевые слова: управление рисками, система управления рисками чрезвычайных ситуаций, организационная модель системы управления рисками в вузе

ORGANIZATIONAL MODEL OF RISK MANAGEMENT OF EMERGENCIES AT THE UNIVERSITY

M.A. Latkin; M.N. Stepanova; V.N. Shulzhenko; E.Yu. Domracheva.
Belgorod state technological university of V.G. Shukhov

The problem of organizing emergency risk management in higher education institutions has been considered. The system of emergency risk management is a separate department of the centralized risk management in the structure of a higher education institution for providing its integrated safety. On the basis of system approach and system modeling a set of interrelated structural and processing models have been developed, which describe the goals, functions, organizational structure and processes of emergency risk management and allow clearly specifying the actions of the staff in the sphere of providing the integrated safety of a higher education institution.

Keywords: risk management, emergency risk management system, organizational model of the risk management system at the university

Под рисками чрезвычайных ситуаций (ЧС) в вузе будем понимать возможные неблагоприятные для него события, наступление которых приводит к материальным, социально-экономическим и другим потерям [1–3]. Внедрение системы управления рисками ЧС в вузе связано с созданием в его структуре отдельного подразделения по централизованному управлению рисками в области обеспечения комплексной безопасности, разработкой соответствующих структурных решений, стандартных процедур и регламентов. Это приводит к дополнительным финансовым затратам как на проведение организационных изменений, так и на поддержание эффективного функционирования системы управления рисками ЧС в вузе [4, 5].

Основная цель создания в вузе системы управления рисками ЧС – повышение эффективности его деятельности и обеспечение комплексной безопасности, своевременное

реагирование на риски ЧС с минимальными издержками. Исходя из сложности системы управления рисками ЧС в вузе, все ее свойства невозможно сразу описать полно и достоверно одной моделью. Поэтому необходимо разработать комплекс взаимосвязанных структурных и процессных моделей системы управления рисками ЧС в вузе, которые характеризуют различные аспекты деятельности и поведения системы.

Таким образом, разработка организационной модели, которая представляет собой взаимосвязанные структурные и процессные модели системы управления рисками ЧС, для обеспечения комплексной безопасности вуза представляет собой актуальную научно-прикладную задачу.

Теоретической основой для решения сформулированной задачи служит совместное применение теории сложных систем, системного подхода и системного моделирования [6, 7].

Построение организационной модели системы управления рисками ЧС в вузе

Система управления рисками ЧС в вузе представляет собой отдельное подразделение по централизованному управлению рисками для обеспечения комплексной безопасности вуза, в котором на регулярной основе осуществляют процесс управления рисками.

Для полного описания различных аспектов деятельности системы управления рисками ЧС в вузе необходимо сформировать следующие структурные и процессные модели (рис.):

- целевую модель (Зачем?), которая описывает состав целей системы управления рисками ЧС;
- функциональную модель (Что?), которая описывает состав функций, необходимых для достижения целей системы управления рисками ЧС;
- модель организационной структуры (Кто?), которая описывает состав структурных элементов, необходимых для выполнения функций системы управления рисками ЧС;
- процессную модель (Как?), которая описывает состав процессов и последовательность выполнения операций для осуществления функций системы управления рисками ЧС.

Для установления взаимосвязи между структурными и процессными моделями системы управления рисками ЧС в вузе введем следующие матричные проекции (рис.):

- матричная проекция между целевой и функциональной моделями (Зачем? Что?), которая устанавливает соответствие функций целям системы управления рисками ЧС;
- матричная проекция между целевой моделью и моделью организационной структуры (Зачем? Кто?), которая устанавливает ответственность структурных элементов за достижение целей системы управления рисками ЧС;
- матричная проекция между функциональной моделью и моделью организационной структуры (Что? Кто?), которая устанавливает ответственность структурных элементов за выполнение функций системы управления рисками ЧС;
- матричная проекция между функциональной и процессной моделями (Что? Как?), которая устанавливает соответствие процессов функциям системы управления рисками ЧС;
- матричная проекция между моделью организационной структуры и процессной моделью (Кто? Как?), которая устанавливает ответственность структурных элементов за выполнение процессов системы управления рисками ЧС.

Организационная модель системы управления рисками ЧС в вузе представляет собой комплекс взаимосвязанных структурных и процессных моделей, имеющих иерархическую структуру, в которой выделим следующие уровни декомпозиции и определим степень их подчиненности:

$$\text{Sys} \rightarrow \text{GrEl}(m) \rightarrow \text{El}, \quad (1)$$

где Sys – система; GrEl(m) – группа элементов системы уровня m; El – элемент системы.

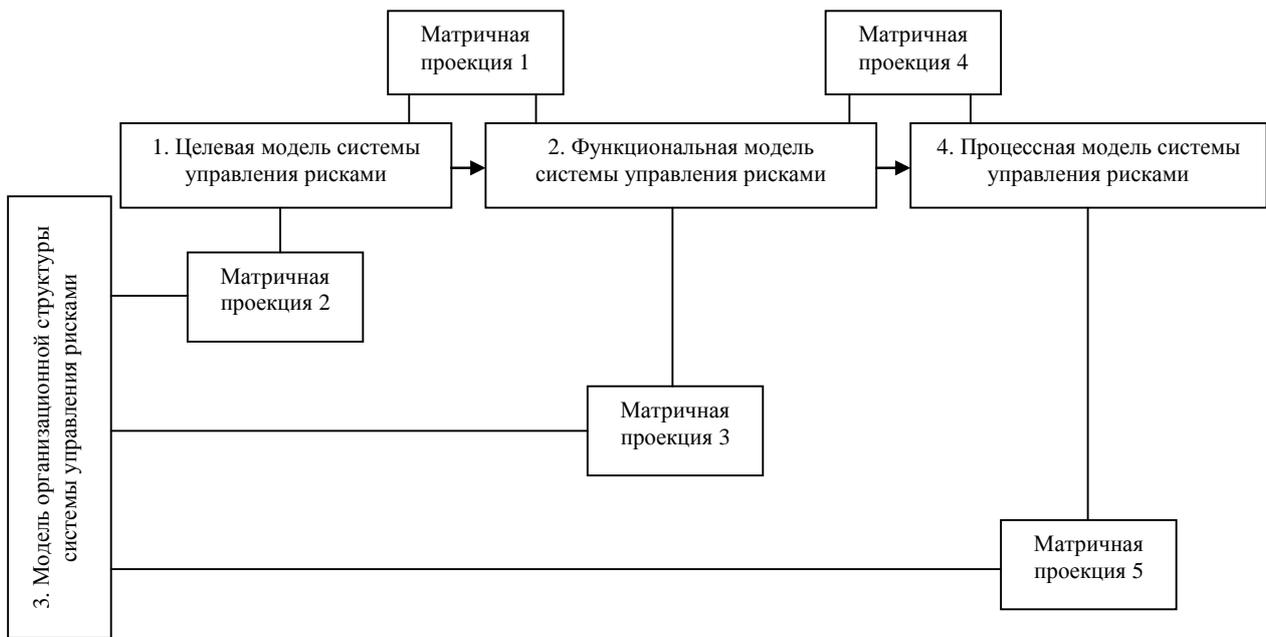


Рис. Состав моделей и матричных проекций между ними системы управления рисками ЧС в вузе

Указанные структурные и процессные модели системы управления рисками ЧС в вузе будем формировать на основе следующих правил:

- модели системы управления рисками ЧС формируем в соответствии с приведенной на рисунке последовательностью, начиная с целевой модели;

- каждую модель системы управления рисками ЧС формируем, начиная с ее наглядного представления, используя в качестве исходных данных хорошо структурированное словесное описание;

- наглядное и компьютерное представление каждой модели системы управления рисками ЧС формируем «сверху-вниз» по всем уровням декомпозиции (1), начиная с верхнего уровня Sys;

- для каждой пары моделей Y и Z системы управления рисками ЧС, начиная с целевой модели и функциональной модели (рис.), на каждом выделенном уровне декомпозиции вводим бинарное отношение $P(Z, Y)$, которое задаем в виде матрицы соответствия:

$$P(Z, Y) = \|\rho_{ij}\|,$$

где $\rho_{ij} = 1$ при наличии связи; $\rho_{ij} = 0$ при отсутствии связи.

Для наглядного представления структурных и процессных моделей системы управления рисками ЧС в вузе можно применять основные положения теории множеств и теории графов, а для компьютерного представления указанных моделей рекомендуют использовать программные продукты Orgware, например программный комплекс Орг-Мастер [8, 9].

На основе предложенных правил для системы управления рисками ЧС в вузе рассмотрим пример построения функциональной модели, модели организационной структуры, матричной проекции между функциональной моделью и моделью организационной структуры.

Хорошо структурированный по уровням декомпозиции (1) состав функций системы управления рисками ЧС в вузе приведен в табл. 1.

Хорошо структурированный по уровням декомпозиции (1) состав подразделения управления рисками ЧС в вузе приведен в табл. 2.

Таблица 1. Пример состава функций системы управления рисками ЧС в вузе

Наименование функции	Обозначение
Функции системы управления рисками ЧС	Fun ^{Sys}
1. Функции управления	Fun ₁ ^{GrEl}
1.1. Организация функционирования подразделения управления рисками ЧС	Fun ₁ ^{El}
1.2. Формирование плана и бюджета подразделения управления рисками ЧС	Fun ₂ ^{El}
1.3. Организация проведения мероприятий по реагированию на риски ЧС	Fun ₃ ^{El}
2. Основные функции	Fun ₂ ^{GrEl}
2.1. Выявление и идентификация возможных рисков ЧС	Fun ₄ ^{El}
2.2. Анализ и оценка уровня негативного воздействия рисков ЧС	Fun ₅ ^{El}
2.3. Разработка мероприятий по реагированию на риски ЧС	Fun ₆ ^{El}
2.4. Мониторинг наступления и изменения рисков ЧС	Fun ₇ ^{El}
2.5. Обобщение полученного практического опыта по управлению рисками ЧС	Fun ₈ ^{El}
3. Вспомогательные функции	Fun ₃ ^{GrEl}
3.1. Разработка методик и стандартных процедур по управлению рисками ЧС	Fun ₉ ^{El}
3.2. Ведение баз данных о наступивших рисках ЧС	Fun ₁₀ ^{El}
3.3. Обучение сотрудников вуза по управлению рисками ЧС	Fun ₁₁ ^{El}

Таблица 2. Пример состава подразделения управления рисками ЧС в вузе

Наименование структурных элементов	Обозначение
Подразделение управления рисками ЧС	Org ^{Sys}
1. Группа управления подразделением	Org ₁ ^{GrEl}
1.1. Руководитель подразделения	Org ₁ ^{El}
1.2. Менеджер по мероприятиям реагирования на риски ЧС	Org ₂ ^{El}
2. Группа управления рисками ЧС	Org ₂ ^{GrEl}
2.1. Эксперт по выявлению и мониторингу рисков ЧС	Org ₃ ^{El}
2.2. Системный аналитик по анализу и оценке рисков ЧС	Org ₄ ^{El}
2.3. Разработчик методик и стандартных процедур по управлению рисками ЧС	Org ₅ ^{El}

Матричная проекция между функциональной моделью и моделью организационной структуры системы управления рисками ЧС в вузе для уровня декомпозиции El приведена в табл. 3, где «+» означает ответственность структурных элементов за выполнение функций.

Таблица 3. Пример закрепления ответственности структурных элементов за функциями системы управления рисками ЧС в вузе

	Fun ₁ ^{El}	Fun ₂ ^{El}	Fun ₃ ^{El}	Fun ₄ ^{El}	Fun ₅ ^{El}	Fun ₆ ^{El}	Fun ₇ ^{El}	Fun ₈ ^{El}	Fun ₉ ^{El}	Fun ₁₀ ^{El}	Fun ₁₁ ^{El}
Org ₁ ^{El}	+	+									
Org ₂ ^{El}			+			+					
Org ₃ ^{El}				+			+			+	
Org ₄ ^{El}					+			+			
Org ₅ ^{El}									+		+

Матричную проекцию между функциональной моделью и моделью организационной структуры системы управления рисками ЧС в вузе для уровня декомпозиции El (табл. 3), где по i строкам матрицы указан перечень структурных элементов, а по j столбцам матрицы – функции, запишем в виде:

$$P(\text{Org}^{\text{El}}, \text{Fun}^{\text{El}}) = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 \end{pmatrix}.$$

С помощью предложенных структурных и процессных моделей, матричных проекций между моделями системы управления рисками ЧС в вузе можно сформировать комплект необходимой организационно-распорядительной документации, регламенты и должностные инструкции.

Направления организационного анализа системы управления рисками ЧС в вузе

С помощью матричной проекции между функциональной моделью и моделью организационной структуры можно проводить организационный анализ системы управления рисками ЧС в вузе по следующим направлениям:

- проверка полноты состава структурных элементов подразделения, необходимых для выполнения функций системы;
- выявление лишних структурных элементов подразделения, которые не принимают участие в выполнении какой-либо функции системы;
- исключение дублирования ответственности структурных элементов подразделения за выполнением функций системы;
- определение избыточной функциональной загруженности структурных элементов подразделения.

По результатам проведенного организационного анализа системы управления рисками ЧС в вузе можно предложить следующие решения по организационным изменениям.

1. Проверка полноты состава структурных элементов подразделения по управлению рисками ЧС, необходимых для выполнения функций системы.

Если за выполнение определенной функции системы никто не отвечает, то есть условие (2) истинно, то в штатный состав подразделения следует добавить необходимые структурные элементы:

$$\sum_{i=1}^n \rho_{ij} = 0, \quad (2)$$

где по i строкам матрицы $P(\text{Org}^{\text{El}}, \text{Fun}^{\text{El}})$ указаны структурные элементы подразделения, а по j столбцам – функции системы; $\rho_{ij} = 1$ или $\rho_{ij} = 0$ при наличии или отсутствии связи в матричной проекции; n – количество структурных элементов подразделения.

2. Выявление лишних структурных элементов подразделения по управлению рисками ЧС, которые не принимают участие в выполнении какой-либо функции системы.

Если определенный структурный элемент не участвует в выполнении какой-либо функции системы, то есть условие (3) истинно, то данный элемент следует удалить из штатного состава подразделения:

$$\sum_{j=1}^m \rho_{ij} = 0, \quad (3)$$

где по i строкам матрицы $P(\text{Org}^{\text{El}}, \text{Fun}^{\text{El}})$ указаны структурные элементы подразделения, а по j столбцам – функции системы; $\rho_{ij} = 1$ или $\rho_{ij} = 0$ при наличии или отсутствии связи в матричной проекции; m – количество функций системы.

3. Исключение дублирования ответственности структурных элементов подразделения по управлению рисками ЧС за выполнение функций системы.

Если в выполнении определенной функции системы участвуют несколько структурных элементов подразделения, то есть условие (4) истинно, тогда следует уточнить их ролевую ответственность и при необходимости внести соответствующие изменения в закреплении за выполняемыми функциями:

$$\sum_{i=1}^n \rho_{ij} > 1, \quad (4)$$

где по i строкам матрицы $P(\text{Org}^{\text{El}}, \text{Fun}^{\text{El}})$ указаны структурные элементы подразделения, а по j столбцам – функции системы; $\rho_{ij} = 1$ или $\rho_{ij} = 0$ при наличии или отсутствии связи в матричной проекции; n – количество структурных элементов подразделения.

4. Определение избыточной функциональной загруженности структурных элементов подразделения по управлению рисками ЧС.

Если определенный структурный элемент участвует в выполнении нескольких функций, то есть условие (5) истинно, то следует рассмотреть возможность передачи части функций системы другим структурным элементам подразделения:

$$\sum_{j=1}^m \rho_{ij} > 1, \quad (5)$$

где по i строкам матрицы $P(\text{Org}^{\text{El}}, \text{Fun}^{\text{El}})$ указаны структурные элементы подразделения, а по j столбцам – функции системы; $\rho_{ij} = 1$ или $\rho_{ij} = 0$ при наличии или отсутствии связи в матричной проекции; m – количество функций системы.

На основе проведенного организационного анализа системы управления рисками ЧС в вузе можно выявить недостатки существующей структуры по управлению рисками в области комплексной безопасности и разработать соответствующие решения по организационным изменениям.

С помощью разработанной организационной модели системы управления рисками ЧС в вузе можно проводить структурно-функциональный анализ различных вариантов построения системы, эффективно распределить исполнителей и ресурсы при обеспечении комплексной безопасности вуза, формировать необходимую организационно-распорядительную документацию системы, ее положения, регламенты и должностные инструкции.

Применение организационной модели системы управления рисками ЧС в вузе позволяет четко регламентировать действия персонала в области обеспечения комплексной безопасности вуза и снизить административные издержки на функционирование риск-менеджеров.

Литература

1. Гончаренко Л.П., Филин С.А. Риск-менеджмент. М.: КноРус, 2007. 216 с.
2. Бартон Т., Шенкир У., Уокер П. Риск-менеджмент. М.: Вильямс, 2008. 208 с.
3. Никонов В. Управление рисками. М.: Альпина Паблишер, 2016. 285 с.
4. Шаптала В.Г., Радоуцкий В.Ю., Ветрова Ю.В. Системы управления рисками чрезвычайных ситуаций: монография. Белгород: ООО «Планета-Полиграф», 2010. 164 с.
5. Радоуцкий В.Ю., Шаптала В.Г., Ветрова Ю.В. Управление комплексной безопасностью высших учебных заведений: монография. Белгород: Изд-во БГТУ, 2013. 128 с.
6. Волкова В.Н., Денисов А.А. Теория систем и системный анализ: учеб. М.: Юрайт, 2017. 464 с.
7. Клименко И.С. Теория систем и системный анализ: учеб. пособие. М.: Российский новый университет, 2014. 264 с.
8. Бурбаки Н. Теория множеств. М.: Либроком, 2010. 458 с.
9. Менеджмент по нотам / под ред. Л.Ю. Григорьева. М.: Альпина Паблишер, 2010. 692 с.

References

1. Goncharenko L.P., Filin S.A. Risk-menedzhment. M.: KnoRus, 2007. 216 s.
2. Barton T., Shenkir U., Uoker P. Risk-menedzhment. M.: Vil'yams, 2008. 208 s.
3. Nikonov V. Upravlenie riskami. M.: Al'pina Pablisher, 2016. 285 s.
4. Shaptala V.G., Radouckij V.Yu., Vetrova Yu.V. Sistemy upravleniya riskami chrezvychajnyh situacij: monografiya. Belgorod: ООО «Planeta-Poligraf», 2010. 164 s.
5. Radouckij V.Yu., Shaptala V.G., Vetrova Yu.V. Upravlenie kompleksnoj bezopasnost'yu vysshih uchebnyh zavedenij: monografiya. Belgorod: Izd-vo BGTU, 2013. 128 s.
6. Volkova V.N., Denisov A.A. Teoriya sistem i sistemnyj analiz: ucheb. M.: Yurajt, 2017. 464 s.
7. Klimenko I.S. Teoriya sistem i sistemnyj analiz: ucheb. posobie. M.: Rossijskij novyj universitet, 2014. 264 s.
8. Burbaki N. Teoriya mnozhestv. M.: Librokom, 2010. 458 s.
9. Menedzhment po notam / pod red. L.Yu. Grigor'eva. M.: Al'pina Pablisher, 2010. 692 s.

МОДЕЛИРОВАНИЕ И АЛГОРИТМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ В СФЕРЕ ПОДГОТОВКИ И РАБОТЫ С КАДРАМИ

**В.А. Онов, кандидат технических наук, доцент.
Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России.**

Н.В. Остудин, кандидат технических наук;

Е.В. Кошелева.

Национальный центр управления в кризисных ситуациях.

К.А. Белкин.

Академия ГПС МЧС России

Представлены результаты исследования в рамках совершенствования профессиональной подготовки сотрудников Национального центра управления в кризисных ситуациях. Проведен соответствующий анализ, позволяющий определить проблематику существующей предметной области, а также разработаны модели и алгоритмы поддержки принятия управленческих решений в сфере подготовки и работы с кадрами. Представлена программная реализация представленного алгоритма.

Ключевые слова: принятие решений, профессиональная подготовка, формализация, алгоритмизация, моделирование, кадровые решения, управление персоналом

MODELING AND ALGORITHMIZATION OF PROCESSES OF SUPPORT OF MANAGERIAL DECISION-MAKING IN TRAINING AND STAFFING

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

N.V. Ostudin; E.V. Kosheleva. National crisis management centre.

K.A. Belkin. Academy of State fire service of EMERCOM of Russia

The article presents the results of the study in the framework of improving the professional training of employees of the NCC. The corresponding analysis, which allows to determine the problems of the existing subject area, as well as the models and algorithms of support of managerial decision-making in the field of training and work with personnel. The software implementation of the presented algorithm is presented.

Keywords: decision-making, professional training, formalization, algorithmization, modeling, personnel decisions, personnel management

Для эффективной организации оперативного управления ликвидацией чрезвычайных ситуаций (ЧС) природного и техногенного характера, реагирования на происшествия, связанные с обеспечением пожарной безопасности, безопасностью людей на водных объектах и защиты населения и территорий от ЧС, организации межведомственного взаимодействия и информирования населения в МЧС России создана система антикризисного управления. Система антикризисного управления МЧС России представляет собой совокупность органов повседневного управления, дежурно-диспетчерских служб, пунктов управления, которые интегрированы с автоматизированной информационно-управляющей системой, системой связи МЧС России и информационно-коммуникационными системами других министерств и ведомств. Основу системы антикризисного управления МЧС России на федеральном уровне составляет Национальный центр управления в кризисных ситуациях (НЦУКС), в состав которого входит большое количество высококвалифицированных кадров.

Актуальным вопросом остаётся повышение уровня профессиональной подготовки личного состава НЦУКС в условиях ограниченного времени и наличия большого количества задач во всех режимах функционирования.

В целях совершенствования системы профессиональной подготовки специалистов НЦУКС, повышения уровня специальных знаний и обеспечения возможности самостоятельного изучения специалистами учебного материала с использованием современных информационных технологий, без отрыва от исполнения должностных (служебных) обязанностей, предлагается разработать «Систему непрерывной профессиональной подготовки специалистов НЦУКС».

Для того чтобы говорить о необходимости совершенствования системы профессиональной подготовки сотрудников НЦУКС, прежде всего, необходимо провести анализ текущего уровня подготовки должностных лиц НЦУКС. Это возможно достичь при помощи аппарата математической статистики. Предлагается провести анализ профессиональной подготовки четырех категорий сотрудников [1, 2]. Для этого возьмём следующих сотрудников (табл. 1).

Таблица 1. Категории оцениваемых сотрудников

№ п/п	Должность	Звание	Выслуга лет
Сотрудник 1	Заместитель начальника центра	полковник	20
Сотрудник 2	Начальник управления	подполковник	16
Сотрудник 3	Начальник отдела	майор	13
Сотрудник 4	Старший специалист	капитан	9

В соответствии с Распоряжением заместителя Министра МЧС России от 5 июля 2017 г. № 324 «О повышении уровня профессиональной подготовки личного состава органов повседневного управления МЧС России» уровень профессиональной подготовки устанавливается следующим образом (табл. 2).

Таблица 2. Критерии оценки

Количество правильных ответов	Оценка
Менее 70 %	2
70–79 %	3
80–94 %	4
95–100 %	5

Для проверки уровня профессиональной подготовки личного состава НЦУКС осуществлялось тестирование должностных лиц каждый месяц в течение года. Тест содержал 20 вопросов. В ходе проверки уровня профессиональной подготовки сотрудников НЦУКС были получены следующие результаты (табл. 3).

Таблица 3. Результаты оценки

Сотрудник 1													
Месяц	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Среднее
Кол-во правильных ответов	18	19	20	17	18	19	18	18	18	19	18	20	18,50
Значение в %	90	95	100	85	90	95	90	90	90	95	90	100	92,50
Оценка	4	5	5	4	4	5	4	4	4	5	4	5	4,42
Сотрудник 2													
Месяц	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Среднее
Кол-во правильных ответов	17	18	16	15	16	20	19	16	18	16	19	20	17,50

Значение в %	85	90	80	75	80	100	95	80	90	80	95	100	87,50
Оценка	4	4	4	3	4	5	5	4	4	4	5	5	4,25
Сотрудник 3													
Месяц	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Среднее
Кол-во правильных ответов	14	16	17	16	15	18	19	20	18	17	19	20	17,42
Значение в %	70	80	85	80	75	90	95	100	90	85	95	100	87,08
Оценка	3	4	4	4	3	4	5	5	4	4	5	5	4,17
Сотрудник 4													
Месяц	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Среднее
Кол-во правильных ответов	16	15	18	17	17	19	18	16	14	13	19	19	16,75
Значение в %	80	75	90	85	85	95	90	80	70	65	95	95	83,75
Оценка	4	3	4	4	4	5	4	4	3	2	5	5	3,92

Полученные данные позволяют сделать выводы об имеющихся отклонениях существующих значений показателей качества от требуемых. Отклонения наблюдаются для всех сотрудников в различной степени (табл. 4).

Таблица 4. Уровни отклонения от требуемых значений

	Сотрудник 1			Сотрудник 2		
	Среднее	Требуемое	Отклонение	Среднее	Требуемое	Отклонение
Кол-во правильных ответов	18,50	19	-0,50	17,50	18	-0,50
Значение в %	92,50	95	-2,50	87,50	90	-2,50
Оценка	4,42	4,54	-0,12	4,25	4,37	-0,12
	Сотрудник 3			Сотрудник 4		
	Среднее	Требуемое	Отклонение	Среднее	Требуемое	Отклонение
Кол-во правильных ответов	17,42	17,5	-0,08	16,75	17	-0,25
Значение в %	87,08	87,5	-0,42	83,75	85	-1,25
Оценка	4,17	4,19	-0,02	3,92	3,98	-0,06

На основе полученных статистических данных строятся соответствующие графики, позволяющие визуально проследить существующие проблемные вопросы:

– рис. 1 отражает относительное значение показателя «среднее количество правильных ответов»;

– рис. 2 отражает отклонение существующего значения показателя «количество правильных ответов» от требуемого для сотрудников 1, 4. Из графика видно, что отклонение для сотрудника 1 не критично, а для сотрудника 4 отклонение превышает допустимый уровень;

– рис. 3 отражает отклонение показателя «существующий средний балл» от показателя «требуемый средний балл» для сотрудников 1 и 4. Отклонение для сотрудника 1 составляет 0,12, а для сотрудника 4 – 0,06;

– рис. 4 позволяет оценить показатель «процент от требуемого значения» для сотрудника 1 на основе построенной линии тренда, дающей возможность оценить прогноз развития существующей проблематики;

– рис. 5 – это попытка показать уровень профессиональной подготовки для всех четырёх сотрудников при помощи сетчатой диаграммы. Из диаграммы видно, что преимущество по уровню профессиональной подготовки у сотрудника 1, далее сотрудник 2, 3 и 4 соответственно.



Рис. 1. Результаты оценки

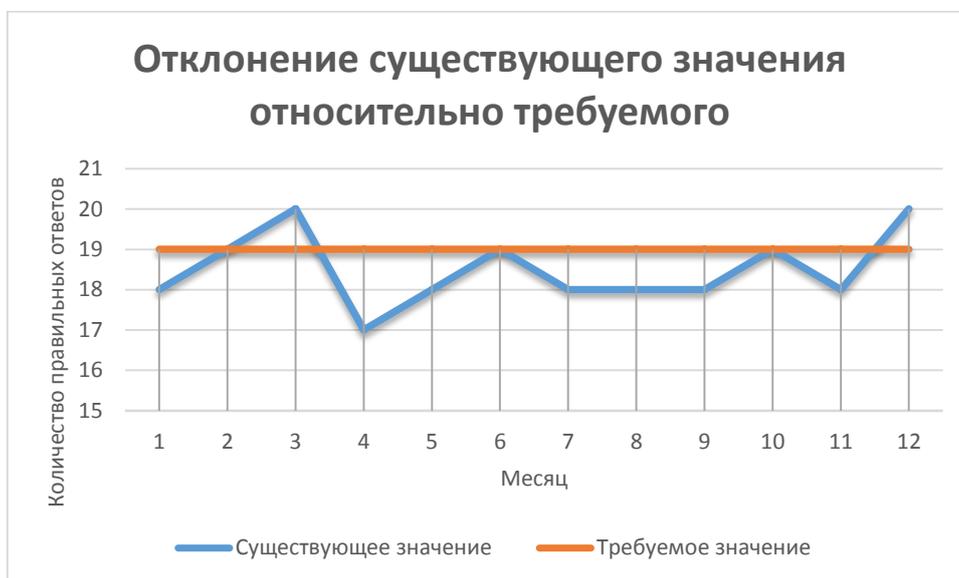


Рис. 2. Показатели отклонения существующего значения

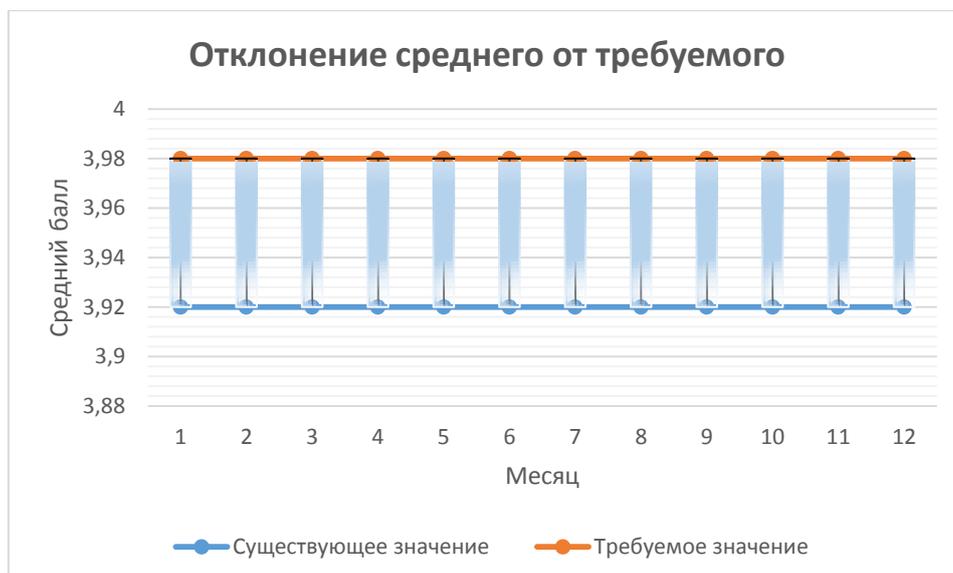


Рис. 3. Показатели отклонения среднего значения

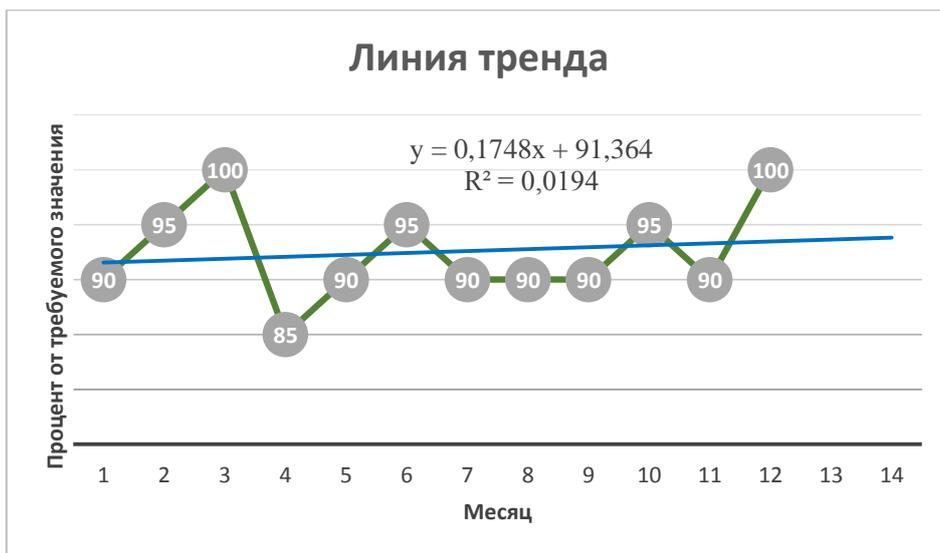


Рис. 4. Линия тренда для требуемого значения



Рис. 5. Сетчатая диаграмма для четырех сотрудников

Далее предлагается, опираясь на основные принципы статистического анализа, произвести расчёты основных показателей (мода, медиана, среднее квадратичное отклонение и т.д.), построить интервальный ряд, графически представить гистограмму и эмпирическую функцию распределения. Всё это предлагается осуществлять на примере сотрудника 4. В связи с этим имеем следующую выборку, представленную в виде дискретной группировки:

Расставим полученные оценки в порядке возрастания и получим следующий ряд:

$$\{13, 14, 15, 16, 16, 17, 17, 18, 18, 19, 19, 19\}$$

Проведем группировку по отдельным значениям признака, то есть по количеству правильных ответов (дискретная группировка) (табл. 5).

Таблица 5. Результаты дискретной группировки

x_i	13	14	15	16	17	18	19	Σ
m_i	1	1	1	2	2	2	3	12
h_i	0,083	0,083	0,083	0,166	0,166	0,166	0,25	1

Диапазон изменения признака (размах выборки) x :

$$R = x_{\max} - x_{\min} = 19 - 13 = 6$$

Количество интервалов k можно взять равным:

$$k = \sqrt{R} = \sqrt{6} \approx 3$$

Ширина интервала:

$$d = \frac{R}{k} = \frac{6}{3} = 2$$

Таблица интервальной группировки будет выглядеть следующим образом (табл. 6).

Таблица 6. Результаты интервальной группировки

Интервалы	13–15	15–17	17–19
m_i	3	4	5
h_i	0,25	0,33	0,41
u_i	14	16	18

Итак, пусть x_1, x_2, \dots, x_n – выборка объема n из генеральной совокупности, имеющей функцию распределения $F(x)$. Числовые характеристики выборки называются выборочными (эмпирическими) числовыми характеристиками. Введем основные числовые характеристики:

Среднее арифметическое:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i = \frac{201}{12} = 16,75$$

Для дискретной группировки:

$$\begin{aligned} \bar{x} &= \frac{1}{n} \sum_{i=1}^K m_i x_i = \sum_{i=1}^K h_i x_i = 1,079 + 1,162 + 1,245 + 2,656 + \\ &+ 2,822 + 2,988 + 4,757 \approx 16,7 \end{aligned}$$

Для интервальной группировки:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^K m_i u_i = \sum_{i=1}^K h_i u_i = 3,5 + 5,28 + 7,38 \approx 16,3$$

где m_i – частота; k – количество интервалов; u_i – середина интервала i .

Выборочная (эмпирическая) дисперсия:

$$S^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 = 2,3.$$

Стандартное (среднее квадратичное) отклонение является корнем из выборочной дисперсии:

$$S = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} = 1,51.$$

Коэффициент вариации:

$$\widehat{M}_e = \begin{cases} x_{k+1}, n = 2k + 1 \\ \frac{x_k + x_{k+1}}{2}, n = 2k \end{cases};$$

$$V = \frac{S}{x} = 0,09.$$

Выборочная мода:

$$\widehat{M}_0 = t_{k-1} + d \frac{m_k - m_{k-1}}{2m_k - m_{k-1} - m_{k+1}} = 17 + 2 \frac{5-4}{10-4} = 17,33.$$

Выборочная медиана:

$$\widehat{M}_e = \begin{cases} x_{k+1}, n = 2k + 1 \\ \frac{x_k + x_{k+1}}{2}, n = 2k \end{cases}.$$

Медиану оценивают с помощью следующей интерполяционной формулы:

$$\widehat{M}_e = t_{s-1} + d \left(\frac{\frac{n}{2} - \sum_{i<s} m_i}{m_s} \right) = 15 + 2 \left(\frac{4-3}{12-4-5} \right) = 15,375.$$

Следующим шагом будет построение гистограммы, полигона частот и эмпирической функции распределения (рис. 6). Построим таблицы для вспомогательных данных (табл. 7).

Таблица 7. Вспомогательные данные для гистограммы

Номер интервала	Границы	m_i	h_i	$\sum_{j=1}^i h_j$	u_i
1	13–15	3	0,25	0,25	14
2	15–17	4	0,33	0,58	16
3	17–19	5	0,41	1	17

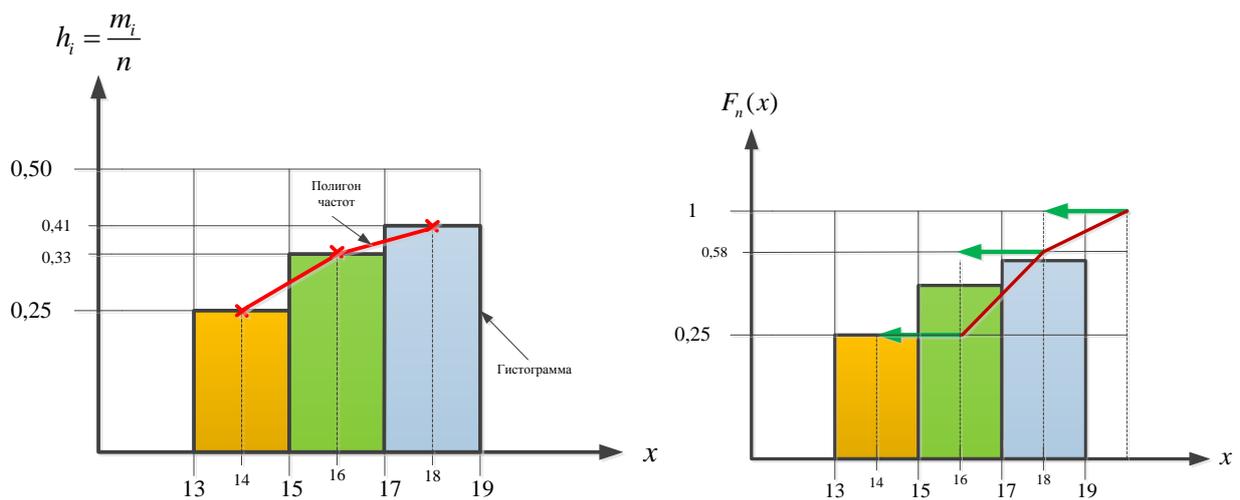


Рис. 6. Гистограмма и полигон частот, эмпирическая функция распределения

По эмпирической функции распределения можно оценить, например, вероятность того, что сотрудник 4 ответит правильно на 16 вопросов:

$$P\{T < 16\} = 0,58$$

На рис. 7 представлена концептуальная модель системы оценки и профессиональной подготовки сотрудников НЦУКС.

На модели видно, какая информация циркулирует в контуре управления, отражено взаимодействие объектов управления с управляющим органом, представлены лица, принимающие решение по вопросам работы с личным составом.

Концептуальная модель служит связующим звеном между множеством понятий, функций и элементов системы и алгоритмизацией систем профессиональной подготовки и оценки сотрудников НЦУКС [3].

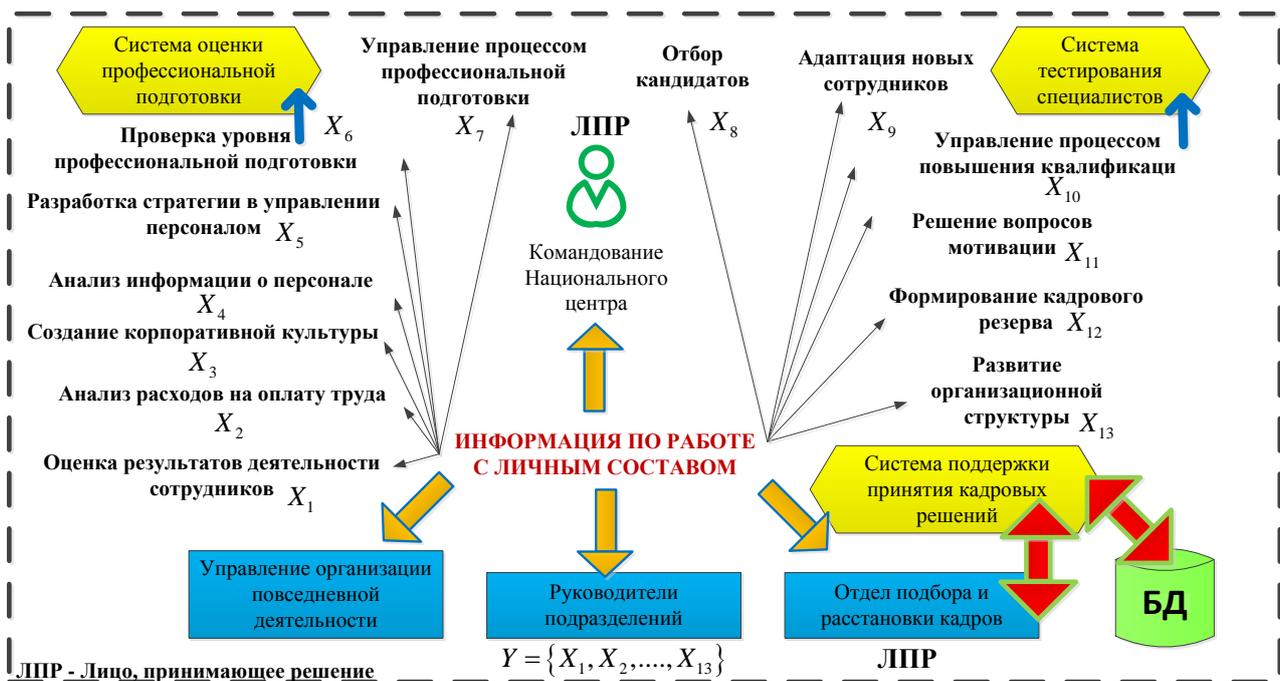


Рис. 7. Концептуальная модель системы (БД – база данных)

В статье предложен модифицированный алгоритм поддержки принятия кадровых решений (рис. 8), включающий в себя элементы дистанционных образовательных технологий, позволяющих осуществлять профессиональную подготовку сотрудников НЦУКС без отрыва от служебной деятельности. Такая подготовка предполагает, что специалист оперативно-диспетчерской службы осуществляет свою профессиональную подготовку в свободное от несения оперативного дежурства время на автоматизированном рабочем месте.

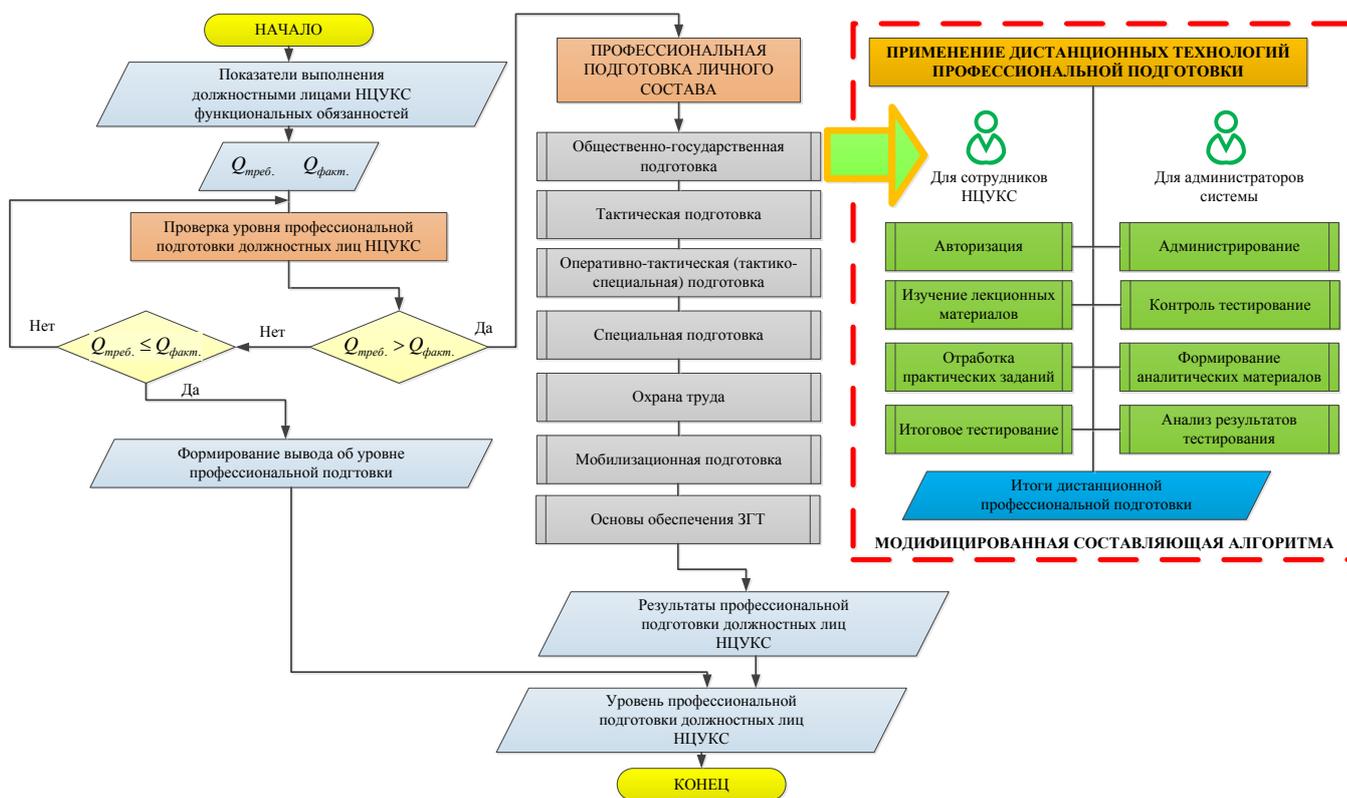


Рис. 8. Модифицированный алгоритм (ЗГТ – защита государственной тайны)

Реализация представленной модели и алгоритма позволила получить «Систему непрерывной профессиональной подготовки специалистов НЦУКС», позволяющую осуществлять профессиональную подготовку без отрыва от выполнения служебных обязанностей и осуществлять оценку полученного уровня подготовки через интерфейс системы (рис. 9).

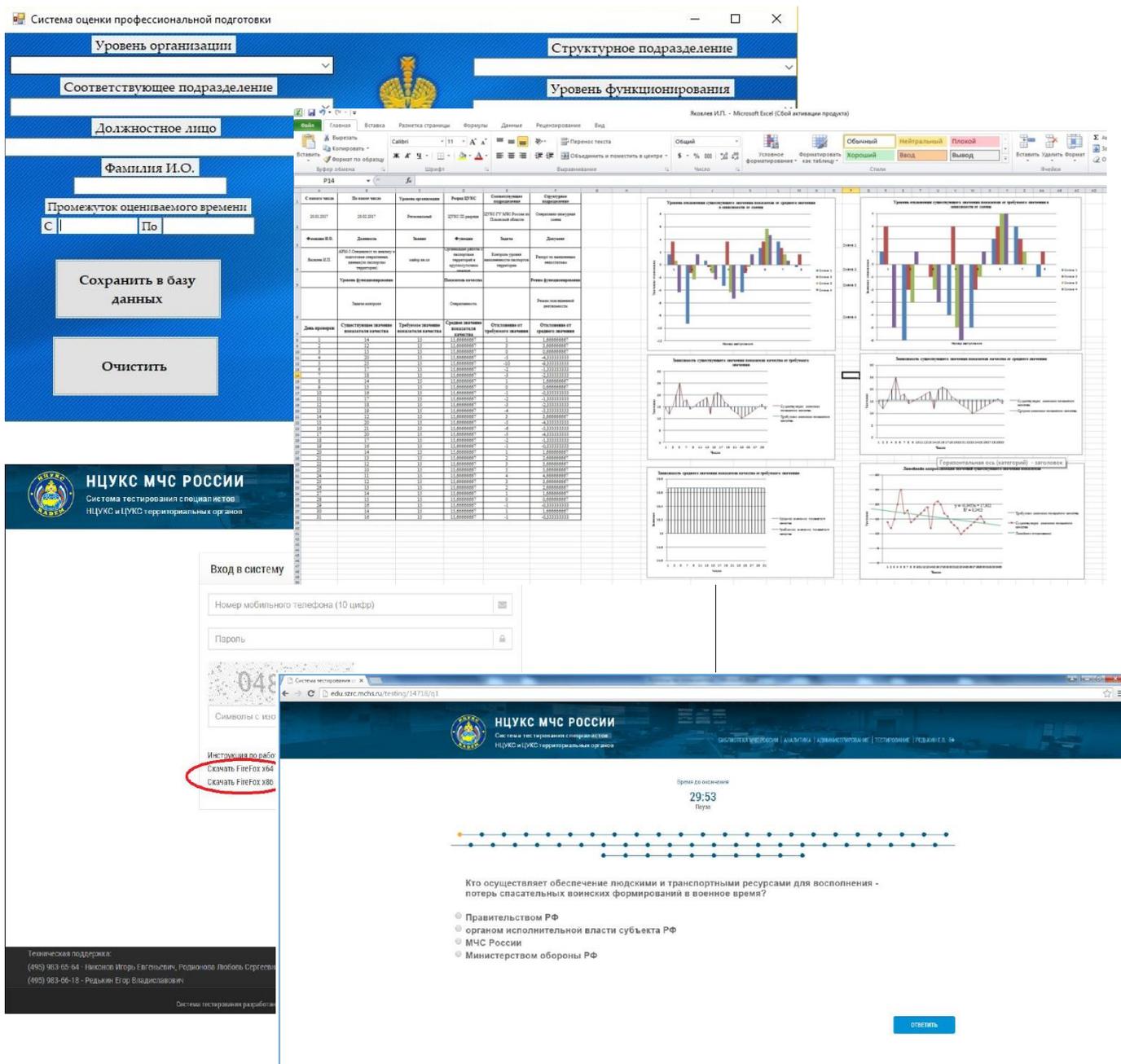


Рис. 9. Интерфейс системы

Литература

1. Антюхов В.И. Системный анализ и принятие решений / под ред. В.С. Артамонова. СПб.: С.-Петербург. ун-т ГПС МЧС России, 2009. 398 с.
2. Антюхов В.И., Остудин Н.В. Методика выявления и анализа проблемных вопросов в деятельности должностных лиц центров управления в кризисных ситуациях МЧС России // Науч.-аналит. журн. «Вестник С.-Петерб. ун-та ГПС МЧС России». 2016. № 1. С. 97–106.
3. Остудин Н.В. Интеллектуальная поддержка должностных лиц центров управления в кризисных ситуациях МЧС России при решении задач обеспечения безопасности на транспорте // Транспорт России: проблемы и перспективы – 2015: материалы Юбилейной междунар. науч.-практ. конф. 2015. С. 227–231.

References

1. Antyukhov V.I. System analysis and decision-making / edited by V.S. Artamonov. SPb.: St. Petersburg. university of State fire service of EMERCOM of Russia, 2009. 398 p.

2. Antyukhov V.I., Ostudin N.V. Methods of identification and analysis of problematic issues in the activities of officials of control centers in crisis situations of EMERCOM of Russia // Nauch.-analyt. journ. «Vestnik S.-Peterb. university of State fire service of EMERCOM of Russia». 2016. No. 1. P. 97–106.

3. Ostudin N.V. Intellectual support of officials of control centers in crisis situations of EMERCOM of Russia in solving problems of transport security // Transport of Russia: problems and prospects – 2015: materials Anniversary international. scientific.- prakt. conf. 2015. C. 227–231.

МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМ ОПОВЕЩЕНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ ЭВАКУАЦИЕЙ ЛЮДЕЙ ПРИ ПОЖАРЕ В МЕСТАХ С МАССОВЫМ ПРЕБЫВАНИЕМ ЛЮДЕЙ

В.Н. Виноградов, кандидат технических наук, доцент;

А.В. Домничева.

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

Кратко представлены нормативные требования к системам оповещения и управления эвакуацией людей при пожарах, рассмотрены пути их совершенствования, намечены перспективы развития. Отмечены особенности устройства систем оповещения и управления эвакуацией людей при пожарах в местах с массовым пребыванием людей. Кратко рассмотрены системы обнаружения пожара, виды пожарных извещателей.

Ключевые слова: система, оповещение, пожар, эвакуация, нормативные документы, подача световых, звуковых, речевых, сигналов, аварийное освещение, звуковой указатель, выход, пожарный

METHODS OF INCREASING THE EFFICIENCY OF WARNING SYSTEMS AND EVACUATION MANAGEMENT OF PEOPLE DURING FIRE IN PLACES WITH MASS STAY OF PEOPLE

V.N. Vinogradov; A.V. Domnicheva.

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

The normative requirements to the systems of warning and management of evacuation of people in case of fires are briefly presented, the ways of their improvement are considered, the prospects of development are outlined. Features of the device of the systems of warning and management of evacuation of people in case of fires in places with mass stay of people are noted. Fire detection systems, types of fire detectors are briefly considered.

Keywords: system, warning, fire, evacuation, regulations, supply, light, sound, speech, signals, emergency lighting, sound indicator, exit, fireman

Система оповещения о пожаре и управления эвакуацией – комплекс организационных мероприятий и технических средств, предназначенный для своевременного сообщения людям информации о возникновении пожара, порядке и путях эвакуации.

Нормативные требования к системам оповещения и управления эвакуацией людей на пожаре (СОУЭ) подробно изложены в ст. 84 Федерального закона от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» [1].

Согласно положениям закона основные требования следующие:

1. Оповещение людей о пожаре, управление эвакуацией людей и обеспечение их безопасной эвакуации при пожаре в зданиях и сооружениях должны осуществляться одним из следующих способов или комбинацией следующих способов:

– подача световых, звуковых и (или) речевых сигналов во все помещения с постоянным или временным пребыванием людей;

– трансляция специально разработанных текстов о необходимости эвакуации, путях эвакуации, направлении движения и других действиях, обеспечивающих безопасность людей и предотвращение паники при пожаре;

- размещение и обеспечение освещения знаков пожарной безопасности на путях эвакуации в течение нормативного времени;
- включение эвакуационного (аварийного) освещения;
- дистанционное открывание запоров дверей эвакуационных выходов;
- обеспечение связью пожарного поста (диспетчерской) с зонами оповещения людей о пожаре;
- иные способы, обеспечивающие эвакуацию.

2. Информация, передаваемая системами оповещения людей о пожаре и управления эвакуацией людей, должна соответствовать информации, содержащейся в разработанных и размещенных на каждом этаже зданий и сооружений планах эвакуации людей.

3. Пожарные оповещатели, устанавливаемые на объекте, должны обеспечивать однозначное информирование людей о пожаре в течение времени эвакуации, а также выдачу дополнительной информации, отсутствие которой может привести к снижению уровня безопасности людей.

4. В любой точке защищаемого объекта, где требуется оповещение людей о пожаре, уровень громкости, формируемый звуковыми и речевыми оповещателями, должен быть выше допустимого уровня шума. Речевые оповещатели должны быть расположены таким образом, чтобы в любой точке защищаемого объекта, где требуется оповещение людей о пожаре, обеспечивалась разборчивость передаваемой речевой информации. Световые оповещатели должны обеспечивать контрастное восприятие информации в диапазоне, характерном для защищаемого объекта.

5. При разделении здания и сооружения на зоны оповещения людей о пожаре должна быть разработана специальная очередность оповещения о пожаре людей, находящихся в различных помещениях здания и сооружения.

6. Размеры зон оповещения, специальная очередность оповещения людей о пожаре и время начала оповещения людей о пожаре в отдельных зонах должны быть определены исходя из условия обеспечения безопасной эвакуации людей при пожаре.

7. Системы оповещения людей о пожаре и управления эвакуацией людей должны функционировать в течение времени, необходимого для завершения эвакуации людей из здания, сооружения.

8. Технические средства, используемые для оповещения людей о пожаре и управления эвакуацией людей из здания, сооружения при пожаре, должны быть разработаны с учетом состояния здоровья и возраста эвакуируемых людей.

9. Звуковые сигналы оповещения людей о пожаре должны отличаться по тональности от звуковых сигналов другого назначения.

10. Звуковые и речевые устройства оповещения людей о пожаре не должны иметь разъемных устройств, возможности регулировки уровня громкости и должны быть подключены к электрической сети, а также к другим средствам связи. Коммуникации систем оповещения людей о пожаре и управления эвакуацией людей допускается совмещать с радиотрансляционной сетью здания, сооружения.

11. Системы оповещения людей о пожаре и управления эвакуацией людей должны быть оборудованы источниками бесперебойного электропитания.

12. Здания организаций социального обслуживания, предоставляющих социальные услуги в стационарной форме, медицинских организаций, оказывающих медицинскую помощь в стационарных условиях, с учетом индивидуальных способностей людей к восприятию сигналов оповещения, должны быть дополнительно оборудованы (оснащены) системами (средствами) оповещения о пожаре, в том числе с использованием персональных устройств со световым, звуковым и вибрационным сигналом оповещения. Такие системы (средства) оповещения должны обеспечивать информирование соответствующих работников организации о передаче сигнала оповещения и подтверждение его получения каждым оповещаемым.

Здания при необходимости должны разделяться на зоны пожарного оповещения.

Должна осуществляться обратная связь зон оповещения с помещением пожарного поста диспетчерской.

Должна быть возможность реализации нескольких вариантов организации эвакуации из каждой зоны оповещения.

Нормами предусмотрено пять типов СОУЭ в зависимости от способа оповещения, деления здания на зоны оповещения и других характеристик, приведенных в таблице.

Таблица

Характеристика СОУЭ	Наличие указанных характеристик у различных типов СОУЭ				
	1	2	3	4	5
1. Способы оповещения:					
– звуковой (сирена, тонированный сигнал и др.)	+	+	*	*	*
– речевой (передача специальных текстов)	–	–	+	+	+
Световой:					
а) световые мигающие указатели	*	*	*	*	*
б) световые оповещатели «Выход»	*	+	+	+	+
в) статические указатели направления движения	–	*	*	+	*
г) динамические указатели направления движения	–	–	–	*	+
2. Разделение здания на зоны пожарного оповещения	–	–	*	+	+
3. Обратная связь зон оповещения с помещением пожарного поста-диспетчерской	–	–	*	+	+
4. Возможность реализации нескольких вариантов организации эвакуации из каждой зоны оповещения	–	–	–	*	+
5. Координированное управление из одного пожарного поста-диспетчерской всеми системами здания, связанными с обеспечением безопасности людей при пожаре	–	–	–	–	+

Примечания: 1. + требуется; * допускается; – не требуется; 2. Допускается использование звукового способа оповещения для СОУЭ 3–5 типов в отдельных зонах оповещения; 3. В зданиях, где находятся (работают, проживают, проводят досуг) глухие и слабослышащие люди, требуется использование световых или световых мигающих оповещателей; 4. СОУЭ 3–5 типов относятся к автоматизированным системам

Нормы требуют тот или иной тип оповещения, в зависимости от конструктивных особенностей зданий, количества людей в помещениях и технологических процессов.

Предусматривается координированное управление из одного пожарного поста-диспетчерской всеми системами здания, связанными с обеспечением безопасности людей при пожаре [1–3].

Практика применения СОУЭ в реальной обстановке показала, что СОУЭ требует дополнительного совершенствования для конкретных объектов защиты, в частности, для помещений с массовым пребыванием людей.

Исследования некоторых ученых позволили разработать методику применения звуковых указателей выхода, которые показали высокую эффективность при эвакуации из зданий и помещений с массовым пребыванием людей (например, звукового указателя выхода ExitPoint фирмы System Sensor) [4].

Эффективность применения звукового указателя такого типа обусловлена тем, что в условиях задымления он позволяет людям легче ориентироваться при эвакуации. Эффект успешной и быстрой эвакуации достигается изменением частоты излучения шумовых отрезков: низкая частота – выход из внутренних помещений здания, средние частоты – выход из средних помещений, высокая частота – выход из здания.

Применение таких указателей целесообразно при проектировании системы оповещения и управления эвакуацией на крупном объекте с массовым пребыванием людей.

Система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре должна быть выстроена таким образом, чтобы обеспечить выполнение плана эвакуации.

План эвакуации (рис. 1) – это разработанный в соответствии с ГОСТ Р 12.2.143–2009 [5] маршрут движения людей в сторону выходов из здания, применяемый при возникновении опасной ситуации (например, пожара). Наличие подобной карты является обязательным для учреждений всех уровней.

Последнее время стали внедряться фотолюминесцентные планы эвакуации. Они отличаются от обычных свечением в темноте и практически полной автономностью.

Стандартная длительность послесвечения таких планов эвакуации – 24 ч. Этим термином называют период времени без воздействия источников освещения. Минимальная яркость свечения при отключении или отсутствии любых источников света после 10 мин – 200 мкд/м², после 60 мин – 25 мкд/м². Минимальная длительность послесвечения – 1 440 мин. Цвет послесвечения бело-желтый либо белый.

Материалы для таких планов эвакуации должны отвечать определенным требованиям. Фотолюминесцентная пленка должна быть негорючей, ровной, без дефектов, должна быть безопасной для человека, соответствовать санитарно-гигиеническим нормам. Исключается выделение газов или вредных веществ в процессе эксплуатации [6].

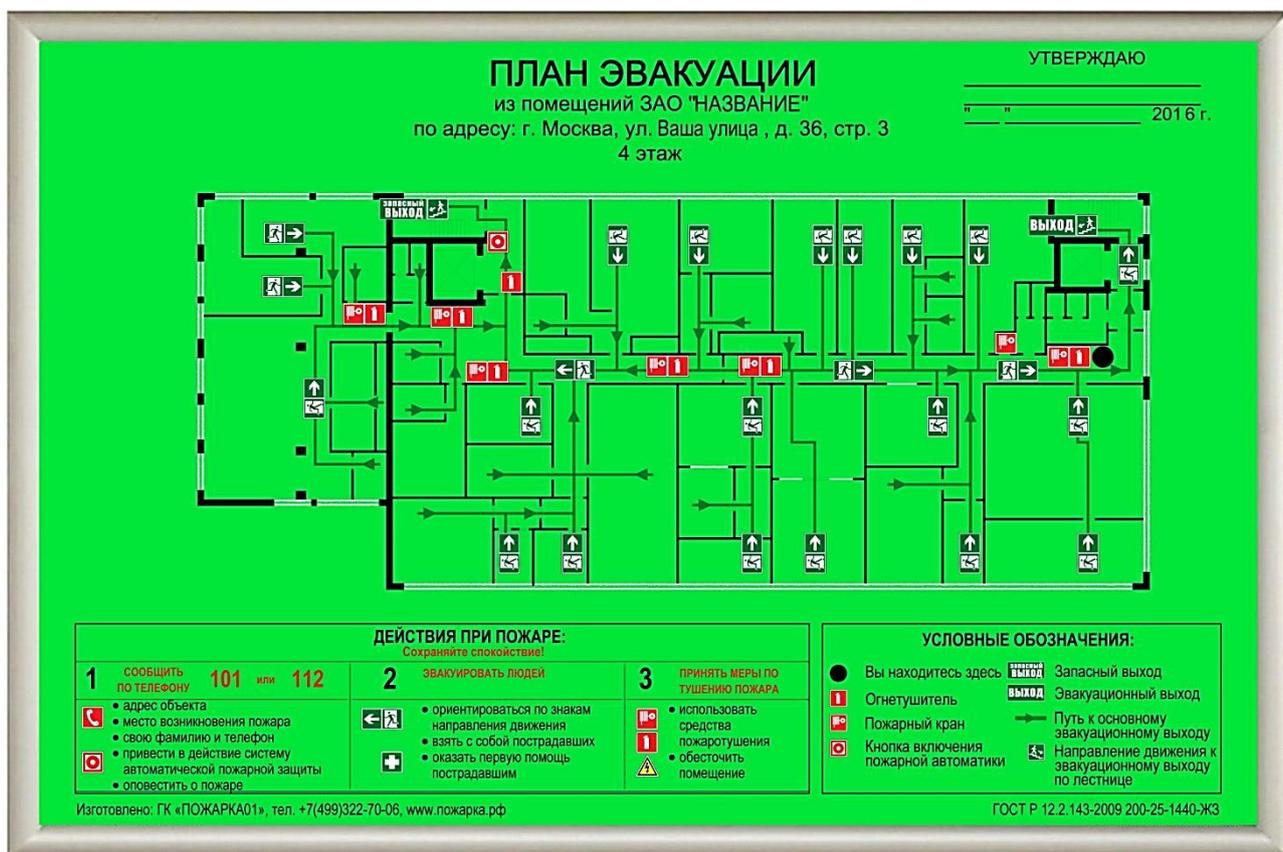


Рис. 1. План эвакуации в фотолюминесцентном исполнении

При проектировании СОУЭ должна быть объединена с системой оповещения гражданской обороны. Она должна включаться от командного импульса, формируемого автоматической установкой пожарной сигнализации или пожаротушения. Поскольку СОУЭ должны быть оборудованы источниками бесперебойного электропитания, они должны иметь независимый, аварийный источник электропитания, что и позволит СОУЭ функционировать бесперебойно. Это достигается устройством дополнительного (второго) ввода

электрического кабеля в защищаемое здание. При выходе из строя при пожаре в здании электрической сети второй (аварийный) ввод позволит успешно провести эвакуацию людей.

В настоящее время получает развитие метод совершенствования управления процессом оповещения населения с использованием систем отображения информации (СОИ) [7].

СОИ – совокупность технических средств, обеспечивающих представление данных для людей-операторов, а также подачу операторами команд при контроле и управлении.

Применение СОИ для управления оповещением населения и служащих предприятий впервые описано в работе В.Г. Крылова «Совершенствование управления процессом оповещения населения с использованием систем отображения информации». Им разработаны математические методы и модели для совершенствования управления процессом оповещения населения с использованием СОИ, определены перспективные системы для оповещения населения с использованием различных типов СОИ:

- для городской среды рекомендуются использовать СОИ с размером изображения более 2 м высотой и 3 м шириной на основе светодиодных технологий;

- для закрытых небольших общественных помещений (залы до 10 чел.) рекомендуется использовать СОИ с размером изображения от 40 до 83 дюймов (1,20 м) по диагонали на основе плазменных технологий;

- для закрытых ограниченных пространств (залов или переходов до 50 чел. и более) рекомендуется использовать СОИ с размером изображения от 83 до 200 дюймов (до 3 м).

Мировой опыт эксплуатации СОИ говорит о том, что они становятся одним из ключевых компонентов оповещения о чрезвычайной ситуации и пожарах.



Рис. 2. Диспетчерский центр управления процессом оповещения

Известно, что СОУЭ чаще всего заблокирована с пожарной сигнализацией и включается при срабатывании датчиков пожарной сигнализации. Эффективность пожарных извещателей, время их срабатывания существенно влияет на эвакуацию людей, на функционирование СОУЭ.

Существует несколько разновидностей таких датчиков, которые имеют различные принципы работы – обнаружения пожара:

- тепловые датчики, срабатывают, если в помещении резко повышается температура, могут применяться практически во всех помещениях;

- дымовые датчики, срабатывают на выделение дыма в начальной стадии пожара;

– датчики пламени, реагируют на появление открытого пламени или тлеющего очага пожара.

– аспирационные пожарные датчики, реагируют на газы, которые появляются в процессе горения или тления. Основными такими газами являются угарный и углекислый;

– комбинированные датчики, могут включать в себя одновременно датчики тепла, пламени, дыма. Наибольшее распространение получила комбинация дымового и теплового датчиков, так как она позволяет более точно определять возгорание от различных источников пожара;

– ручные датчики, устанавливаются, как правило, на путях эвакуации, входах и выходах из помещения, на стенах на высоте 1,5 м. Они не должны располагаться более чем на 50 м друг от друга [8].

В настоящее время все большее применение стали находить пожарные извещатели линейного типа благодаря своей сравнительно невысокой стоимости, удобству в установке, и, самое главное, бесперебойной, качественной работе.

Различают два вида таких извещателей: линейный тепловой и линейный дымовой.

Линейный тепловой вид пожарного извещателя представляет собой термокабель с небольшим сечением, который располагается на потолке помещения. Внутри кабеля находится разорванная цепь контактов, замыкающаяся при воздействии на нее горячего воздуха.

Сигнал о пожаре передается на пульт слежения (СОИ), где устанавливается точное место очага. Включение сигнализации происходит от нагрева воздуха до 50 °С.

Линейные дымовые пожарные извещатели – это приборы, обнаруживающие возгорание посредством анализа чистоты и плотности воздуха. Если в воздушном пространстве появляются дымовые частицы, включается сигнализация и срабатывает СОУЭ.

Следует отметить, что развитие производства и технологий требует создания эффективных технических средств пожарной сигнализации и управления. В связи с этим необходимо совершенствование систем обнаружения пожара, а также оповещения и управления эвакуацией людей, особенно в местах с массовым пребыванием людей.

Совершенствование систем должно проходить по следующим направлениям:

1. Необходимо создать специализированную аппаратуру для обнаружения пожара, ориентированную на нужды отраслей промышленности с взрывоопасным производством, повышенным уровнем электромагнитных помех, наличием агрессивных сред;

2. Организовать производство перспективных технических средств, выпуск которых в недостаточной мере освоен отечественной промышленностью. К ним относятся:

– линейные дымовые пожарные извещатели;

– линейные тепловые пожарные извещатели на основе распределенных чувствительных элементов;

– извещатели пламени с высокой помехоустойчивостью;

– аналогово-цифровые пожарные извещатели;

– извещатели, обеспечивающие контроль функционирования (самодиагностируемые);

– аппаратура, реализующая имитацию опасных факторов пожара для проверки работоспособности пожарных извещателей.

3. Создать и освоить технические средства, ранее не выпускавшиеся в России, в их числе:

– термокабели на основе витой подпружиненной пары;

– тепловые ультразвуковые линейные извещатели;

– аспирационные извещатели;

– термобарометрические извещатели;

– аппаратура на основе методов отбора проб воздуха;

– ионизационные дымовые извещатели безрадиационного типа.

4. Провести поисковые работы и создать технические средства на основе новых методов обнаружения загораний и использования новых и ранее не применявшихся в России сенсоров, в их числе:

- линейные аспирационные извещатели, построенные на принципе спектрального анализа газов, выделяемых при пожаре;
- сканирующие извещатели пламени;
- извещатели на основе акусто-эмиссионного метода;
- извещатели тепла на основе термокрасок и пленок;
- полупроводниковые термокабели;
- извещатели на основе систем технического зрения.

5. Создать технические средства контроля и управления на основе прогрессивных технологий с использованием:

- вычислительных средств, микропроцессорной техники, промышленных контроллеров;
- выносных (периферийных) адресных модулей, устанавливаемых в непосредственной близости от объекта управления;
- кольцевых и комбинированных шлейфов пожарной сигнализации;
- иерархических структур с развитыми устройствами межуровневой связи;
- устройств документирования информации.

6. Создать комплекс технических средств управления работой систем противодымной защиты, оповещения и управления эвакуацией на основе аппаратно-программных средств, аппаратуры с высокой контроле- и ремонтпригодностью, программируемой и конфигурируемой аппаратуры, адаптируемой к структуре и условиям конкретного объекта, позволяющей обеспечить выполнение различных целевых задач.

7. Наладить производство технических средств для организации проводных и беспроводных коммуникаций на основе сформировавшихся прогрессивных технологий.

К основным направлениям совершенствования коммуникаций систем безопасности относится развитие технических средств, реализующих возможности:

- существующих проводных электрических и оптических коммуникаций передачи информации;
- перспективных технологий проводной передачи информации, адаптированных для систем безопасности, в частности DSL (Digital Subscriber Line), MicroLAN;
- беспроводной передачи информации как по выделенным, так и по встроенным каналам, в том числе в радиодиапазоне, в инфракрасном и ультразвуковом диапазонах [9].

Реализация представленных в статье направлений совершенствования систем обнаружения пожара, оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре позволит существенно улучшить СОУЭ для зданий и помещений в местах с массовым пребыванием людей.

Литература

1. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности: Федер. закон Рос. Федерации от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

2. СП 3.13130.2009. Системы противопожарной защиты. Система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре. Требования пожарной безопасности: (утв. и введен в действие Приказом МЧС России от 25 марта 2009 г. № 173). Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

3. Проектирование систем оповещения людей о пожаре в зданиях и сооружениях (НПБ 104-03). (утв. Приказом МЧС России от 20 июня 2003 г. № 323). Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

4. Членов А.Н., Орлов П.А., Шакирова А.Ф. Экспериментальное исследование звукового указателя пожарного выхода // Интернет-журнал «Технологии техносферной безопасности». 2009. № 4.

5. ГОСТ Р 12.2.143–2009. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Системы фотолюминесцентные эвакуационные. Требования и методы контроля // ЭЛЕКТРОННЫЙ ФОНД правовой и нормативно-технической документации. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200073038> (дата обращения: 12.04.2019).

6. Правила использования фотолюминесцентных планов эвакуации. URL: <https://protivpzhara.com/obustrojstvo/shema/fotoluminescentnye-plany-evakuacii> (дата обращения: 12.04.2019).

7. Крылов В.Г. Совершенствование управления процессом оповещения населения с использованием систем отображения информации. URL: <https://www.dissercat.com/content/sovershenstvovanie-upravleniya-protsessom-opoveshcheniya-naseleniya-s-ispolzovaniem-sistem-o> (дата обращения: 12.04.2019).

8. Датчики пожарной сигнализации. URL: <https://azbsec.ru/articles/pozharnaya-signalizaciya/datchiki-pozharnoy-signalizacii.html> (дата обращения: 12.04.2019).

9. Создание эффективных технических средств пожарной сигнализации и управления. URL: <http://www.tempero.ru/articles/conception/> (дата обращения: 12.04.2019).

References

1. Tekhnicheskij reglament o trebovaniyah pozharnoj bezopasnosti: Feder. zakon Ros. Federacii ot 22 iyulya 2008 g. № 123-FZ. Dostup iz sprav.-pravovoj sistemy «Konsul'tantPlyus».

2. SP 3.13130.2009. Sistemy protivopozharnoj zashchity. Sistema opoveshcheniya i upravleniya ehvakuaciej lyudej pri pozhare. Trebovaniya pozharnoj bezopasnosti: (utv. i vveden v dejstvie Prikazom MCHS Rossii ot 25 marta 2009 g. № 173). Dostup iz sprav.-pravovoj sistemy «Konsul'tantPlyus».

3. Proektirovanie sistem opoveshcheniya lyudej o pozhare v zdaniyah i sooruzheniyah (NPB 104-03). (utv. Prikazom MCHS Rossii ot 20 iyunya 2003 g. № 323). Dostup iz sprav.-pravovoj sistemy «Konsul'tantPlyus».

4. Chlenov A.N., Orlov P.A., Shakirova A.F. Ehksperimental'noe issledovanie zvukovogo ukazatelya pozharnogo vyhoda // Internet-zhurnal «Tekhnologii tekhnosfernoj bezopasnosti». 2009. № 4.

5. GOST R 12.2.143–2009. Sistema standartov bezopasnosti truda (SSBT). Sistemy fotolyuminescentnye ehvakuacionnye. Trebovaniya i metody kontrolya // EHLEKTRONNYJ FOND pravovoj i normativno-tekhnicheskoy dokumentacii. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200073038> (data obrashcheniya: 12.04.2019).

6. Pravila ispol'zovaniya fotolyuminescentnyh planov ehvakuacii. URL: <https://protivpzhara.com/obustrojstvo/shema/fotoluminescentnye-plany-evakuacii> (data obrashcheniya: 12.04.2019).

7. Krylov V.G. Sovershenstvovanie upravleniya processom opoveshcheniya naseleniya s ispol'zovaniem sistem otobrazheniya informacii. URL: <https://www.dissercat.com/content/sovershenstvovanie-upravleniya-protsessom-opoveshcheniya-naseleniya-s-ispolzovaniem-sistem-o> (data obrashcheniya: 12.04.2019).

8. Datchiki pozharnoj signalizacii. URL: <https://azbsec.ru/articles/pozharnaya-signalizaciya/datchiki-pozharnoy-signalizacii.html> (data obrashcheniya: 12.04.2019).

9. Sozdanie ehffektivnyh tekhnicheskikh sredstv pozharnoj signalizacii i upravleniya. URL: <http://www.tempero.ru/articles/conception/> (data obrashcheniya: 12.04.2019).

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ПАРООБРАЗОВАНИЯ МОДИФИЦИРОВАННЫХ НЕФТЕПРОДУКТОВ В УСЛОВИЯХ СТАБИЛИЗАЦИИ УГЛЕРОДНЫХ НАНОСТРУКТУР

А.А. Мифтахутдинова;

**А.А. Таранцев, доктор технических наук, профессор,
заслуженный работник высшей школы Российской Федерации;**

**Г.К. Ивахнюк, доктор химических наук, профессор.
Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России**

Представлены результаты исследований по оценке влияния условий стабилизации углеродных наноструктур на интенсивность испарения модифицированных нефтепродуктов методом регрессионного анализа.

Ключевые слова: интенсивность испарения, нефтепродукты, переменный частотно-модулированный сигнал, регрессионный анализ

MODELING OF THE EVAPORATION CONTROL OF MODIFIED OIL PRODUCTS BY STABILIZING CARBON NANOSTRUCTURES

A.A. Miftakhutdinova; A.A. Tarantsev; G.K. Ivakhnyuk.
Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia

The results of studies assessing the influence of stabilization conditions of carbon nanostructures on the rate of evaporation of modified petroleum products by the method of regression analysis are presented.

Keywords: evaporation rate, petroleum products, variable frequency-modulated signal, regression analysis

Пожароопасные жидкости, обращающиеся в технологическом процессе, являются основным фактором возникновения пожароопасной ситуации на предприятии. Согласно ГОСТ Р 12.3.047–2012, физико-химические свойства пожароопасных жидкостей определяют пожаровзрывоопасные параметры технологического процесса и обуславливают тем самым категории взрывопожарной и пожарной опасности помещений и зданий [1].

Существующие мероприятия снижения пожарной опасности технологических процессов и производств (ограничение разлива легковоспламеняющихся и горючих жидкостей, уменьшение интенсивности испарения, снижение электризации и т.д.) имеют технологические пределы. Ряд технологических ограничений влечет за собой снижение уровня пожаровзрывобезопасности технологического процесса, безопасности работы персонала, а так же материальный ущерб, в связи с отсутствием достаточного уровня контроля за соблюдением требований пожарной безопасности.

В этой связи возникает проблема обеспечения взрывопожарной и пожарной безопасности объектов нефтегазовой отрасли (насосные станции, трубопроводные системы, сливо-наливные эстакады и т.п.), а также аналогичных объектов других отраслей народного хозяйства. Эта проблема может быть решена, в частности, применением наноструктур в качестве специальных присадок к обращающимся в технологических процессах легковоспламеняющимся и горючим жидкостям.

Проведен ряд экспериментальных исследований, которые отражают возможность применения углеродных наноструктур в качестве присадок в целях снижения пожарной опасности процессов хранения, транспортировки и перекачки пожаровзрывоопасных жидкостей [2–4]. Однако улучшенные характеристики наножидкостей сохраняются

в течение малого времени. Данное явление обусловлено агрегацией наночастиц и их дальнейшим оседанием.

Таким образом, возникает необходимость применения дополнительных способов и/или методов стабилизации наночастиц в системе жидкостей. В работе [2] определены условия стабилизации наноструктур. Исследование отражает снижение электрической проводимости и интенсивность испарения веществ, что связано с более медленной агрегацией наночастиц во времени, изменение надмолекулярной структуры жидкостей при электрофизическом воздействии с помощью переменного частотно-модулированного сигнала (ПЧМС). Следовательно, необходимо провести оценку воздействующих факторов на стабильность наноструктур в системе нефтепродуктов для определения оптимальных параметров стабилизации.

В работе [5] проведена оценка влияющих факторов на процессы электризации жидких углеводородов, подготовленных в условиях стабилизации углеродных наноструктур, в ходе которой посредством нейросетевого моделирования выявлено, что факторами электризации жидких углеводородов при стабилизации наноструктур являются: добротность наночастиц, концентрация наночастиц в жидкостях, коэффициент динамической вязкости базовых жидкостей, коэффициент поверхностного натяжения наножидкости, диэлектрическая проницаемость наножидкости.

С целью проведения оценки влияния входных факторов (ВФ) – $X_1 \div X_{15}$, (табл. 1.) на выходной параметр (ВП) – интенсивность испарения модифицированных углеродными наноструктурами нефтепродуктов проводились испытания с воспроизведением 100 ($N=100$) различных сочетания ВФ. Для достижения максимальной объективности результатов анализа эксперименты проводились пятикратно.

В исследовании использовались нефтепродукты – этанол (ГОСТ 18300–87), о-ксилол (ГОСТ 9410–78), керосин авиационный марки ТС-1 (ГОСТ 10227–86), бензин марки АИ-95 (ГОСТ 32513–2013), модифицированные углеродными наноструктурами, содержащие многослойные углеродные нанотрубки [6].

Результатом исследования является зависимость коэффициента изменения интенсивности испарения от ВФ [7]:

$$y = f(X_1, \dots, X_{15}), \quad (1)$$

чтобы оценить изменения интенсивности испарения при различных сочетаниях факторов ($X_1 \div X_{15}$).

Таблица 1. Воздействующие факторы, воспроизводимые в ходе испытаний, и регистрируемый выходной параметр

ВФ, ВП	Характеристика	Единицы измерения
X_1	Время измерения	час
X_2	Молярная масса нефтепродуктов	г/моль
X_3	Средний диаметр углеродных наноструктур в нефтепродуктах	нм
X_4	Расстояние между углеродными наноструктурами в нефтепродуктах	нм
X_5	Концентрация наноструктур в нефтепродуктах	% об.
X_6	Коэффициент поверхностного натяжения модифицированных углеродными наноструктурами нефтепродуктов	–
X_7	Коэффициент изменения удельной электрической проводимости модифицированных углеродными наноструктурами нефтепродуктов	–

ВФ, ВП	Характеристика	Единицы измерения
X_8	Диэлектрическая проницаемость модифицированных углеродными наноструктурами нефтепродуктов	–
X_9	Плотность нефтепродуктов	г/см ³
X_{10}	Коэффициент динамической вязкости нефтепродуктов (20 °С)	МПа/с
X_{11}	Добротность углеродных наноструктур (G/D)	–
X_{12}	Напряжение переменного электрического поля, генерируемого прибором ПЧМС	В
X_{13}	Удельная теплоемкость нефтепродуктов	кДж/кг·К
X_{14}	Удельная поверхность углеродных наноструктур	м ² /г
X_{15}	Удельная электрическая проводимость нефтепродуктов	См/м
Y	Коэффициент изменения интенсивности испарения	–

Зависимость (1) возможно получить в виде квазилинейного уравнения регрессии [8]:

$$y = \sum_{i=1}^M a_i z_i, \quad (2)$$

где a_i – i искомый коэффициент регрессии; z_i – i условный фактор, представляющий собой функцию от ВФ $X_1 \div X_{15}$; M – число коэффициентов регрессии или условных факторов ($M < N$).

Методом форсированного перебора подбирались условные факторы $\{z_i\}$, а методом наименьших квадратов рассчитывался коэффициент регрессии $\{a_i\}$ [9] из условия:

$$D_j = (N - M_j)^{-1} \cdot \sum_{j=1}^N (y_{ji}^{\exists} - y_{ji}^B)^2 \rightarrow \min,$$

где y_{ji}^{\exists} , y_{ji}^B – полученное и вычисленное по уравнению регрессии (2) в ходе i испытания значения j ВП, соответственно для i сочетания ВФ.

По критерию Фишера F [10] оценивалась адекватность уравнения (2) [11] с точностью, достаточной для инженерных расчетов:

$$F_j = \frac{D_{j0}}{D_j},$$

где D_{j0} – дисперсия опытов.

Для оценки адекватности результатов регрессионного анализа помимо критерия Фишера использовался дополнительный критерий в виде максимального рассогласования Δ между экспериментальным и расчетным значениями ВП:

$$\Delta = \max \quad \text{abs}(y_{ji}^{\exists} - y_{ji}^B).$$

С помощью программного продукта REGRAN производились вычисления коэффициентов регрессии $\{a_i\}$ и подбор условных факторов (z_1, \dots, z_M). Зависимость ВП от ВФ может быть описана множеством адекватных уравнений, следовательно, для построения регрессионных моделей применялся принцип многомодельности [12], тем самым обеспечивается объективность прогноза выходного параметра (Y) и результата оценки значимости входных факторов ($X_1 \div X_{15}$). Результаты регрессионного анализа (адекватные квазилинейные регрессионные модели) представлены в табл. 2. Для удобства расчетов применялись преобразования ВФ: $\varphi_1 = 0,375X_1 + 0,5$; $\varphi_2 = 0,025X_2 - 0,65$; $\varphi_3 = 0,156X_3 + 0,5$;

$\varphi_4=0,00566X_4+0,5$; $\varphi_5=0,000155X_5+0,446$; $\varphi_6=1,5X_6+0,5$; $\varphi_7=63,8X_7-0,923$; $\varphi_8=2,27X_8+0,5$;
 $\varphi_9=0,12X_9+0,212$; $\varphi_{10}=20,6X_{10}-15,8$; $\varphi_{11}=1,73X_{11}-0,0565$; $\varphi_{12}=4,84X_{12}-3,66$;
 $\varphi_{13}=0,0268X_{13}+0,499$; $\varphi_{14}=2,14X_{14}-3,14$; $\varphi_{15}=0,000993X_{15}+0,411$.

Таблица 2. Регрессионные модели, построенные по результатам испытаний

Вид уравнения регрессии (2)	F	Δ
$Y_1 = -17,1 + 0,40113 \cdot \frac{1}{\varphi_7 \cdot \varphi_9 \cdot \varphi_{10}} + 0,04561 \cdot \frac{\varphi_6 \cdot \varphi_{10}}{\varphi_{15}} + 0,5633 \cdot \frac{\varphi_7}{\varphi_{10}}$	4,5	1,2
$Y_2 = -13,36 - 0,03939 \cdot \frac{\varphi_1 \cdot \varphi_6}{\varphi_7 \cdot \varphi_{10} \cdot \varphi_{15}} - 0,35 \cdot \frac{\varphi_1 \cdot \varphi_7 \cdot \varphi_{10}}{\varphi_9 \cdot \varphi_{15}} - 0,126 \cdot \frac{\varphi_6}{\varphi_5 \cdot \varphi_6} - 0,2143 \cdot \frac{\varphi_1 \cdot \varphi_7}{\varphi_6 \cdot \varphi_{15}} - 0,490 \cdot \frac{\varphi_{10}}{\varphi_1 \cdot \varphi_6 \cdot \varphi_7}$	6,5	1,4

По результатам регрессионного анализа процесса парообразования с открытой поверхности модифицированных нефтепродуктов в условиях стабилизации углеродных наноструктур выявлены основные влияющие факторы (в последовательности убывания их влияния на ВП): X_9 (плотность базовой жидкости), X_6 (коэффициент поверхностного натяжения), X_8 (диэлектрическая проницаемость модифицированных нефтепродуктов), X_{14} (удельная поверхность наноструктур), X_1 (время измерения). Входные факторы X_2 – X_5 , X_7 , X_{10} – X_{13} и X_{15} не использовались в связи с высокой взаимной корреляцией.

Применение регрессионного анализа для исследования процесса парообразования с открытой поверхности модифицированных нефтепродуктов в условиях стабилизации углеродных наноструктур позволяет сформулировать рекомендации по применению данной технологии с целью управления пожароопасными процессами при обращении с нефтепродуктами.

При воздействии ПЧМС процесс образования агрегатов углеродных наноструктур в нефтепродуктах замедляется, расстояния между наноструктурами стабилизируются в течение четырех часов по сравнению с наножидкостями, подготовленными без применения дополнительных способов стабилизации.

Данные результатов исследования о снижении интенсивности испарения модифицированных нефтепродуктов в условиях электрофизического воздействия свидетельствуют о возможности применения технологии стабилизации углеродных наноструктур путем оперативной подачи наноструктурной присадки и дальнейшей ее стабилизации в нефтепродуктах при угрозе и возникновении возможных аварийных ситуаций.

Литература

1. СП 12.13130.2009. Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности (утв. и введен в действие Приказом МЧС РФ от 25 марта 2009 г. № 182). М.: ФГУ ВНИИПО МЧС России, 2009.
2. Условия стабилизации наноструктур для безопасной транспортировки легковоспламеняющихся жидкостей / А.В. Иванов [и др.] // Пожаровзрывобезопасность. 2017. Т. 26. № 9. С. 35–43.
3. Иванов А.В., Ивахнюк Г.К., Емельянова А.Н. Исследование влияния углеродных нанотрубок на температуру вспышки керосина в условиях воздействия переменного частотно-модулированного потенциала // Проблемы управления рисками в техносфере. 2013. № 3 (27). С. 53–57.

4. Управление электростатическими свойствами жидких углеводородов, модифицированных углеродными наноструктурами / А.В. Иванов [и др.] // *Пожаровзрывобезопасность*. 2017. Т. 26. № 7. С. 16–27.
5. Мифтахутдинова А.А., Иванов А.В., Ивахнюк Г.К. Моделирование процессов электризации жидких углеводородов в условиях стабилизации углеродных наноструктур // *Техносферная безопасность*. 2018. Т. 21. № 4. С. 36–44.
6. Shah N., Panjala D., Huffman G.P. Hydrogen production by catalytic decomposition of methane // *Energy & Fuels*. 2001. Vol. 15. № 6. P. 1528–1534. DOI: 10.1021/ef0101964.
7. Многофакторная регрессионная модель процессов детоксикации почв в условиях чрезвычайных ситуаций на объектах нефтегазового комплекса / А.А. Таранцев [и др.] // *Проблемы управления рисками в техносфере*. 2016. № 4 (40). С. 34–42.
8. Таранцев А.А. Регрессионный анализ и планирование испытаний в задачах принятия решений: монография. СПб.: С.-Петербург. ун-т ГПС МЧС России, 2017. 174 с.
9. Налимов В.В., Чернова Н.А. Статистические методы планирования экстремальных экспериментов. М.: Наука, 1965.
10. Критенко М.И., Таранцев А.А., Щебаров Ю.Г. Оценка значимости факторов при их комплексном воздействии на систему // *Известия РАН. Автоматика и телемеханика*. 1995. № 10.
11. Большев Л.Н., Смирнов Н.В. Таблицы математической статистики. М.: Наука, 1983.
12. Вентцель Е.С. Теория вероятностей. 5-е изд., стереотип. М.: Высш. шк., 1998.

References

1. SP 12.13130.2009. *Opređenje kategorij pomeshchenij, zdanij i naruzhnyh ustanovok po vzyvopozharnoj i pozharnoj opasnosti (utv. i vveden v dejstvie Prikazom MCHS RF ot 25 marta 2009 g. № 182)*. М.: FGU VNIPO MCHS Rossii, 2009.
2. Usloviya stabilizacii nanostruktur dlya bezopasnoj transportirovki legkovosplamenyayushchihsya zhidkostej / A.V. Ivanov [i dr.] // *Pozharovzryvobezopasnost'*. 2017. Т. 26. № 9. S. 35–43.
3. Ivanov A.V., Ivahnyuk G.K., Emel'yanova A.N. Issledovanie vliyaniya uglerodnyh nanotrubok na temperaturu vspyshki kerosina v usloviyah vozdejstviya peremennogo chastotno-modulirovannogo potentsiala // *Problemy upravleniya riskami v tekhnosfere*. 2013. № 3 (27). S. 53–57.
4. Управление электростатическими свойствами жидких углеводородов, модифицированных углеродными наноструктурами / А.В. Иванов [и др.] // *Pozharovzryvobezopasnost'*. 2017. Т. 26. № 7. S. 16–27.
5. Miftahutdinova A.A., Ivanov A.V., Ivahnyuk G.K. Modelirovanie processov elektrizacii zhidkih uglevodorodov v usloviyah stabilizacii uglerodnyh nanostruktur // *Tekhnosfernaya bezopasnost'*. 2018. Т. 21. № 4. S. 36–44.
6. Shah N., Panjala D., Huffman G.P. Hydrogen production by catalytic decomposition of methane // *Energy & Fuels*. 2001. Vol. 15. № 6. P. 1528–1534. DOI: 10.1021/ef0101964.
7. Mnogofaktornaya regressionnaya model' processov detoksikacii pochv v usloviyah chrezvychajnyh situacij na ob'ektah neftegazovogo kompleksa / A.A. Tarancev [i dr.] // *Problemy upravleniya riskami v tekhnosfere*. 2016. № 4 (40). S. 34–42.
8. Tarancev A.A. Regressionnyj analiz i planirovanie ispytaniy v zadachah prinyatiya reshenij: monografiya. SPb.: S.-Peterb. un-t GPS MCHS Rossii, 2017. 174 s.
9. Nalimov V.V., Chernova N.A. Statisticheskie metody planirovaniya ekstremal'nyh eksperimentov. М.: Nauka, 1965.
10. Kritenko M.I., Tarancev A.A., Shchebarov Yu.G. Ocenka znachimosti faktorov pri ih kompleksnom vozdejstvii na sistemu // *Izvestiya RAN. Avtomatika i telemekhanika*. 1995. № 10.
11. Bol'shev L.N., Smirnov N.V. Tablicy matematicheskoy statistiki. М.: Nauka, 1983.
12. Ventcel' E.S. Teoriya veroyatnostej. 5-e izd., stereotip. М.: Vyssh. shk., 1998.

ЭКОНОМИКА, СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

МЕТОДОЛОГИЯ ОЦЕНКИ УСТОЙЧИВОСТИ И РАЗВИТИЯ СТРУКТУРЫ ОРГАНИЗАЦИЙ СИСТЕМЫ ОБРАЗОВАНИЯ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНУЮ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

**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

Предложены теоретические основы оценки устойчивости структуры организаций, осуществляющих образовательную деятельность, позволяющие максимизировать эффективность системы образования, разработать рекомендации по оптимизации структуры и состава отдельных организаций и их структуры в целом, основываясь на представлении о системе образования как системе, имеющей устойчивую структуру.

Ключевые слова: организации, осуществляющие образовательную деятельность, структура, устойчивость, соотношение «крупное-среднее-мелкое», управление развитием

THE METHODOLOGY OF EVALUATION OF SUSTAINABILITY AND DEVELOPMENT OF THE STRUCTURE OF EDUCATION ORGANIZATIONS, IMPLEMENTING EDUCATIONAL ACTIVITY

V.A. Sednev. Academy of State fire service of EMERCOM of Russia.

A.V. Sednev. Moscow state technical university of N.E. Bauman

The proposed theoretical framework for assessing the sustainability of organizations engaged in educational activities, to maximize the efficiency of the education system, to develop recommendations for optimizing the structure and composition of individual organizations and their structures in General, based on the concept of education as a system with a stable structure.

Keywords: organization provides education, structure, stability, ratio of «large-medium-small», development management

При создании многоуровневых структур и систем всех сфер экономики возникают задачи их обоснования, оценки эффективности и последствий создания. Однако это не реализуется из-за отсутствия требуемого математического аппарата.

В 2006 г. Минобрнауки России создало совет по реорганизации организаций сферы образования и науки, и видит выход в их укрупнении. Сегодня университеты обучают по 6–8 тыс. студентов, а Минобрнауки считает крупным вуз в пределах 15–20 тыс. человек. Преобразования предусматривают выделение ведущих образовательных учреждений, которыми могут стать не более 10 % от числа университетов, академий, институтов. Если в регионах не будут созданы объединённые университеты, реальна угроза того, что на каких-то территориях не останется ни одного вуза, имеющего федеральное значение, а это приведёт к тому, что люди будут уезжать за качественным образованием в другие регионы.

Можно отметить, что 10 % элитных вузов должны существовать, но это не значит, что их следует назначать. По мнению Минобрнауки, конкурентоспособными являются 15–20 % вузов, и предложено сократить их количество с 1 тыс. с небольшим до 150–200 [1]. В 2016 г. в стране насчитывалось 896 вузов. Согласно программе развития образования на 2016–2020 гг. предполагается закрыть 40 % вузов и 80 % филиалов. Сколько же должно быть учебных учреждений и можно ли оценить их структуру? При этом в начале 1913 г. бюджет народного просвещения составлял 0,5 млрд руб. золотом или 1,14 трлн современных руб., а в 2016 г. расходы на образование составили 578 млрд руб. [1].

Для оценки устойчивости структуры образовательных учреждений и управления ею предлагается научно-методический подход, который устанавливает для всех сфер реальностей (технической, физической, биологической, информационной и социальной), при видовой классификации, определённое разнообразие и соотношение по параметру «крупное-среднее-мелкое». Инвариантность любых видовых структур заключается в том, что при их образовании (построении) и функционировании существует подобие процессов формирования.

Неизбежность разнообразия, необходимость выдерживать соотношение «крупное-среднее-мелкое» по определяющему параметру и структурная устойчивость определённого класса объектов подтверждаются распределениями (законами) [2]: доходов – Бальби (1830 г.), Парето (1897 г.), выдающихся учёных – Гальтона (1875 г.), гравитационного поля звёзд – Хольцмарка (1910 г.), систем стенографии – Эсту (1916 г.), биологических родов по числу видов – Виллиса (1922 г.), Юла (1924 г.), учёных по числу публикаций – Лотки (1926 г.), слов по частоте употребления – Ципфа (1927 г.), биологических особей, видов, родов, семейств – Вильямса и Фишера (1944 г.), информационных массивов – Брэдфорда (1948 г.), обобщёнными законами Ципфа (1949 г.) и Мандельброта (1952 г.). Приведённые примеры говорят об общности построения структур (систем) любой природы, позволяя выйти на новый уровень принятия решений.

Устойчивость структур по разнообразию и соотношению «крупное-среднее-мелкое» отражает качественные изменения и рост объектов, моделируя это H -распределением [2–6].

Особенностями моделей H -распределения являются неприменимость понятия «среднего» (отсутствие математического ожидания) и возможность сколь угодно большой ошибки (бесконечность дисперсии). Соответственно, возникает необходимость изучения и воздействия на объекты, для которых не действуют центральная предельная теорема и закон больших чисел, а нормальное распределение не является предельным [3]. Предлагаемый подход позволяет:

- выявлять механизм негауссовости во всех сферах деятельности;
- объяснить видовую, ранговую видовую и ранговую по параметру формы структурной устойчивости (табл.);
- предложить модели и методы использования негауссовых распределений, нахождения аномальных точек-объектов и предсказания критического состояния структур;
- решать вопросы нормирования и рационального распределения ресурсов.

Оценка устойчивости структуры образовательных учреждений предполагает применение одного из трех видов гиперболических H -распределений (табл.) [4, 5]: ранговое видовое характеризует пропорции между численностью видов различных объектов, видовое – между совокупностью видов, каждый из которых представлен равным количеством, ранговое по параметру служит для описания структуры по выделенному параметру.

Ранее исследования были проведены для систем с устоявшимися представлениями о показателях и структуре (завод, отрасль, город, регион, государство). При этом исследуется структура для установления соотношения «крупное-мелкое»: структура устойчива, если при видовом ее моделировании 40–60 % видов относится к уникальным (редким) (10 % общей численности), и 40–60 % общего количества их представителей попадает в часто встречающиеся группы (10 % видов). Любая структура с нарушением этого соотношения

переходит в неустойчивое состояние. Разумный подход – необходимое сочетание крупных, средних и мелких объектов. Но курс взят на создание вузов-гигантов, не соблюдая это соотношение.

Таблица. Математическое представление *H*-распределения

Распределение	Ось абсцисс	Ось ординат	Форма записи
Видовое	Число объектов (изделий) в виде. Дискретно	Количество видов с одинаковым количеством объектов* (изделий). Дискретно	$\Omega(x) = \frac{W_o}{x^{1+\alpha}}$
Ранговое видовое	Ранг. Дискретно	Количество объектов (изделий) в виде**. Дискретно.	$\Lambda(r) = \frac{B}{r^\beta}$
Ранговое по параметру		Значение параметра***. Непрерывно	$W(r) = \frac{W_1}{r^\beta}$

* x – численность вида; $\alpha > 0$ – постоянная распределения; W_o – количество уникальных видов или численность первой группы; ** $\beta > 0$, $B > 0$ – константы рангового распределения; *** r – ранг объекта; W_1 – максимальное значение параметра, которому соответствует первый ранг; β – ранговый коэффициент, задающий форму аппроксимирующей кривой

Увеличение разнообразия увеличивает устойчивость структуры; изоляция – останавливает развитие; конкуренция – повышает эффективность отбора. При этом каждое решение оценивается как шаг, соответствующий или не соответствующий оптимальным параметрам проектируемого или созданного, или некоторым количественным ограничениям гиперболического *H*-распределения. Причем встречаемся с противоположными позициями: устойчивость и эффективность структуры тем выше, чем большим разнообразием элементов она характеризуется; а с точки зрения унификации необходимо все сделать одинаковым.

Потребление любой системой ресурсов минимально при условии, что разнообразие системы выше некоторого порога – принцип максимума энтропии эквивалентен принципу минимума потребления системой лимитирующих ресурсов.

Строя зависимости «ранг–размер», можно понять, чего не хватает или в каком диапазоне должны лежать желаемые инновации. Внедрение предлагаемого подхода повышает обоснованность решений.

Ниже приведены примеры доказанных соотношений в отдельных аспектах хозяйственной деятельности, которые могут быть применены для составляющих системы образования: организаций, осуществляющих образовательную деятельность; федеральных государственных органов и органов государственной власти субъектов Российской Федерации, осуществляющих государственное управление в сфере образования, и органов местного самоуправления, осуществляющих управление в сфере образования; организаций, осуществляющих обеспечение образовательной деятельности; объединений, осуществляющих деятельность в сфере образования:

– система устойчива, если при видовом ее моделировании 40–60 % видов относится к уникальным (редким) (5–10 % общей численности), и 60–40 % общего количества их представителей попадает в часто встречающиеся группы (5–10 % видов). Прогнозирование позволяет определить список и параметры видов (качественную характеристику) и количество их представителей. Устойчивость структуры проявляется изменениями в пределах показателя $0,5 < \alpha < 2$, отражающего внутренние процессы в исследуемой структуре. Любая структура с нарушением этого соотношения переходит в неустойчивое состояние;

– распределение трудоемкости работ при их выполнении: 40–60 % общего количества видов работ уникальные и требуют квалификации; 10 % содержит до 60 % всех работ (массовые), устойчивость этой группы позволяет повысить эффективность деятельности за счет ее рациональной организации и производительность труда не менее чем на 20 %. Суммарная трудоемкость работ снижается при выполнении однотипных операций. Резерв

эффективности различных работ, заложенный в их структуре (до 60 %), считается реализованным, если их видовое распределение соответствует структуре рассматриваемых подразделений;

– в организациях 40–60 % видов должностных лиц уникально и 40–60 % общего количества наименований является часто встречающимися (5–10 % числа видов должностей);

– в городе наиболее ходовые товары составляют 5–10 % от выпускаемого ассортимента, но производить их должны 40–60 % действующих предприятий. Наименование товаров, не имеющих спроса, составляет 40–60 % от номенклатуры, а производить их должны 5–10 % предприятий. Это обеспечит жителей всеми видами товаров и услуг и процветание производства и сферы быта;

– на одну электростанцию (ЭС) мощностью 10 тыс. МВт должно быть построено 10 ЭС по 1000 МВт, 100 по 100 МВт и 10 млн мощностью по 1 кВт каждая, что составляет существо распределенной [2] генерации и сетей. Такое соотношение должно лежать в основе построения любой отрасли. Соблюдение пропорций даст экономике наивысший экономический выигрыш;

– для реализации программы энергосбережения для совокупности объектов следует выделять 5–7 % объектов, за счет которых можно получить экономию электроэнергии не менее 50–60 %, а на объектах – 5–7 % энергоемких потребителей и др.

Предлагаемый подход оценки структуры образовательных учреждений вносит научную строгость в соотношения рассматриваемых категорий крупного и мелкого, массового и единичного и позволяет управлять развитием этой структуры. Чтобы структура (система) функционировала и развивалась или успешно функционировал какой-либо процесс, должно быть определенное разнообразие среди общего количества элементов и определенное соотношение между крупным и мелким. Если это нарушается, то структура (система) переходит в неустойчивое состояние. Уничтожение малого, но многочисленного, ведёт к неустойчивости любой системы. Неучёт этого задерживает развитие системы образования и не способствует повышению эффективности результатов образовательной деятельности.

Например, современные средства связи позволяют осуществлять дистанционное образование вплоть до высшего, поэтому может быть разработана программа, позволяющая даже одному ребенку в отдалённом посёлке получить образование по месту жительства, не заставляя его переезжать ближе к городам.

Разнообразие также является преимуществом для любой организации и фактором её успеха. Наём сотрудников с различным опытом, навыками и особенностями помогает обнаружить открывающиеся возможности, предвидеть проблемы и предложить их решения.

Внедрение предлагаемых основ для оценки структуры образовательных учреждений повышает обоснованность решений должностных лиц и позволяет обосновать устойчивую и сформировать эффективную структуру образовательных учреждений, и управлять ее развитием.

Модели H -распределения описывают статику структуры организаций, осуществляющих образовательную деятельность, и позволяют исследовать движение видов образовательных учреждений и их численности. Для проверки соответствия случайной выборки – генеральной совокупности образовательных учреждений – применим метод А.Н. Колмогорова, где сравнение производится не по статистическому среднему, а по функциям распределения сравниваемых выборок.

Теоретическая функция распределения строится по параметрам генеральной совокупности образовательных учреждений. В результате могут быть смоделированы структуры образовательных учреждений, определены параметры и построены функции распределения.

Устойчивость видового распределения описывается моделью H -распределения, имеющей два основных параметра: размер R и характеристический показатель α . При этом

выделяются три уровня: элемент (объект, образовательное учреждение) – группа видов (образовательных учреждений), где каждый представлен одинаковым количеством, – все множество (семейство учреждений-видов), и исследуется структура для установления соотношения «крупное–мелкое». Изменение численности любого из видов учреждений не меняет форму распределения, которая может лишь колебаться в пределах границы коэффициента видового разнообразия α и связана с открытием–закрытием образовательного учреждения.

Методика обоснования структуры видового состава образовательных учреждений основывается на статистическом материале.

Исследование осуществляется в следующем порядке:

– в качестве объекта выделяются организации системы образования, которая, одновременно, является сообществом слабосвязанных и слабовзаимодействующих элементов;

– из перечня организаций системы образования выделяется семейство объектов – организаций, осуществляющих образовательную деятельность;

– вводится понятие вида, в данном случае вид – наименование образовательного учреждения;

– производится ранжирование и строятся математические модели: ранговое видовое распределение образовательных учреждений по убыванию исследуемого параметра и видовое распределение видов по повторяемости. Ранговый анализ – метод исследования систем, имеющий целью их статистический анализ и оптимизацию и полагающий в качестве основного критерия форму видовых и ранговых H -распределений;

– обрабатываются результаты и определяются параметры моделирующих функций. Распределение значений может подчиняться как гиперболическому H -распределению, опирающемуся на бесконечно делимые распределения, изученные А.Я. Хинчиным, А.Н. Колмогоровым, Б.В. Гнеденко, так и другим зависимостям, близким к гиперболическим, – степенной, логарифмической, полиномиальной, экспоненциальной. Подбор зависимости выполняет аппроксимация эмпирических ранговых распределений, которая осуществляется несколькими методами, по результатам которых выбирается наиболее корректный.

Если точки находятся ниже аппроксимирующей кривой, то отмечается заниженное потребление ресурса объектом и присутствие нарушений; если точки находятся выше, то это свидетельствует о неоправданно большом потреблении ресурса.

Одной из процедур этапа может являться интервальное оценивание распределения: если точка на распределении входит в доверительный интервал, то в пределах гауссового разброса параметров можно судить, что объект потребляет ресурс нормально; если точка выходит за границы доверительного интервала, то это свидетельствует о нарушении процесса. Однако аномальные значения могут отражать и реальное развитие объекта, – эти значения заменяются расчетными при построении моделей и учитываются при расчете возможной величины отклонений фактических значений от полученных по модели.

Оптимизация структуры может осуществляться путем номенклатурной оптимизации – целенаправленного изменения состава структуры, устремляющего ранговое распределение объектов по форме к каноническому; и путем параметрической оптимизации – изменения параметров отдельных объектов, приводящего к более устойчивому состоянию.

При этом всегда существует одна редкая группа, где каждый вид представлен одним образовательным учреждением (число видов $W1$), и часто встречающиеся группы образовательных учреждений, каждое из которых содержит по одному виду, численность которых велика. Совокупности видов, каждый из которых представлен равным количеством образовательных учреждений, образуют касты.

Анализ моделей позволяет выделить аномальные значения и определить организации, влияющие на устойчивость структуры организаций системы образования. Обобщенным показателем, характеризующим разнообразие объектов, является ранговый показатель β ;

показателем, характеризующим структуру множества организаций, осуществляющих образовательную деятельность – α . Устойчивость структуры образовательных учреждений определяется устойчивостью значений характеристического показателя α , а устойчивость композиций функций распределения групп образовательных учреждений выражается в сохранении формы негауссовых распределений. Система устойчива, если $0,5 < \beta < 2$, при этом оптимальное состояние достигается при β близком к единице.

Применительно к человеку лавина информации, обрушивающаяся ежедневно на каждого, ставит вопрос об адаптации, о непрерывном обучении для жизни. Но, обучаясь, надо учиться отличать (быть в чём-то уникальным), учиться изменяться (стремиться в поинтер-точку), учиться забывать (зачёркивать «ненужную саранчевость», определяемую малостью обращаемости).

Оценка деятельности научных школ, финансирование образовательных и научных организаций и другое может оцениваться предлагаемым подходом.

На основе результатов исследования моделей оценки устойчивости структуры образовательных учреждений может быть осуществлен переход к прогнозированию ее параметров на требуемый период, а результаты могут быть использованы для обоснования потребностей учреждений в видах обеспечения.

Рассмотренные подходы позволяют оценивать устойчивость структуры организаций, осуществляющих образовательную деятельность, и обосновывать мероприятия по повышению устойчивости ее функционирования и по обеспечению образовательной безопасности населения страны.

Применение предлагаемых теоретических основ оценки устойчивости структуры организаций, осуществляющих образовательную деятельность, максимизирует эффективность системы образования, минимизирует влияние фактора неопределенности при планировании ее развития, позволяет разработать рекомендации по оптимизации структуры и состава отдельных образовательных учреждений и их структуры, основываясь на представлении о системе образования как системе, имеющей устойчивую структуру.

Литература

1. Борта Ю., Ардашева Ю. Ломать – не строить. Минобрнауки ликвидирует образовательные учреждения. Зачем? // Аргументы и Факты. 2015. № 33. С. 24.
2. Седнев В.А., Кудрин Б.И. Техноценологическая теория и ее применение для обеспечения электроэнергетической безопасности и устойчивого и эффективного экономического развития страны // Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций. 2015. № 6. С. 86–101.
3. Гнеденко Б.В., Колмогоров А.Н. Предельные распределения для сумм независимых случайных величин. М.: Гос. изд-во техн. лит., 1949. 264 с.
4. Седнев В.А. Методология оптимального управления и прогнозирования параметров электропотребления объектов // Управление развитием крупномасштабных систем MLSD'2009. М.: Учреждение Российской академии наук Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова. 2009. С. 250–268.
5. Философские основания технетики. Онтология технической реальности и понятийное сопровождение ценологического мировоззрения. Математический аппарат структурного описания ценозов и гиперболические H -ограничения. Вып. 19: Ценологические исследования. М.: Центр системных исследований, 2002. 628 с.
6. Седнев В.А., Смуров А.В., Седнев А.В. Методология оценки устойчивости структуры высших учебных заведений по направлению «Безопасность жизнедеятельности в техносфере» // Технологии техносферной безопасности: интернет-журнал. 2017. Вып. 4 (74). 11 с.

References

1. Borta Yu., Ardasheva Yu. Lomat' – ne stroit'. Minobrnauki likvidiruet obrazovatel'nye

uchrezhdeniya. Zachem? // Argumenty i Fakty. 2015. № 33. S. 24.

2. Sednev V.A., Kudrin B.I. Tekhnocenologicheskaya teoriya i ee primeneniye dlya obespecheniya elektroenergeticheskoy bezopasnosti i ustojchivogo i effektivnogo ekonomicheskogo razvitiya strany // Problemy bezopasnosti i chrezvychajnyh situacij. 2015. № 6. S. 86–101.

3. Gnedenko B.V., Kolmogorov A.N. Predel'nye raspredeleniya dlya summ nezavisimyh sluchajnyh velichin. M.: Gos. izd-vo tekhn. lit., 1949. 264 s.

4. Sednev V.A. Metodologiya optimal'nogo upravleniya i prognozirovaniya parametrov elektropotrebleniya ob"ektov // Upravlenie razvitiem krupnomasshtabnyh sistem MLS'D'2009. M.: Uchrezhdenie Rossijskoj akademii nauk Institut problem upravleniya im. V.A. Trapeznikova. 2009. S. 250–268.

5. Filosofskie osnovaniya tekhnologii. Ontologiya tekhnicheskoy real'nosti i ponyatijnoe soprovozhdenie cenologicheskogo mirovozzreniya. Matematicheskij apparat strukturnogo opisaniya cenozov i giperbolicheskie N-ogranicheniya. Vyp. 19: Cenologicheskie issledovaniya. M.: Centr sistemnyh issledovanij, 2002. 628 s.

6. Sednev V.A., Smurov A.V., Sednev A.V. Metodologiya ocenki ustojchivosti struktury vysshih uchebnyh zavedenij po napravleniyu «Bezopasnost' zhiznedeyatel'nosti v tekhnosfere» // Tekhnologii tekhnosfernoj bezopasnosti: internet-zhurnal. 2017. Vyp. 4 (74). 11 s.

ПРАВОВЫЕ АСПЕКТЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ЧЕЛОВЕКА И ОБЩЕСТВА В ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ СИТУАЦИЯХ

ГОСУДАРСТВЕННОЕ И ВЕДОМСТВЕННОЕ НАГРАЖДЕНИЕ ЛИЦ, ПРИНИМАВШИХ УЧАСТИЕ В ТУШЕНИИ ПОЖАРОВ

**В.А. Винокуров, доктор юридических наук,
заслуженный юрист Российской Федерации.
Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России**

Рассматриваются вопросы, связанные с государственным и ведомственным поощрением лиц, отличившихся в деле тушения пожаров, а также в профилактике пожаров и иных полезных действиях, связанных с обеспечением пожарной безопасности. Осуществлен анализ положений о советской и российской государственных наградах – медалях «За отвагу на пожаре». Сформулированы конкретные предложения по восстановлению ведомственного награждения за самоотверженные действия при тушении пожаров и активную работу в области пожарной безопасности.

Ключевые слова: пожар, борьба с пожарами, пожарная безопасность, государственные награды, медаль «За отвагу на пожаре», медаль «За спасение погибавших», ведомственные награды, медали МЧС России, Государственная противопожарная служба, федеральная противопожарная служба, противопожарная служба субъектов Российской Федерации, муниципальная пожарная охрана

STATE AND DEPARTMENTAL REWARDING OF THE PERSONS TAKING PART IN FIGHTING FIRES

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

The article deals with the issues related to the state and departmental promotion of persons who distinguished themselves in extinguishing fires, as well as in the prevention of fires and other useful actions associated with fire safety. The analysis of the provisions of the Soviet and Russian state awards – medals «For bravery in the fire». Specific proposals for the restoration of departmental awards for selfless actions in extinguishing fires and active work in the field of fire safety are formulated.

Keywords: fire, fire fighting, fire safety, state awards, medal «For bravery in the fire», medal «For the salvation of the dead», departmental awards, medals of EMERCOM of Russia, State fire service, federal fire service, fire service of Russian Federation, municipal fire protection

Пожар. С этим словом ассоциируется и опасность, и ужас, и разочарование, и обида, и безысходность, и потери. Причем потери не только материальные, но – что самое страшное – человеческие. Однако в России существует служба, защищающая нас от огня. Сегодня она именуется Государственная противопожарная служба, существенная часть которой – федеральная противопожарная служба – входит в систему Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям

и ликвидации последствий стихийных бедствий¹. Для сотрудников противопожарной службы слово «пожар» означает работу, работу по спасению людей и имущества.

Борьба с пожарами, возгораниями велась, ведется и будет вестись всё время существования человечества. Поначалу стихийно, а затем – с формированием государства – в рамках правил и установлений. Как отмечают исследователи, «обеспечение пожарной безопасности, безусловно, является одной из важнейших функций государства. Пожары бросают государству и обществу все новые и новые вызовы, заставляя не только практиков, но и ученых-теоретиков, включаться в вопрос разработки комплексной программы защиты населения страны от пожаров и обеспечения пожарной безопасности страны. В этом контексте становится особенно актуальным утверждение о том, что чем яснее и совершеннее будет в этой области реализуемая правовая политика, тем быстрее и эффективнее будет реализовываться эта функция государства»².

Первым консолидированным актом в области организации борьбы с пожарами стал Свод Устава Пожарного, который вошел в состав свода законов Российской империи 1832 года. Затем этот документ был переработан, дополнен и опубликован в своде законов Российской империи 1857 года, получив название Устав Пожарный³.

Статья 121 Устава Пожарного предусматривала, что «Усердные и деятельные лица, пожарную команду составляющих, способствовавшие к поспешному привозу труб⁴ на пожар и к скорому тушению оного, награждаются по усмотрению полицейского начальства». Главной и наиболее распространенной наградой было поощрение деньгами. Однако основной государственной императорской наградой стала учрежденная Николаем I в 1828 году медаль «За спасение погибавших», которой награждали российских подданных за спасение людей при различных трагических обстоятельствах (во время пожаров, стихийных бедствий, утопивших на водах и т.д.)⁵.

В Советском Союзе существовала медаль «За отвагу на пожаре», которая была учреждена Указом Президиума Верховного Совета СССР от 31 октября 1957 года⁶. Данной государственной наградой награждались работники пожарной охраны, члены добровольных пожарных дружин, а также военнослужащие и другие граждане: за смелость, отвагу и самоотверженность, проявленные при тушении пожаров, спасении людей, социалистической собственности и имущества граждан от огня; за умелое руководство боевой работой подразделений пожарной охраны по тушению пожаров и спасению людей; за отвагу, мужество и настойчивость, проявленные в целях предотвращения взрыва или пожара.

¹ См.: пункт 2 Указа Президента Российской Федерации от 11 июля 2004 года № 868 «Вопросы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий» // Собрание законодательства Российской Федерации. 2004. № 28. Ст. 2882.

² См.: Законодательство Российской империи в сфере борьбы с пожарами и стихийными бедствиями в первой половине XIX века: хрестоматия: в 2-х т. Т. I: Законодательство Российской империи в сфере борьбы с пожарами / под общ. ред. Э.Н. Чижикова, Н.И. Уткина; авторы-сост. С.Б. Немченко, А.А. Смирнова, Е.А. Титова. СПб.: С.-Петербург. ун-т ГПС МЧС России, 2019. С. 6–7.

³ См.: Пожарный устав Российской империи: хрестоматия / под общ. ред. В.С. Артамонова; сост. Э.Н. Чижиков, С.Б. Немченко, А.А. Смирнова, Т.И. Опарина, Н.И. Уткин, Е.А. Титова. 2-е изд., доп., испр. СПб.: С.-Петербург. ун-т ГПС МЧС России, 2016. С. 47–96; 97–141.

⁴ Имеются в виду заливные трубы, которые статьей 24 Устава Пожарного были отнесены к так называемому «огнегасительному орудию». См. Указ. соч. С. 101.

⁵ Чепурнов Н.И. Наградные медали Государства Российского: Энциклопедическое иллюстрированное издание. М.: ТЕРРА–Книжный клуб; Русский мир, 2002. С. 295–296.

⁶ Ведомости Верховного Совета СССР. 1957. № 25. Ст. 595.

В переходный период построения нового Российского государства с 1992 по 1994 год советская медаль «За отвагу на пожаре» использовалась Российской Федерацией как российская государственная награда⁷.

В сформированной в 1994 году новой наградной системе страны вместо медали «За отвагу на пожаре», а также медали «За спасение утопающих» была учреждена единая российская государственная награда – медаль «За спасение погибавших», которой награждались граждане за спасение людей во время стихийных бедствий, на воде, под землей, при тушении пожаров и при других обстоятельствах⁸. В 2010 году Положение об этой медали было уточнено: награждение осуществлялось за все перечисленные выше заслуги, но в случаях, если совершенные действия осуществлялись с риском для жизни⁹.

Самоотверженная работа пожарных, выделение их из всех иных лиц, спасающих погибавших, была исправлена главой государства по предложению министра Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий Е.Н. Зиничева в 2018 году, когда была учреждена российская государственная награда – медаль «За отвагу на пожаре»¹⁰. Установлено, что данной медалью награждаются сотрудники федеральной противопожарной службы Государственной противопожарной службы, военнослужащие и другие граждане Российской Федерации: а) за мужество, отвагу и самоотверженность, проявленные при тушении пожаров, спасении людей и имущества от огня; б) за умелое руководство деятельностью подразделений противопожарной службы по тушению пожаров, спасению людей и имущества от огня, организацию и проведение аварийно-спасательных работ; в) за мужество, отвагу и настойчивость, проявленные при предотвращении взрыва на пожаре или пожара. Как видим, основания для награждения практически все те же, что при награждении советской медалью «За отвагу на пожаре», что оправдано, за одним лишь исключением. Основным поощряемым субъектом новой медали определены профессионалы своего дела – сотрудники федеральной противопожарной службы Государственной противопожарной службы, а затем военнослужащие и другие граждане. Но, как известно, в состав Государственной противопожарной службы входит и противопожарная служба субъектов Российской Федерации, одним из видов пожарной охраны в стране является муниципальная пожарная охрана, где также проходят службу профессионалы в борьбе с пожарами¹¹. На взгляд автора, главным награждаемым субъектом в данном случае должны быть определены сотрудники Государственной противопожарной службы (и федеральной, и субъектов Российской Федерации) и муниципальной пожарной охраны.

Следует отметить, что при учреждении медали «За отвагу на пожаре» Положение о медали «За спасение погибавших» уточнено не было. Таким образом, лицо, отличившееся на пожаре, можно представить и к медали «За спасение погибавших», и к медали «За отвагу

⁷ См.: пункт 1 Указа Президиума Верховного Совета Российской Федерации от 2 марта 1992 года № 2424-I «О государственных наградах Российской Федерации» // Ведомости Съезда народных депутатов Российской Федерации и Верховного Совета Российской Федерации. 1992. № 12. Ст. 633.

⁸ О государственных наградах Российской Федерации: Указ Президента Российской Федерации от 2 марта 1994 года № 442 // Собрание актов Президента и Правительства Российской Федерации. 1994. № 10. Ст. 775.

⁹ О мерах по совершенствованию государственной наградной системы Российской Федерации: Положение о медали «За спасение погибавших», утвержденное Указом Президента Российской Федерации от 7 сентября 2010 года № 1099 // Собрание законодательства Российской Федерации. 2010. № 37. Ст. 4643.

¹⁰ Об учреждении медали «За отвагу на пожаре» и установлении почетного звания «Заслуженный работник пожарной охраны Российской Федерации»: Указ Президента Российской Федерации от 15 сентября 2018 года № 519 // Собрание законодательства Российской Федерации. 2018. № 38. Ст. 5839.

¹¹ См.: статьи 4 и 5 Федерального закона «О пожарной безопасности» // Собрание законодательства Российской Федерации. 1994. № 35. Ст. 3649.

на пожаре». Но в каких случаях какую государственную награду из имеющихся двух медалей выбрать, к сожалению, не определено. Не содержится и ответ на вопрос, какая из этих двух медалей выше по статусу, и чем они, кроме названия, отличаются (в случае представления к награждению, например, сотрудника федеральной противопожарной службы)¹². Подобные поспешные решения, меняющие систему государственных наград страны, не способствуют пониманию ее роли в формировании демократического общества, правового государства, в котором поощряются действия, направленные на защиту людей и имущества, в том числе от пожаров.

Необходимо заметить, что накануне учреждения государственной награды Российской Федерации – медали «За отвагу на пожаре» – из числа ведомственных наград МЧС России была исключена медаль с таким же наименованием¹³, поскольку в соответствии с российским законодательством не допускается учреждение знаков, имеющих схожее название с государственными наградами¹⁴.

Однако, на взгляд автора, следовало сохранить ведомственную награду для награждения сотрудников противопожарной службы, возможно, изменив лишь название имевшейся медали¹⁵. При этом было бы сохранено ведомственное поощрение за самоотверженные действия на пожаре, а также иные действия, способствовавшие сокращению числа пожаров и, как следствие, сохранение жизни людей и уменьшению материального ущерба.

Пожарная безопасность реализуется в различных аспектах, имеет сложную систему, которая кроме тушения пожара включает профилактику пожаров и противопожарную пропаганду, государственный пожарный надзор, обучение мерам пожарной безопасности и управление в этой области, организацию тушения пожара и создание пожарно-технической продукции. Исходя из перечисленного, предлагается рассмотреть вопрос об учреждении нескольких ведомственных медалей МЧС России, которыми можно было бы отмечать отличившихся в деле пожарной безопасности, например:

– «За вклад в обеспечение пожарной безопасности» – высшая награда в области пожарной безопасности, награждение которой допускается при наличии иных наград в области пожарной безопасности;

– «За грамотную организацию тушения пожара» – для награждения руководителей тушения пожара;

– «За самоотверженные действия на пожаре» – для награждения участников тушения пожара;

– «За грамотную профилактику пожаров» – для награждения сотрудников, осуществляющих меры, направленные на исключение возможности возникновения пожаров и ограничение их последствий;

¹² Автором данная проблема обозначалась. См.: Винокуров В.А. О государственных наградах Российской Федерации, учрежденных в 2018 году // Право. Безопасность. Чрезвычайные ситуации. 2018. № 4 (41). С. 43–49.

¹³ О внесении изменений в приложения № 1, № 2, № 5 и № 7 к приказу Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий от 6 декабря 2010 г. № 620 «О ведомственных знаках отличия Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий»: приказ МЧС России от 3 сентября 2018 года № 366 // Официальный интернет-портал правовой информации. URL: <http://www.pravo.gov.ru> (дата обращения: 10.02.2019).

¹⁴ См.: статью 17.11 Кодекса Российской Федерации об административных правонарушениях // Собрание законодательства Российской Федерации. 2002. № 1 (ч. I). Ст. 1.

¹⁵ О проблемах ведомственных наград см. подробнее: Винокуров В.А. Федеральные ведомственные награды: состояние, проблемы и перспективы // Административное и муниципальное право. 2011. № 5. С. 76–81.

– «За безупречную деятельность по осуществлению государственного пожарного надзора» – для награждения сотрудников, осуществляющих деятельность по осуществлению государственного пожарного надзора;

– «За оперативное устранение последствий пожара» – для награждения лиц, принимавших активное участие в устранении последствий пожара;

– «За создание качественной пожарно-технической продукции» – для награждения ученых, специалистов, создавших и внедривших в производство пожарной технической продукции, использование которой способствовало быстрому и качественному тушению пожара;

– «За отличную подготовку специалистов в области пожарной безопасности» – работники высших и средних учебных заведений, осуществляющие подготовку специалистов в области пожарной безопасности, а также наставники молодых специалистов.

Принимая во внимание то, что обеспечение пожарной безопасности – одна из важнейших функций государства, полагаем необходимым иметь в Российской Федерации не только государственное поощрение в этой области, но и поощрение ведомственное, которое должен осуществлять федеральный орган исполнительной власти, на который возложены функции в борьбе с пожарами, то есть в настоящее время – Министерство Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий.

Литература

1. Винокуров В.А. Ведомственные награды МЧС России: состояние, проблемы и пути решения // Правовая политика в сфере обеспечения пожарной безопасности, гражданской обороны, чрезвычайных ситуаций и ликвидации последствий стихийных бедствий: материалы Круглого стола. СПб.: С.-Петербург. ун-т ГПС МЧС России, 2016. С. 25–30.

2. Винокуров В.А. Федеральные ведомственные награды: состояние, проблемы и перспективы // Административное и муниципальное право. 2011. № 5. С. 76–81.

3. Винокуров В.А. О государственных наградах Российской Федерации, учрежденных в 2018 году // Право. Безопасность. Чрезвычайные ситуации. 2018. № 4 (41). С. 43–49.

4. Законодательство Российской империи в сфере борьбы с пожарами и стихийными бедствиями в первой половине XIX века: хрестоматия: в 2-х т. Т. I: Законодательство Российской империи в сфере борьбы с пожарами / под общ. ред. Э.Н. Чижикова, Н.И. Уткина; авторы-сост. С.Б. Немченко, А.А. Смирнова, Е.А. Титова. СПб.: С.-Петербург. ун-т ГПС МЧС России, 2019. 272 с.

5. Пожарный устав Российской империи: хрестоматия / под общ. ред. В.С. Артамонова; сост. Э.Н. Чижиков, С.Б. Немченко, А.А. Смирнова, Т.И. Опарина, Н.И. Уткин, Е.А. Титова. 2-е изд., доп., испр. СПб.: С.-Петербург. ун-т ГПС МЧС России, 2016. 264 с.

6. Чепурнов Н.И. Наградные медали Государства Российского: Энциклопедическое иллюстрированное издание. М.: ТЕРРА–Книжный клуб; Русский мир, 2002. 768 с.

References

1. Vinokurov V.A. Vedomstvennyye nagrady MCHS Rossii: sostoyanie, problemy i puti resheniya // Pravovaya politika v sfere obespecheniya pozharnoj bezopasnosti, grazhdanskoj oborony, chrezvychajnyh situacij i likvidacii posledstvij stihijnyh bedstvij: materialy Kruglogo stola. SPb.: S.-Peterb. un-t GPS MCHS Rossii, 2016. S. 25–30.

2. Vinokurov V.A. Federal'nye vedomstvennyye nagrady: sostoyanie, problemy i perspektivy // Administrativnoe i municipal'noe pravo. 2011. № 5. S. 76–81.

3. Vinokurov V.A. O gosudarstvennyh nagradah Rossijskoj Federacii, uchrezhdennyh v 2018 godu // Pravo. Bezopasnost'. Chrezvychajnye situacii. 2018. № 4 (41). S. 43–49.

4. Zakonodatel'stvo Rossijskoj imperii v sfere bor'by s pozharami i stihijnymi bedstviyami v pervoj polovine XIX veka: hrestomatiya: v 2 t. T. I: Zakonodatel'stvo Rossijskoj imperii v sfere

bor'by s pozharemi / pod obshch. red. E.N. Chizhikova, N.I. Utkina; avtory-sost. S.B. Nemchenko, A.A. Smirnova, E.A. Titova. SPb.: S.-Peterb. un-t GPS MCHS Rossii, 2019. 272 s.

5. Pozharnyj ustav Rossijskoj imperii: hrestomatiya / pod obshch. red. V.S. Artamonova; sost. E.N. Chizhikov, S.B. Nemchenko, A.A. Smirnova, T.I. Oparina, N.I. Utkin, E.A. Titova. 2-e izd., dop., ispr. SPb.: S.-Peterb. un-t GPS MCHS Rossii, 2016. 264 s.

6. Chepurnov N.I. Nagradnye medali Gosudarstva Rossijskogo: Enciklopedicheskoe illyustrirovannoe izdanie. M.: TERRA–Knizhnyj klub; Russkij mir, 2002. 768 s.

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

ВЛИЯНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ ОРГАНИЗАЦИОННОЙ КУЛЬТУРЫ НА СОТРУДНИКОВ В ПОДРАЗДЕЛЕНИЯХ МЧС РОССИИ

**А.В. Шленков, доктор психологических наук, профессор.
Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России.
М.Г. Сinyaкова, доктор психологических наук, доцент;
В.С. Кошкаров, кандидат психологических наук, доцент.
Уральский институт ГПС МЧС России**

Рассмотрены общие подходы к определению сущности организационных культур организаций и их влияние на организационную систему МЧС России. Выделена специфика и неоднородность организационной культуры в системе МЧС России. Указывается на существование двух типов организационных культур в МЧС России: бюрократической и командной. Представлены особенности и проблемы влияния этих культур на сотрудников МЧС России.

Ключевые слова: организационная культура МЧС России, бюрократическая организационная культура, командная организационная культура, синдром эмоционального выгорания у сотрудников МЧС России

FEATURES OF ORGANIZATIONAL CULTURE IN THE EMERCOM OF RUSSIA AND ITS IMPACT ON EMERCOM EMPLOYEES

A.V. Shlenkov. Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia.
M.G. Sinyakova; V.S. Koshkarov.
Ural institute of State fire service of EMERCOM of Russia

The general approaches to determining the essence of organizational cultures of organizations and its impact on the system of EMERCOM of Russia are considered. The specific features and heterogeneity of organizational culture in the EMERCOM of Russia are defined. Two types of organizational cultures in the Russian Emergency Ministry are pointed out: bureaucratic and command types. Features and issues of these cultures influence on employees of EMERCOM of Russia are allocated.

Keywords: organizational culture of EMERCOM of Russia, bureaucratic organizational culture, command organizational culture, emotional burnout syndrome among of EMERCOM of Russia employees

В современной литературе по психологии управления и социальной психологии до сих пор не существует единого толкования понятия «организационная культура».

Данный социальный феномен рассматривали как многие зарубежные, так и отечественные исследователи. Данное явление изучалось как «культура предприятия» (Э. Джакус, 1952 г.; В.А. Спивак, 2001 г.), как «культура организации» (Д. Элдридж

и А. Кромби, 1974 г.; Х. Шварц и С. Дэвис, 1981 г.; Д. Дреннан, 1992 г.; М.Х. Мескон, 1998 г.; Ю.Г. Одегов, П.В. Журавлев, 1997 г.), как «организационная культура» (М. Пакановский и Н. О’Доннел-Тружиллио, 1982 г.; Э. Шайн, 1985 г.; С. Мишон и П. Штерн, 1985 г.; Э. Браун, 1995 г.; Д. Мацумото, 2002 г.; О.С. Виханский, А.И. Наумов, 2001 г.; Т.О. Соломанидина, 2003 г.), как «корпоративная культура» (К. Голд, 1982 г.; К. Шольц, 1987 г.; Р.Л. Кричевский, 1993, 1998 гг.; М. Армстронг, 1998 г.; В.В. Козлов, А.А. Козлова, 2000 г.).

Проведя анализ понятия «организационная культура», рассмотренного в литературных источниках, можно её охарактеризовать как принятые нормы поведения, ценности, предположения наиболее эффективного управленческого пути, выдвинутые управленческим звеном и принятых большинством членов организации. Организационная культура – это интеграция внутренних отношений между элементами, входящими в структуру организации, её работников, формирование их отношений к самой организации, к ее нормам и ценностям, к нововведениям и стилям управления организации. С другой стороны, организационная культура во многом определяет поведение организации на рынке, культуру поддержания внешних связей с поставщиками и заказчиками, а также культуру качества и внешний вид выпускаемой продукции, рекламу, символы, внешний вид и интерьер офиса и др.

Нужно отметить, что в любой сфере профессиональной деятельности человека формируется своя особая организационная (корпоративная для крупных организаций) культура. Становление и укрепление культуры организации или корпорации значимо для самих организационных систем, поскольку появляется возможность регулировать поведенческие установки сотрудников на основании тех ценностей, которые приемлемы внутри этой организации или корпорации. Не исключением является такая государственная структура, как Министерство Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий (МЧС России).

Уникальность данной организационной культуры связывается, прежде всего, с ценностями защиты населения и территорий, с соблюдением национальных интересов России, с исполнением работниками любого ранга своего профессионального долга, с декларированием высоких морально-этических принципов. Решаемые задачи носят государственное значение в обеспечении безопасности граждан и сохранении личного и государственного имущества, сохранении природных ресурсов и экологической безопасности регионов, входящих в состав государства [1]. Более того, реализация миссии МЧС России предъявляет особые требования к своему персоналу. Эти требования отражены в Приказе от 6 марта 2006 г. № 136 «Кодекс чести сотрудника системы МЧС России», который определяет моральные принципы и правила его поведения. В документе сказано, что «...высокую репутацию сотрудника системы МЧС России, право на доверие и поддержку граждан Российской Федерации можно заслужить только профессионализмом, порядочностью и добрыми делами» [2].

Однако отметим, что такое государственное ведомство, как МЧС России, является сложной и многоуровневой структурой, где структурные подразделения разделены не только по территориальному принципу (главные управления по субъектам Российской Федерации), но по функциональному (например, специальные, образовательные, научно-исследовательские, медицинские и иные учреждения и организации, находящиеся в ведении МЧС России). Более того, культура любой организации, в том числе и МЧС России как ведомства, формируется и развивается в специфическом для каждой организации психологическом климате, во многом зависящим от структуры взаимосвязей по вертикали и горизонтали.

Все это делает организационную культуру данной государственной организации весьма сложным и неоднородным явлением.

Прежде всего, необходимо подчеркнуть, что МЧС России является одним из государственных аппаратов исполнительной власти Российской Федерации. И как

государственная структура имеет свою зону ответственности, властные полномочия в установленном законом порядке и решаемые повседневные государственные задачи. На организационную культуру МЧС России как государственного аппарата значительное влияние оказывают: организационная упорядоченность, иерархичность; законодательная нормативная регламентация деятельности; наличие четкого статуса и определенных функций и полномочий в системе государственного управления [3].

Для государственных структур, к которым, несомненно, относится МЧС России, характерен такой тип организационной культуры, как иерархическая (бюрократическая) культура. Бюрократическая культура организаций, как правило, связана с жестким правовым регулированием взаимоотношений как внутри организации, так и взаимоотношений с иными государственными структурами. Проявляется в оценке эффективности самих подразделений, входящих в состав министерства, его сотрудников, на соответствие квалификационных требований и эффективности выполняемых должностных обязанностей.

Источником власти в бюрократических организациях является вышестоящее должностное лицо, которое и принимает основные решения. В этой связи главным рычагом воздействия на подчиненных являются приказы и наставления. Сильным руководителем считается такой, чьи приказы сразу же исполняются, а не обсуждаются. Для сотрудников организации, относящимся к бюрократическим типам организационной культуры, характерно следование определенным и утвержденным правилам взаимодействия и закрепленными юридическими нормами, законами, инструкциями, приказами, распоряжениями и другими нормативными документами. Такой тип организационной культуры способствует стабилизации кадрового состава работников.

Вместе с тем основным производственным звеном системы МЧС России является пожарно-спасательная часть. И здесь существуют другие организационные и профессиональные задачи. Прежде всего, отметим, что профессиональная деятельность пожарного связана с опасностями и риском. Неправильно принятое решение или поведение могут угрожать здоровью, жизни или имуществу самого пожарного или здоровью, жизни или имуществу других людей. В этой связи совместная деятельность требует от пожарных доверительного сотрудничества внутри профессионального коллектива.

Анализ литературы показывает, что описанные требования к межличностным взаимоотношениям в коллективе, действующем в экстремальных условиях, в основном совпадают с параметрами, характеризующими командную культуру взаимоотношений [4, 5]. Командная культура взаимоотношений является одной из форм командной организационной культуры (или культура, ориентированная на деятельность).

Командная культура имеет значительные отличия от бюрократической. Прежде всего, такой тип организационной культуры опирается на ресурсы малых групп, поскольку в ней объектом управления является не отдельно взятый работник, а профессиональный коллектив [6]. Основой профессиональной деятельности является командный метод работы, когда группа заинтересованных в решении поставленной профессиональной задачи работников объединяется для её решения. Иерархия подчинения может быть неявной. Носителем руководства профессиональным коллективом является, как правило, работник (профессионал), определивший пути решения профессиональной задачи. В таких организациях, прежде всего, ценится способность и готовность работать в команде, выполнять определенные профессиональные задачи, брать на себя ответственность за решение этих задач и результаты выполнения. При такой организационной культуре определяются высокие требования к навыкам взаимодействия в профессиональном коллективе, квалификации самого руководителя по формированию, управлению и решению профессиональных задач коллективом. Особо стоит выделить необходимость поддержания уровня мотивации членов профессионального коллектива, трудности в информационном обмене между самими работниками и высокие требования к коммуникативной компетентности персонала.

Таким образом, возникает ситуация, когда сотрудники подразделений МЧС России находятся под воздействием двух типов организационных культур, которые формируют разные типы рабочего поведения. И, естественно, данная ситуация не может не сказываться на психологическом состоянии сотрудников МЧС России. За последние годы появился ряд исследований, которые, так или иначе, фиксируют противоречивость этой ситуации [7, 8].

С одной стороны, вертикальное передвижение по службе (из подразделения в госаппарат или наоборот) способствует ситуации, когда сотрудник меняет тип организационной культуры, но не меняет свое поведение. В данной ситуации работники могут изменить одну или несколько ценностей, установок, частично изменить тактику поведения, но при этом они не способны изменить выработанное годами поведение, характер, жизненный опыт и особенности предыдущей профессиональной деятельности, своего неповторимого профессионального пути. Одной из центральных проблем является то, что работники в профессиональной организации не готовы или не способны выработать новый стиль поведения, сформировать новые ресурсы для преодоления профессиональных стрессовых воздействий. Опыт адаптации в новом профессиональном статусе показывает, что от сотрудников требуются внушительные усилия, эмоциональные затраты для выработки новых профессиональных знаний, формировании умений, развития необходимых навыков, которые помогают «влиться» в новый тип организационной культуры [8].

Исследователи подчеркивают, что изменения в культуре профессиональной организации часто вызывают сопротивление в самих коллективах со стороны работников, выработавших определенные стереотипы поведения и решения профессиональных задач. Внедрение кардинальных и коротких по временным отрезкам изменений в особенности организационной культуры происходят с большим сопротивлением со стороны участников профессионального коллектива и большими затратами для его участников, чем проведение поэтапных изменений, позволяя адаптироваться большему количеству членов профессионального коллектива. Данная ситуация может происходить при внедрении изменений в организациях как со слабой, так и сильной организационной культурой [7]. Это важно понимать, поскольку передвижение людей в структурах МЧС России без специальной подготовки может привести к тому, что их участие в реализации разработанных программ и мероприятий будет весьма формальным, поскольку не будут находить опоры в изменении позиций, установок и поведении сотрудников.

Такая ситуация может оказывать значительное влияние на развитие синдрома эмоционального выгорания у сотрудников МЧС России. Особенно это касается руководящего состава подразделений данного ведомства. Эмоциональное выгорание рассматриваем как синдром, формирующийся на фоне хронического эмоционального стресса и ведущий к истощению эмоционально-энергических ресурсов, что, в конечном счете, влияет и на личностную сферу.

В исследованиях 2014 г., нашедших свое отражение в диссертационной работе В.С. Кашкарова, приняло участие 320 сотрудников Государственной противопожарной службы МЧС России Приволжского и Уральского федеральных округов. Объектом исследования стали сотрудники пожарной охраны в возрасте от 20 до 40 лет. Все сотрудники были разбиты по категориям: начальники и помощники начальников караулов (ПНК и НК), командиры отделений, водители, пожарные, диспетчеры (рис.). В исследовании были использованы такие методики как методика определения стрессовой устойчивости и социальной адаптации Холмса и Раге; опросник депрессивности Бека (Beck Depression Inventory – BDI), опросник на «выгорание» МБИ (К. Маслач и С. Джексон, адаптирован Н.Е. Водопьяновой).

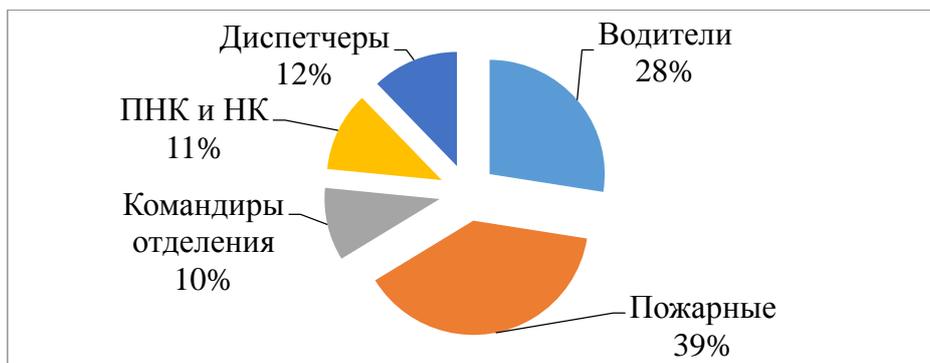


Рис. Распределение по должности в процентах ($n=320$)

В целом картина, связанная с выраженностью элементов синдрома эмоционального выгорания, отражена в таблице.

По результатам проведенного исследования и полученным данным была предложена авторская программа, направленная на развитие устойчивости к эмоциональному выгоранию сотрудников, принимающих непосредственное участие в ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций (пожаров). Программа включала блоки: профориентационная работа, непосредственно сам профессиональный психологический отбор. Основные цели данных блоков – определение мотивации в будущей профессиональной деятельности и определение общего и психологического здоровья граждан – кандидатов на службу (работу).

Как продолжение психологического обеспечения в профессиональной деятельности сотрудников (работников) – их адаптация к условиям профессиональной деятельности. Особое внимание уделяется вырабатываемым у сотрудников (работников) копинг-ресурсов, копинг-стратегии для недопущения развития эмоционального выгорания. В основе вырабатываемых копинг-ресурсов лежат профессионально-важные психологические качества, необходимые условия для эффективной профессиональной деятельности сотрудников (работников) пожарной охраны.

Подробный анализ полученных данных в контексте рассматриваемой проблемы данной статьи позволил отметить, прежде всего, то, что такая шкала, как «редукция профессиональных достижений», проявляется в большей степени у диспетчеров, командиров отделений, помощников начальника караула и начальников караула пожарной части. Данный показатель отражает тенденцию к негативной оценке своей компетентности и продуктивности и, как следствие, снижение профессиональной мотивации, нарастание негативизма в отношении служебных обязанностей, тенденцию к снятию с себя ответственности, к изоляции от окружающих, отстраненность и неучастие, избегание работы сначала психологически, а затем физически.

Более того, анализ распределения показателей эмоционального выгорания по возрасту испытуемых показывает, что возрастные изменения (увеличение возраста) ведут к понижению стрессовой устойчивости и социальной адаптации сотрудников (работников), занятых управленческими обязанностями в пожарных частях. У начальников и помощников начальников караула с увеличением возраста и стажа службы наблюдается повышение по шкале депрессивность. Это может исходить из возрастных особенностей, жизненной рутины и, отчасти, сложности изменения особенности профессиональной деятельности (безысходность в изменении особенностей труда).

Результаты формирующего исследования, полученные после проведения предложенной программы развития устойчивости к эмоциональному выгоранию, показали эффективность в работе с руководящим составом подразделений МЧС России по такому показателю, как эмоциональное истощение. К тому же «выгорание»

у сотрудников МЧС России не связано с личностными особенностями, а зависит в большей мере от внешних факторов и обстоятельств.

Таблица. Средние арифметические значения (M) и стандартные отклонения (S) тестовых показателей у разных категорий сотрудников пожарных частей МЧС России (n=320)

Тест	Шкала теста	M, S (абс. единицы)	Категория работников				
			Водители (n=88)	Пожарные (n=124)	Командиры отделений (n=33)	Начальники караула и помощники начальников караула (n=36)	Диспетчеры (n=39)
СТУ	Стрессоустойчивость	M	121,78	125,48	124,39	112,31	100,28
		S	12,58	9,44	11,29	10,45	8,95
BDI	Депрессия	M	4,73	3,35	2,55	4,22	4,56
		S	1,38	0,85	0,78	1,14	0,96
Эмоциональное выгорание 1	Эмоциональное истощение	M	12,07	9,81	11,64	11,92	15,15
		S	2,71	1,69	2,25	2,02	2,23
	Деперсонализация	M	3,67	3,82	4,03	3,94	4,69
		S	0,69	0,93	1,11	1,03	1,06
	Редукция	M	30,14	31,06	31,61	32,56	32,21
		S	3,37	3,56	3,50	3,91	3,19
Эмоциональное выгорание 2	Эмоциональное истощение	M	12,84	10,58	10,82	11,86	14,38
		S	3,10	2,70	2,50	3,23	3,51
	Деперсонализация	M	4,56	3,40	3,88	3,94	4,69
		S	1,06	0,88	1,18	1,01	1,19
	Редукция	M	24,92	25,65	26,85	26,67	26,79
		S	3,87	3,90	4,18	3,86	3,98

В контексте рассматриваемой проблемы отметим, что среди причин развития синдрома эмоционального выгорания указываются такие, как: наличие постоянного внутриличностного конфликта в связи с работой; нахождение в новой, непривычной обстановке, в которой он должен проявить высокую эффективность. Развитие синдрома эмоционального выгорания в большей степени наблюдается у руководителей, чья деятельность протекает на стыке двух организационных культур. Как руководители низовых подразделений МЧС России они являются носителями командной организационной культуры, как подчиненные более высокой иерархии аппарата МЧС России, они должны демонстрировать поведение, характерное для бюрократической организационной культуры. Такая «двойственность» поведения в совокупности с другими причинами (например, карьерный рост связан с возрастными изменениями) может усиливать развитие синдрома эмоционального выгорания.

Все вышеизложенное актуализирует необходимость проведения дополнительных научных исследований в области организационной культуры в подразделениях МЧС России. С точки зрения практической значимости данная работа необходима для изучения влияния организационной культуры на развитие эмоционального выгорания руководителей подразделений пожарной охраны и, соответственно, влияния эмоционального выгорания руководителей на эффективность работы как отдельных подразделений пожарной охраны, так и в сложной системе взаимодействия целого министерства.

Литература

1. Емельянова О.Я., Шершень И.В. Аспекты адаптации личности к профессиональной деятельности в ракурсе организационной культуры // Великая победа: патриотическое воспитание молодежи: материалы XVI Всерос. науч.-практ. конф. Воронеж: ВГПГК, 2015. С. 129–132.
2. Кодекс чести сотрудника МЧС России: Приказ МЧС России от 6 марта 2006 г. № 136. Доступ из справ.-правовой системы «Гарант».
3. Теория государства и права / С.С. Алексеев [и др.]. М.: Норма, 2005. 496 с.
4. Психология экстремальных ситуаций для спасателей и пожарных / под общ. ред. Ю.С. Шойгу. М.: Смысл, 2007. 319 с.
5. Самонов А.П. Психология для пожарных. Психологические основы подготовки пожарных к деятельности в экстремальных условиях. Пермь, 1999. 600 с.
6. Томилов В.В. Культура предпринимательства: учеб. для вузов. СПб.: Питер, 2000. 359 с.
7. Ильницкая М.Н., Орел А.А. Организационная культура в государственной структуре МЧС России // Экономика и менеджмент инновационных технологий. 2016. № 12.
8. Снегирев Д.Г., Закинчак А.И. Предложения по совершенствованию организационной культуры добровольной пожарной охраны по Ивановской области // Проблемы обеспечения безопасности при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. 2015. № 2. С. 281–284.

References

1. Emel'yanova O.Ya., Shershen' I.V. Aspekty adaptatsii lichnosti k professional'noj deyatel'nosti v rakurse organizacionnoj kul'tury // Velikaya pobeda: patrioticheskoe vospitanie molodezhi: materialy XVI Vseros. nauch.-prakt. konf. Voronezh: VGPGK, 2015. S. 129–132.
2. Kodeks chesti sotrudnika MCHS Rossii: Prikaz MCHS Rossii ot 6 marta 2006 g. № 136. Dostup iz sprav.-pravovoj sistemy «Garant».
3. Teoriya gosudarstva i prava / S.S. Alekseev [i dr.]. M.: Norma, 2005. 496 s.
4. Psihologiya ekstremal'nyh situacij dlya spasatelej i pozharnyh / pod obshch. red. Yu.S. Shojgu. M.: Smysl, 2007. 319 s.
5. Samonov A.P. Psihologiya dlya pozharnyh. Psihologicheskie osnovy podgotovki pozharnyh k deyatel'nosti v ekstremal'nyh usloviyah. Perm', 1999. 600 s.
6. Tomilov V.V. Kul'tura predprinimatel'stva: ucheb. dlya vuzov. SPb.: Piter, 2000. 359 s.
7. Il'nickaya M.N., Orel A.A. Organizacionnaya kul'tura v gosudarstvennoj strukture MCHS Rossii // Ekonomika i menedzhment innovacionnyh tekhnologij. 2016. № 12.
8. Snegirev D.G., Zakinchak A.I. Predlozheniya po sovershenstvovaniyu organizacionnoj kul'tury dobrovol'noj pozharnoj ohrany po Ivanovskoj oblasti // Problemy obespecheniya bezopasnosti pri likvidacii posledstvij chrezvychajnyh situacij. 2015. № 2. S. 281–284.

КОМПЛЕКСНОЕ ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ ДЛЯ СОТРУДНИКОВ ФЕДЕРАЛЬНОЙ ПРОТИВОПОЖАРНОЙ СЛУЖБЫ ПО ТЕМЕ «ПРОВЕДЕНИЕ РАЗВЕДКИ ПОМЕЩЕНИЙ В УСЛОВИЯХ НУЛЕВОЙ ВИДИМОСТИ»

В.В. Сай, кандидат технических наук;

В.Р. Новиков.

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России.

М.М. Думчева.

Главное управление МЧС России по Санкт-Петербургу

Представлен вариант проведения комплексного практического занятия по работе в условиях нулевой видимости в составе звеньев газодымозащитников. Занятие направлено на формирование профессиональных навыков и умений, повышение мотивации к процессу обучения в системе дополнительного профессионального образования МЧС России. Проведен анализ практического занятия, разработаны рекомендации для его реализации в процессе обучения.

Ключевые слова: нулевая видимость, звенья газодымозащитников, работа в группах, формирование профессиональных навыков и умений

COMPREHENSIVE PRACTICAL TRAINING FOR EMPLOYEES OF FEDERAL FIRE SERVICE ON THE THEME «EXPLORATION AREAS IN CONDITIONS OF ZERO VISIBILITY»

V.V. Say; V.R. Novikov. Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia.
M.M. Dumcheva. Main department of EMERCOM of Russia in Saint-Petersburg

The article presents a version of a comprehensive practical training on the topic of work in conditions of absolute invisibility, as part of the units of smoke-divers. The lesson is aimed at formation of the professional skills and abilities, increasing motivation for the learning process in the system of additional professional education of EMERCOM of Russia. The analysis of practical training is introduced, recommendations for its implementation in the learning process are drawn up.

Keywords: absolute invisibility, units of smoke-divers, work in groups, formation of professional skills and abilities

На данный момент в системе подготовки пожарных и газодымозащитников возникает проблема освоения профессиональных компетенций по проведению разведки помещений в условиях нулевой видимости. Это связано с тем, что при подготовке сотрудников пожарно-спасательных частей (ПСЧ) основное внимание уделяется теоретической части. Однако на реальном пожаре наиболее точную и достоверную информацию о нахождении в здании (сооружении) пострадавших, о наличии факторов, способных осложнить процесс тушения пожара и привести к травмированию и гибели личного состава ПСЧ, можно получить только в ходе разведки. В соответствии с требованиями [1] разведка пожара проводится следующими способами:

- обследование помещений, зданий, сооружений, транспортных средств;
- опрос осведомленных лиц;
- изучение документации, при этом отсутствует алгоритм выполнения практических действий и приемов при проведении разведки в условиях нулевой видимости.

Фактически эти навыки вырабатываются в ходе выполнения боевых действий по тушению пожаров, что, в свою очередь, связано с безусловным риском для жизни и здоровья личного состава. Поэтому возникает потребность в приобретении и совершенствовании навыков действий проведения разведки и ориентации в помещениях в условиях нулевой видимости на всех уровнях профессиональной подготовки.

Вследствие чего актуальным является вопрос о расширении профессиональных программ подготовки пожарных ПСЧ по освоению теоретических знаний и практических навыков при проведении разведки и ориентации в помещениях в условиях нулевой видимости.

Поэтому для повышения качества обучения было разработано комплексное практическое занятие, состоящее из нескольких этапов (модулей), некоторые из которых вариативны и могут быть включены в расчет учебного времени, а могут быть опущены, исходя из численности групп, наличия необходимого количества помещений, в которых будет происходить отработка практических задач и иных факторов.

Данное занятие рекомендуется проводить в рамках следующих профессиональных программ подготовки:

1. Профессиональная подготовка «Пожарный», категория слушателей: «Сотрудники (работники), принятые на должность пожарного».
2. Повышение квалификации газодымозащитников.

Требования к уровню освоения учебного содержания рабочих программ [2, 3]

Обучаемые должны усвоить следующие общие компетенции (ОК):

– ОК 3. Анализировать рабочую ситуацию, осуществлять текущий и итоговый контроль, оценку и коррекцию собственной деятельности, нести ответственность за результаты своей работы.

– ОК 4. Осуществлять поиск информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач.

– ОК 6. Работать в команде, эффективно общаться с коллегами и руководством.

Форма занятия: проблемно-ориентированный интерактивный практикум.

Цель занятия: выявление ошибок и трудностей, возникающих при работе звеньев газодымозащитной службы ПСЧ в условиях нулевой видимости.

Задачи:

- отработка коммуникативных навыков и способа организации малых рабочих групп;
- отработка навыков оперативного управления и принятия решений командиром звена;
- отработка навыков передвижения в условиях нулевой видимости в составе звеньев;
- отработка действий по разведке помещений;
- отработка навыков ведения радиообмена на пожаре;
- организация анализа действий подразделений, самоанализа и усвоения информации, организация рефлексии;
- повышение мотивации к освоению специальных знаний, навыков и умений, профессиональных компетенций с целью дальнейшего профессионального развития.

Описание занятия

Занятие рассчитано на шесть академических часов, группы до 30 человек. В ходе занятия задействованы две аудитории и тренировочная площадка. Каждый обучающийся должен быть экипирован в боевую одежду и снаряжение пожарного, иметь [4]:

- средства защиты органов дыхания и зрения (СИЗОД) (одного типа для всей учебной группы);
- спасательное устройство, входящее в комплект СИЗОД (одно на каждого обучаемого);

- средства связи;
- приборы освещения: групповой фонарь – один на звено газодымозащитной службы (ГДЗС) и индивидуальный фонарь – на каждого газодымозащитника;
- лом легкий;
- пожарно-спасательную веревку;
- средства тушения (рабочая рукавная линия с примкнутым к ней перекрывным стволом, огнетушитель);
- инструмент для проведения специальных работ на пожаре (открывания дверей и вскрытия конструкций (при необходимости выполнения работ)).

Занятие рекомендуется проводить в группах, которые уже начали отработку практических приемов в рамках дисциплины ГДЗС. В этом случае допущенные ошибки при работе звена в условиях нулевой видимости будут обоснованы уже усвоенными принципами и правилами. Однако возможен вариант проведения данного занятия с группами, освоившими только правила работы с дыхательными аппаратами в рамках теоретических занятий. В этом случае у обучаемых отсутствуют двигательные и тактильные навыки, а теоретические знания еще не подвергались апробации. Поэтому в стрессовых условиях, при нахождении в непригодной для дыхания среде (НДС), обучающиеся могут сформировать собственные способы действия и правила поведения.

Занятие начинается с проведения инструктажа по технике безопасности и охране труда. Далее проходит проверка № 1 СИЗОД и надевание боевой одежды. Группа в полном составе выдвигается к тренировочной площадке. В зависимости от количества обучающихся в группе, происходит распределение на звенья по три–четыре человека. Распределение по звеньям может происходить как по выбору обучающихся, так и по решению преподавателя. После этого необходимо довести задачу, которую должны выполнить звенья в условиях НДС. Например: «Произвести разведку подвального помещения в составе звена ГДЗС». В подвале могут находиться пострадавшие, сосуды под давлением, сети тепловых коммуникаций, электрооборудование и т.д. При обнаружении любого из вышеперечисленных объектов произвести доклад по радиостанции.

Перед входом в помещение преподаватель создает условия отсутствия видимости – затемняет панорамные стекла масок дыхательных аппаратов, а каждый из членов звена проводит рабочую проверку своего дыхательного аппарата, результаты проверки докладывают командиру звена.

Командир звена обобщает информацию по звену и докладывает минимальное давление в баллоне постовому на посту безопасности. Постовой производит расчеты и сообщает командиру звена время выхода и минимальное давление контроля выхода, при котором необходимо покинуть помещение. Радиообмен в ходе выполнения поставленной задачи осуществляется между постовым, находящимся на посту безопасности, и командиром звена.

Задача педагога на этапе прохождения звеном полосы заключается в следующем: он находится в одном помещении со звеном и следит за их действиями, за радиообменом и контролирует давление в баллонах, при этом ни в коем случае не подсказывает по ходу работы звена, свои наблюдения отмечает в отдельной ведомости. В случае если звено не может найти выход, а давление в баллонах упало до значения срабатывания сигнального устройства, звено необходимо вывести. Так же важно следить за тем, чтобы остальная часть группы не имела возможности видеть планировку помещения. Звенья заходят в помещения по очереди.

После разведки помещения каждое звено следует в учебную аудиторию, где второй преподаватель обозначает задачу: необходимо начертить схему помещения, которое обследовало звено, и указать свой маршрут продвижения. Данный этап необходимо проводить строго в составе работающего звена.

Когда поочередно каждое из звеньев проведет разведку помещения и начертит его схему, вся группа собирается в классе. Преподаватели подводят промежуточные итоги

первых двух этапов. Здесь необходимо поставить вопросы обучающимся: «С какими трудностями столкнулись?», «Что мешало в ходе работы?» и т.п. Все схемы обсуждаются в общей группе, необходимо обеспечить наглядную демонстрацию и провести сравнение. Так же на данном этапе можно провести разбор наиболее серьезных ошибок, допущенных звеньями в ходе разведки помещения, описать ход действий каждого подразделения в рекомендательном ключе, при этом не давая оценки действий.

После обсуждения группа в полном составе выдвигается на осмотр помещения. На данном этапе каждому из работающих звеньев понадобятся составленные ими схемы для наглядного сравнения. Практическая значимость этого модуля заключается в запуске у обучающихся механизмов самоанализа и оценки собственных действий, происходит формулирование вопросов, перенос собственных ощущений в вербальную среду. По окончании данного этапа и при наличии времени рекомендуется провести интерактивную лекцию, раскрыв в ней основные принципы ведения разведки в условиях нулевой видимости и, тем самым, ответить на поставленные вопросы.

По завершению занятия необходимо провести рефлексию, дав возможность высказаться каждому желающему. Необходимо уточнить, какие вопросы остались у обучающихся, что вызывало трудности, с чем столкнулись впервые, какие выводы сделали и т.д. Все сказанное обучающимися необходимо перевести на язык компетенций и учитывать при построении практических занятий в дальнейшем.

Микроструктура занятия с определением видов образовательной деятельности слушателей, образовательных технологий, которые применяются на учебном занятии, представлена в сводной таблице.

Таблица

Структура занятия	Образовательные цели	Способ организации познавательной деятельности (технология, прием)	Продукт деятельности слушателей	Форма контроля результатов	Индивидуализация обучения
Задание в комнате (малые группы)	Создание условий для включения наработанных способов перемещения в НДС и оценки обстановки в условной НДС	Дается задание так же, как на ГДЗС, ставится цель зайти, исследовать и выйти в полном составе	Тактильный образ комнаты	Самоконтроль и включенное наблюдение ведущих	В малых группах в звеньях по три человека
План комнаты в группе	Развитие коммуникативных навыков, умения доносить информацию, перекодирования информации из тактильной модальности в вербальную и графическую	Групповое задание, договориться и нарисовать единый план по собранным наблюдениям (работа в группах)	Групповой план комнаты	Самоконтроль	В малых группах в звеньях по три человека
Афиширование	Сравнение, сопоставление индивидуального опыта с коллективными решениями других групп и людей	Все выполненные групповые план-схемы вывешиваются на доске. Все участники молча знакомятся с результатами других групп	Экспозиция	Позиционная оценка (внутренняя, без участия преподавателей), самооценка	Индивидуально

Интерактивная дискуссия	Выявление и обсуждение, а также вербализация профессиональных трудностей, возникших в процессе выполнения заданий по правилам ГДЗС	Межгрупповое обсуждение (интерактивная дискуссия)	Тезисы (перечень) профессиональных затруднений, характерных для всех групп при выполнении задания	Фиксация на доске идей и предложений	Согласно правилам интерактивных дискуссий
Проверка графических решений в комнате	Выявление и обсуждение, а также вербализация профессиональных трудностей, дополнительно возникших в процессе выполнения заданий по правилам передвижения в условиях нулевой видимости	Работа в малой группе. Обнаружение неисследованных объектов и окончательное сравнение. Нанесение не обнаруженных объектов на групповой план и внесение в план иных изменений, формулирование вопросов	Окончательный откорректированный план помещения	Представленные откорректированные групповые планы	Фиксация индивидуальных вопросов
Критериальная оценка	Ознакомить с критериями выполнения профессиональных задач по правилам передвижения и ориентировки в помещениях в условиях нулевой видимости	Групповая работа в малых группах	Лист критериальной оценки	Оценка внутри группы	Самооценка согласно месту в звене (по должностным инструкциям)
Краткая интерактивная лекция (вариативный модуль)	Формирование понятия о разведке помещений в условиях нулевой видимости	Интерактивная лекция, включая интервью и ответы на вопросы из п. 5	Презентация	Ответы на вопросы по ходу лекции	Согласно правилам интерактивных лекций
Рефлексия	Формирование опыта. Самоанализ процесса учения. Развитие мотивации к освоению курса «Разведка помещений в условиях нулевой видимости»	Обсуждение в кругу	Индивидуальные высказывания и самоопределение в программе курса «Разведка помещений в условиях нулевой видимости»	По правилам ведения рефлексии (высказывается каждый, от первого лица, не повторяться)	Самоконтроль

Анализ проведенного занятия

27 марта 2019 г. на базе института профессиональной подготовки Санкт-Петербургского университета Государственной противопожарной службы МЧС России прошло занятие с группой, обучающейся по направлению Профессиональная подготовка «Пожарный», в составе 15 человек.

Предварительно группа была обучена правилам работы с дыхательными аппаратами, проведению рабочей проверки, отработала включение в аппараты и работу в условиях повышенных физических нагрузок.

Комплексное практическое занятие по проведению разведки помещений в условиях нулевой видимости было запланировано с целью выявить основные проблемные вопросы, с которыми сталкивается газодымозащитник при отсутствии у него достаточного опыта работы в различных помещениях с НДС.

Занятие проводилось в соответствии с разработанной структурой, за исключением этапа интерактивной лекции ввиду отсутствия времени.

В качестве помещения, которое необходимо было разведать, был выбран подвал сложной планировки, с наличием помещений больших площадей, с расположением в них тепловых коммуникаций. В подвале находилось три газовых баллона (рис. 1).

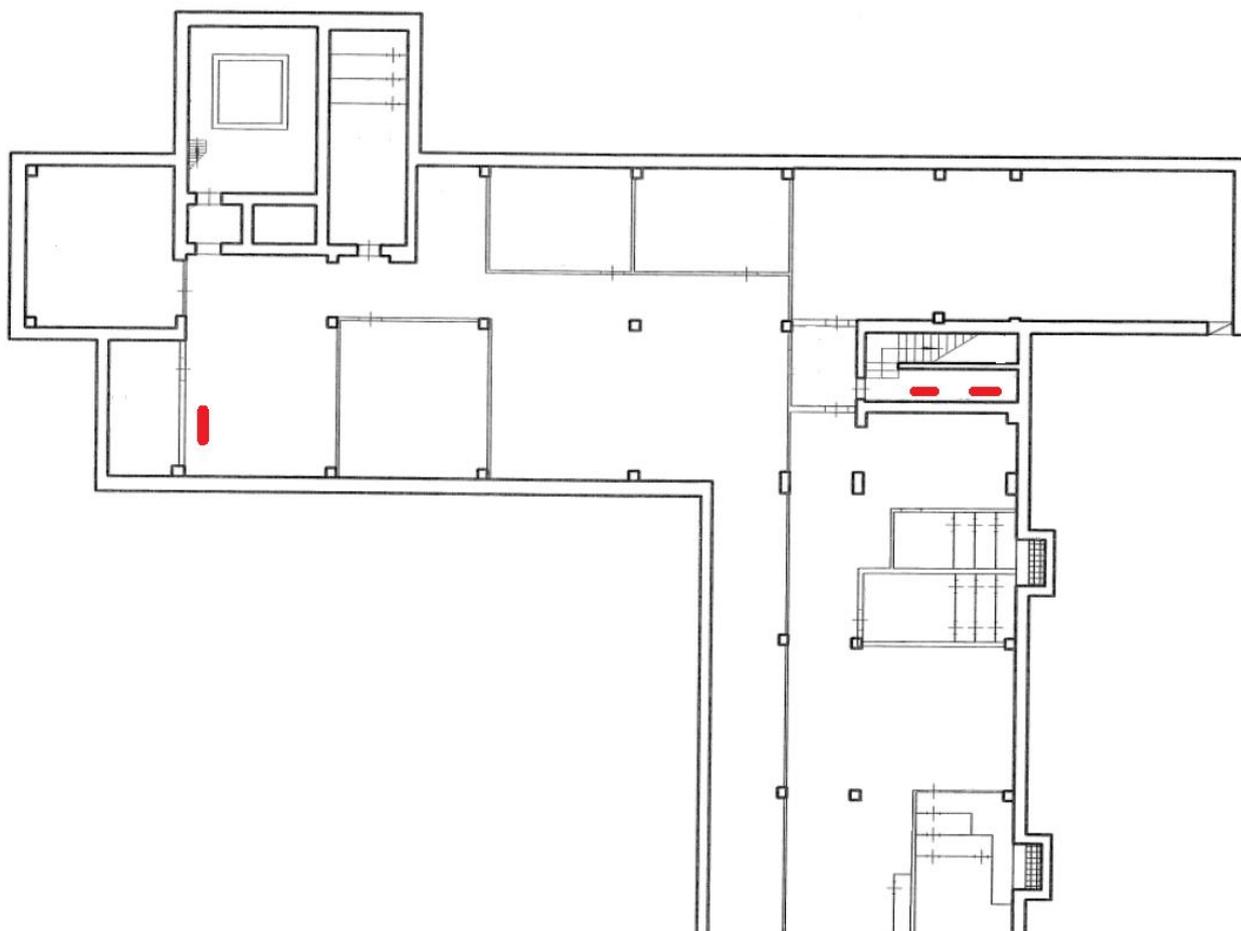


Рис. 1. План обследуемого подвального помещения с указанием размещения газовых баллонов

Обучающиеся были распределены на пять звеньев, по три человека в каждом. Работу звеньев по разведке помещения контролировали два преподавателя, осуществляя радиообмен, контролируя давление в баллонах, отмечая недостатки в организации работы звеньев. Анализируя ошибки, допущенные в ходе работы всех пяти звеньев, можно выделить наиболее серьезные (допущение которых на реальном пожаре может привести к потере звена, невозможности обнаружения пострадавших и представляющих угрозу жизни объектов, гибели личного состава):

1. Звено распалось, то есть один или несколько членов звена не успевали продвигаться за командиром звена.
2. Звено передвигалось в полный рост.
3. При возвращении звено нарушило очередность захода.
4. Звено заблудилось и не доложило об этом по радиосвязи.
5. При разведке помещения оставались «слепые зоны».
6. При обнаружении сосудов, находящихся под давлением, доклада по радиосвязи не поступало.

Вышеперечисленные ошибки можно обосновать отсутствием практического опыта у большинства обучающихся. В ходе анализа действий подразделений был произведен подробный разбор с указанием на возможные последствия ошибочных действий. По окончании практического этапа и этапа визуализации (создания схемы) получили следующие изображения (рис. 2–6).

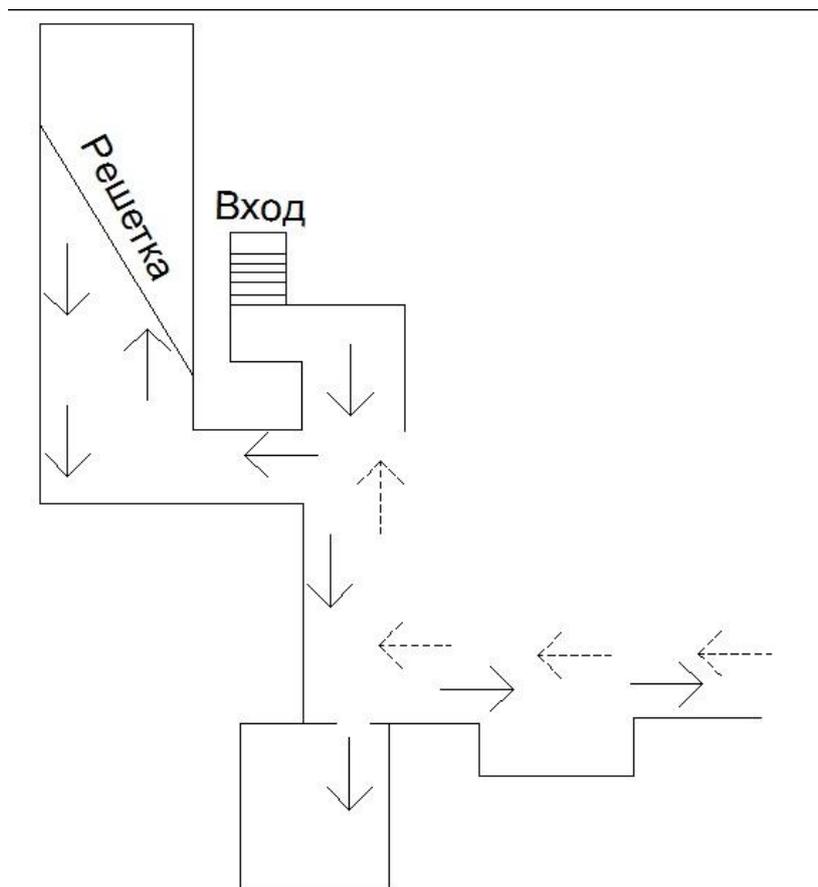


Рис. 2. Схема, составленная первым звеном газодымозащитников

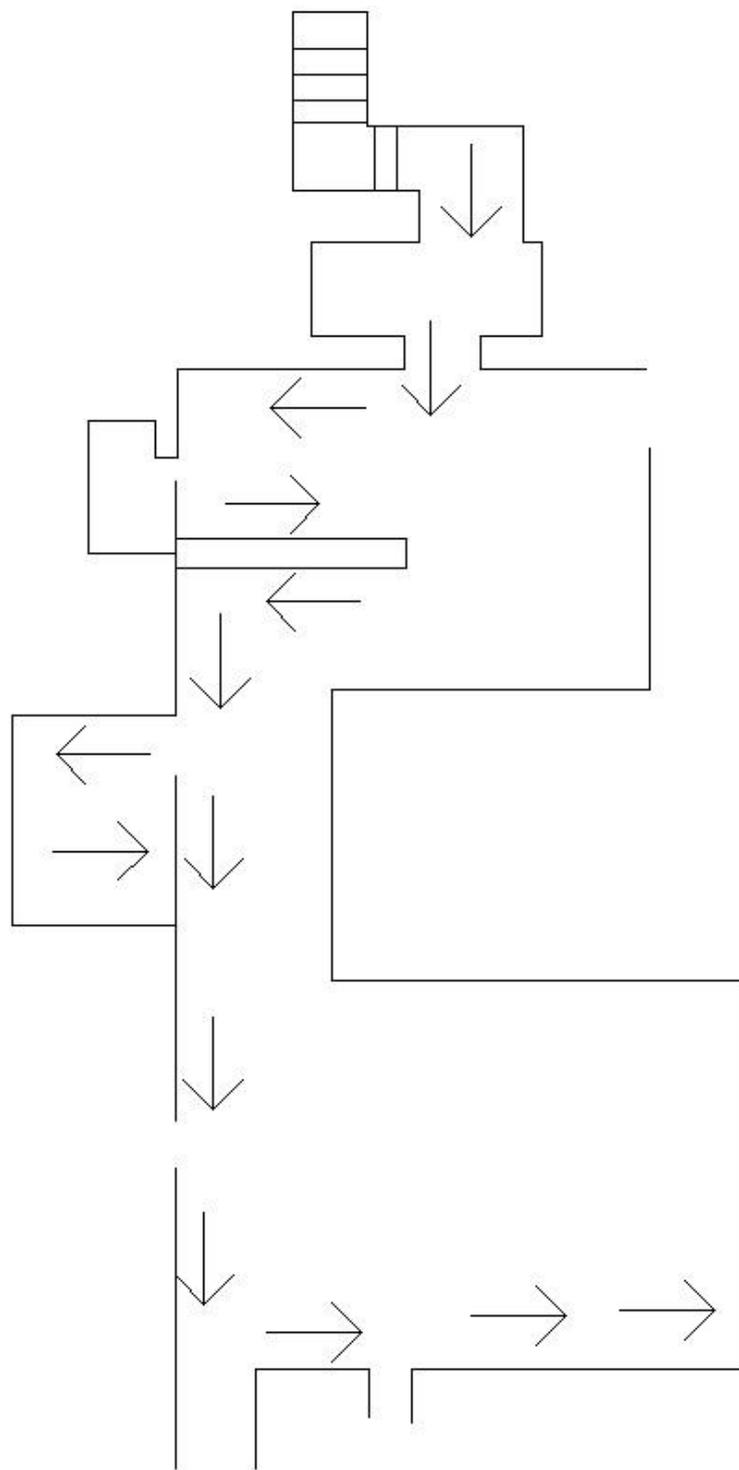


Рис. 3. Схема, составленная вторым звеном газодымозащитников

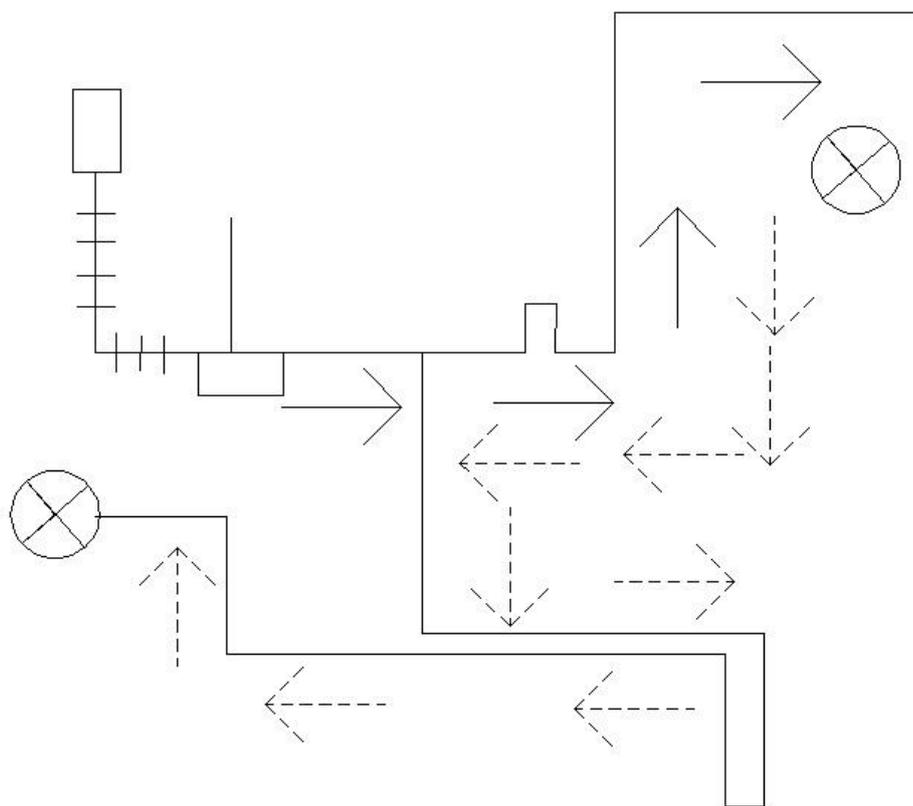


Рис. 4. Схема, составленная третьим звеном газодымозащитников

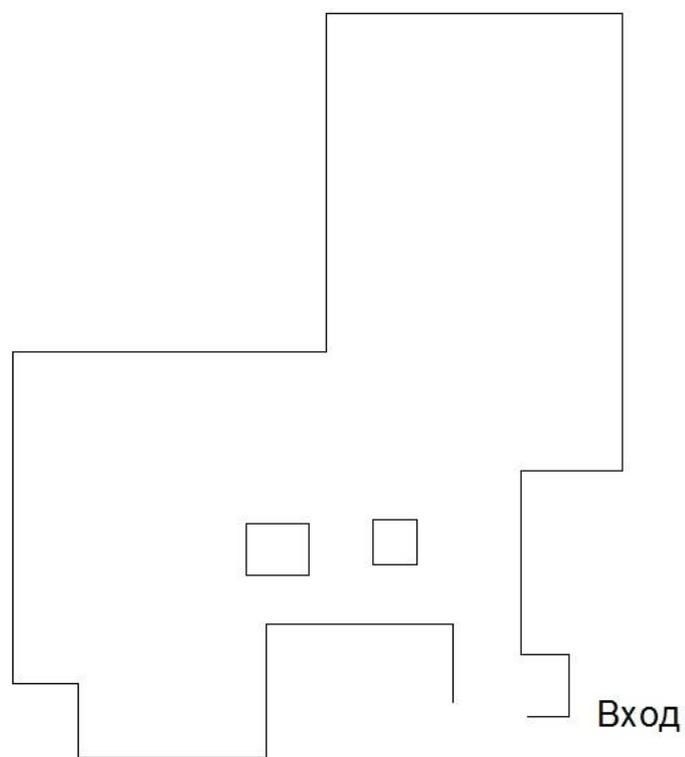


Рис. 5. Схема, составленная четвертым звеном газодымозащитников

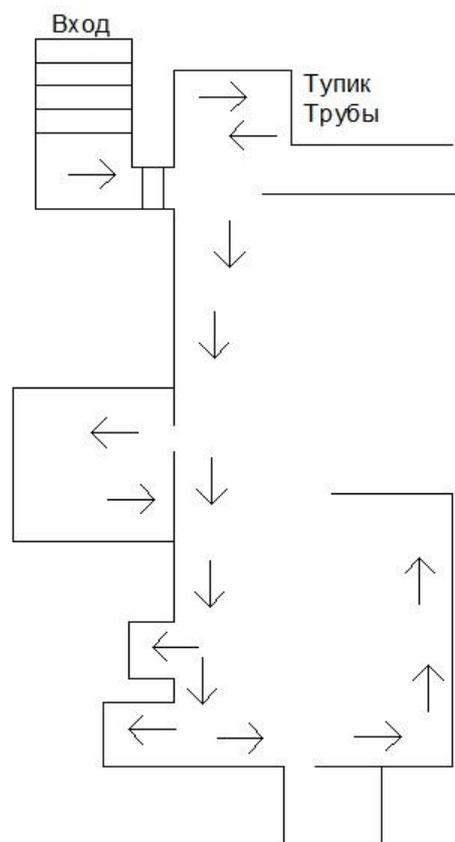


Рис. 6. Схема, составленная пятым звеном газодымозащитников

Следует отметить, что все подразделения практически точно изобразили свой маршрут продвижения.

На этапе сравнения предложенных схем с реальной планировкой помещений были наглядно показаны пути продвижения звеньев, отмечены контрольные точки, на которых каждому звену была дана команда к выходу.

В ходе рефлексии по окончании практического занятия был поставлен вопрос «Что, помимо отсутствия видимости, оказалось самым трудным в работе?». Из ответов следует, что затруднение вызвали:

1. Большие объемы помещений.
2. Сложности в обнаружении препятствий.
3. Боязнь отстать от звена.
4. Дезориентация в пространстве.
5. Боязнь темноты, полное отсутствие видимости.

Переводя вышеизложенное на язык компетенций, делаем вывод, что на данном этапе подготовки, в рамках комплексного практического занятия, на стадии начального формирования находятся следующие профессиональные компетенции:

- ПК 7. Вести действия по тушению пожаров в составе звена ГЗДС;
- ПК 8. Проводить аварийно-спасательные работы в составе звена ГЗДС.

А так же осуществлять оценку оперативно-тактической обстановки и принятия управленческого решения на организацию и ведение оперативно-тактических действий по тушению пожаров и проведению аварийно-спасательных работ (ПК 14).

Данное занятие построено таким образом, чтобы минуя стадию рассмотрения теоретических сведений о передвижении звена в условиях нулевой видимости и работу в НДС, смоделировать одни из наиболее трудных условий, в которых приходится работать сотрудникам ПСЧ. Это достигается при помощи отсутствия видимости у работающего звена и сложной планировки тренировочной площадки. Остальные этапы занятия направлены

на перенос полученных с помощью кинестетических механизмов сведений в визуальную плоскость, задействование различных способов запоминания и отработку развития способности работать в условиях многозадачности.

Одним из ожидаемых результатов занятия является повышение уровня мотивации у обучающихся к освоению профессиональных компетенций в полном объеме.

В учебных группах, где изначально сложился качественный уровень общения, данное комплексное занятие в основном будет направлено на отработку действий в различных малых группах. В случае если для группы в целом характерна конфликтная обстановка, в ходе занятия значительно улучшаются навыки коммуникации в малых группах, что, как следствие, влияет на уровень общения целого коллектива.

Литература

1. Об утверждении Боевого устава подразделений пожарной охраны, определяющего порядок организации тушения пожаров и проведения аварийно-спасательных работ: Приказ МЧС России от 16 окт. 2017 г. № 444. Доступ из справ.-правового портала «Гарант».

2. Профессиональная подготовка «Пожарный», Категория слушателей: «Сотрудники (работники), принятые на должность пожарного»: рабочая программа (утв. 20 февр. 2018 г. начальником Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России генерал-лейтенантом внутренней службы Э.Н. Чижиковым) // СПб университет ГПС МЧС России. URL: <http://www.igps.ru> (дата обращения: 10.04.2019).

3. Повышение квалификации газодымозащитников, категория слушателей: «Сотрудники и работники, исполнение должностных обязанностей которых связано с применением средств индивидуальной защиты органов дыхания и зрения»: рабочая программа (утв. 20 февр. 2018 г. начальником Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России генерал-лейтенантом внутренней службы Э.Н. Чижиковым) // СПб университет ГПС МЧС России. URL: <http://www.igps.ru> (дата обращения: 10.04.2019).

4. Об утверждении Правил проведения личным составом федеральной противопожарной службы Государственной противопожарной службы аварийно-спасательных работ при тушении пожаров с использованием средств индивидуальной защиты органов дыхания и зрения в непригодной для дыхания среде: Приказ МЧС России от 9 янв. 2013 г. № 3. Доступ из справ.-правового портала «Гарант».

References

1. Ob utverzhdenii Boevogo ustava podrazdelenij pozharnoj ohrany, opredelyayushchego poryadok organizacii tusheniya pozharov i provedeniya avarijno-spasatel'nyh работ: Prikaz MCHS Rossii ot 16 okt. 2017 g. № 444. Dostup iz sprav.-pravovogo portala «Garant».

2. Professional'naya podgotovka «Pozharnyj», Kategoriya slushatelej: «Sotrudniki (rabotniki), prinyatye na dolzhnost' pozharnogo»: rabochaya programma (utv. 20 fevr. 2018 g. nachal'nikom Sankt-Peterburgskogo universiteta GPS MCHS Rossii general-lejtenantom vnutrennej sluzhby E.N. Chizhikovym) // SPb universitet GPS MCHS Rossii. URL: <http://www.igps.ru> (data obrashcheniya: 10.04.2019).

3. Povyshenie kvalifikacii gazodymozashchitnikov, kategoriya slushatelej: «Sotrudniki i rabotniki, ispolnenie dolzhnostnyh obyazannostej kotoryh svyazano s primeneniem sredstv individual'noj zashchity organov dyhaniya i zreniya»: rabochaya programma (utv. 20 fevr. 2018 g. nachal'nikom Sankt-Peterburgskogo universiteta GPS MCHS Rossii general-lejtenantom vnutrennej sluzhby E.N. Chizhikovym) // SPb universitet GPS MCHS Rossii. URL: <http://www.igps.ru> (data obrashcheniya: 10.04.2019).

4. Ob utverzhdenii Pravil provedeniya lichnym sostavom federal'noj protivopozharnoj sluzhby Gosudarstvennoj protivopozharnoj sluzhby avarijno-spasatel'nyh работ pri tushenii pozharov s ispol'zovaniem sredstv individual'noj zashchity organov dyhaniya i zreniya v neprigodnoj dlya dyhaniya srede: Prikaz MCHS Rossii ot 9 yanv. 2013 g. № 3. Dostup iz sprav.-pravovogo portala «Garant».

ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕКТРОННОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ ПРИ ОБУЧЕНИИ В ВУЗАХ

Н.В. Васильева, кандидат технических наук, доцент.

Санкт-Петербургский государственный морской технический университет.

Н.Б. Кунтурова, доктор педагогических наук.

Военно-космическая академия им. А.Ф. Можайского.

Е.А. Малыгина, кандидат педагогических наук.

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

Статья посвящена вопросам повышения эффективности обучения на основе электронной системы управления обучением, позволяющей организовывать и корректировать самостоятельную работу обучающихся. Авторы делятся опытом разработки и использования в учебном процессе электронных учебных курсов, обсуждают формат таких приложений, приводят требования к ним, необходимые для реализации основных задач обучения.

Ключевые слова: образовательная среда, электронный учебный комплекс, математика, онлайн-обучение, учебные материалы, интерфейс, тестирование

APPLICATION OF ELECTRONIC INFORMATION EDUCATIONAL ENVIRONMENT WHEN TRAINING IN HIGHER EDUCATION INSTITUTIONS

N.V. Vasileva. Saint-Petersburg state maritime technical university.

N.B. Kunturova. Military space academy named after A.F. Mozhayskiy.

E.A. Malygina. Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia

The article is devoted to the issues of increasing the effectiveness of training on the basis of electronic learning management system that allows to organize and adjust the independent work of students. The authors share their experience in the development and use of e-learning courses in the educational process, discuss the format of such applications, give the requirements for them necessary for the implementation of the main objectives of training.

Keywords: educational environment, electronic educational complex, mathematics, online learning, training materials, interface, testing

Использование элементов электронного обучения в учебном процессе существенно повышает его качество, что в настоящее время является неоспоримым. Несмотря на это, широкое применение электронных и беспроводных мобильных устройств в вузах силовых структур мало распространено, хотя техническое оснащение их учебных аудиторий, как правило, выше, чем в гражданских вузах. Это скорее всего, связано с инертностью и консервативностью преподавателей, поскольку обучающиеся, как правило, активно включаются в этот процесс. Более того, новые федеральные государственные образовательные стандарты третьего поколения предписывают вузу разработать информационно-образовательную среду (ИОС), с помощью которой каждый обучающийся в течение всего периода обучения должен быть обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к одной или нескольким электронно-библиотечным системам и к электронной ИОС вуза [1].

Под основными компонентами ИОС вуза [2] понимаются:

– информационно-образовательные ресурсы;

- компьютерные средства обучения;
- система управления образовательным процессом.

Важнейшим из них является система управления образовательным процессом, позволяющая создать виртуальную среду онлайн-обучения и управлять ею, а ее основой являются электронные учебные комплексы (ЭУК), разрабатываемые на основе модульного принципа построения изучаемых дисциплин с использованием элементов интерактивного диалога и системы тестирования.

Платформой образовательного сегмента, направляющей и контролирующей процесс онлайн-обучения, может служить разработанный учебный сайт вуза, например, учебный сайт кафедры высшей математики, разработанный в Санкт-Петербургском государственном морском техническом университете на основе системы управления контентом Drupal.

В Военно-космической академии им. А.Ф. Можайского управление образовательным процессом непосредственно между преподавателем и обучающимися возможно осуществлять через облачные хранилища.

Система управления образовательной деятельностью позволяет использовать в учебном процессе элементы онлайн-обучения, что существенно повышает качество обучения, при этом результаты исследований, проведенных в работах [3, 4], показывают, что эффективность учебного процесса повышается при сочетании различных форм обучения, то есть при так называемом смешанном обучении (blended learning), при котором часть учебного материала изучается в системе удаленного доступа (on line).

К преимуществам смешанного обучения можно отнести:

- возможности мобильной связи и обмена информацией между учащимися и преподавателем;
- доступ обучающихся к методическим материалам изучаемой дисциплины в любое удобное время и в любом месте;
- свободный выбор последовательности, объема и уровня глубины изучения дисциплины;
- возможность самому обучающемуся определять темп, время и место обучения;
- средства контроля и проверки преподавателем уровня усвоения учебного материала академической группы.

Смешанное обучение позволяет реализовать методологию «обратного класса», при которой часть лекционного материала изучается учащимися в системе удаленного доступа, а затем на практическом занятии обсуждаются результаты и демонстрируется применение теории для решения практических задач.

Используя в учебном процессе элементы онлайн-обучения, следует понимать, что оно должно обеспечивать интеграцию информационных и педагогических технологий. При этом технологии передачи информации от педагога к студенту являются не менее важными составляющими для организации образовательной деятельности, чем ее педагогическая составляющая. Поэтому исследование вопросов эффективности использования в учебном процессе элементов смешанного обучения и разработка для его реализации программных приложений, требований, предъявляемых к ним и их формату с целью обеспечения удобства пользователей, является актуальным на современном этапе.

Электронные учебные курсы как основа реализации смешанного обучения в вузе

Целью использования элементов онлайн-обучения в учебном процессе, проходящем в очной форме, является управление самостоятельной работой обучающихся, ее организация и корректировка.

Серьезное влияние на обучающихся при смешанном обучении оказывают как учебные программные ресурсы, так и технологии передачи информации от педагога к обучающемуся. Наиболее часто используемые преподавателями инструменты и учебные ресурсы сконцентрированы в учебных пособиях и презентациях Power Point и основаны на традиционных – пассивных методах обучения, которые плохо активизируют

обучающихся в образовательном процессе [5], что регулируется при применении смешанного обучения.

Вряд ли можно считать дистанционным или онлайн-обучением образовательный процесс, при котором все учебные методические материалы пересылаются пользователям через почту, так называемое «кейсовое обучение», и даже через учебный сайт, разработанный как некоторый «файлообменник». Комплекс разработанных программных продуктов должен не только предоставлять обучающимся теоретические и практические материалы, но и реализовывать задачи обучения: выработку навыков решения практических задач и осуществление контроля усвоения знаний. Важно наполнить ИОС вуза электронными интерактивными курсами (ЭУК), с помощью которых реализуется не только пассивное изучение дисциплины (чтение контента), но и активное обучение (тестирование, выполнение курсовых проектов, личный мониторинг полученных знаний).

Разработка ЭУК, создающих виртуальную образовательную среду с элементами интерактивного диалога и разделом личного мониторинга, предоставляющих обучающимся свободный выбор как последовательности, так и уровня глубины изучаемого материала, является востребованной в образовательном процессе вузов силовых структур. Целесообразным и эффективным представляется наличие в ЭУК системы тестирования, которая позволяет обучающимся оценивать полученные ими с помощью ЭУК знания, а преподавателю осуществлять контроль уровня знаний учебной группы на каждом этапе учебного процесса. Исследования [6–8] показали требования, которым должны удовлетворять разработанные учебные ресурсы, чтобы способствовать эффективному обучению и быть удобными для использования. Методология повышения эффективности разработки программных продуктов, предназначенных для электронного (E-learning) и мобильного (M-learning) обучения, описывается в работах [9–11].

Многолетний опыт использования авторами элементов онлайн-обучения в образовательном процессе показал, что эффективнее всего разрабатывать ЭУК на основе собственной оригинальной оболочки (шаблона), позволяющей учесть все нужды и особенности как обучающихся, так и специфику изучаемой дисциплины. Такие ЭУК открываются под любым браузером, на любом проводном (компьютер, ноутбук) или беспроводном (смартфон, планшет) сетевом электронном устройстве с минимальным набором требований и в любой операционной системе. Разработанные в собственной оригинальной оболочке ЭУК имеют сравнительно небольшой объем, не будут требовать большой оперативной памяти и могут быть загружены на любое электронное устройство.

Примером разработки и применения ЭУК в учебном процессе является ЭУК «Математика», выполненный авторами и с успехом используемый в Санкт-Петербургском государственном морском техническом университете и в Военно-космической академии им. А.Ф. Можайского.

ЭУК «Математика»

ЭУК «Математика» – это поток приложений (электронных учебников), созданных в разработанной оригинальной оболочке (шаблоне), соответствующих изучаемым в высшей школе разделам математической дисциплины, таких как: «Линейная и векторная алгебра», «Аналитическая геометрия», «Математический анализ», «Дифференциальные уравнения», «Теория вероятностей».

ЭУК «Математика» используется обучающимися в самостоятельной работе, проходящей, как правило, вне аудитории. В связи с этим интерфейс ЭУК «Математика» разработан так, чтобы обеспечить наибольшее удобство пользователю, так называемый интерактивный ЭУК (рис. 1) с хорошо разработанной системой связи между его элементами – «дружественным интерфейсом».

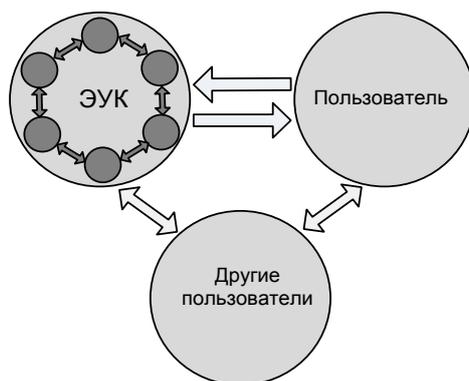


Рис. 1. Интерактивный ЭУК

Интерфейс ЭУК – это «витрина или лицо интерактивной электронной книги. Критерии интерфейса учитывают эстетические и визуальные свойства дизайна, связанные с особенностями удобства использования интерактивной электронной книги» [9]. В интерактивном ЭУК пользователь, электронный учебник и виртуальная среда могут взаимодействовать друг с другом; элементы электронного учебника могут общаться и взаимодействовать между собой, а также с пользователями; многие каналы связи используются одновременно.

Шаблон ЭУК «Математика» предоставляется преподавателям в виде программы с открытым кодом с использованием HTML, CSS и Java Script технологий. Используя созданный шаблон, можно создавать новые ЭУК по любой учебной дисциплине, проведя некоторое редактирование, то есть, заполняя текстом и набором формул элементы оболочки. Импорт математических формул в электронные учебники осуществлялся с помощью графического редактора Photoshop, а также инструментария HTML Help Workshop.

При входе в приложение открывается главное двухуровневое меню модуля изучаемой дисциплины или модуля раздела дисциплины (рис. 2), которая разбита на модули (занятия), а в качестве единицы занятия выбрана одна web-страница (экран). Через главное меню можно перейти к любой странице любого занятия.

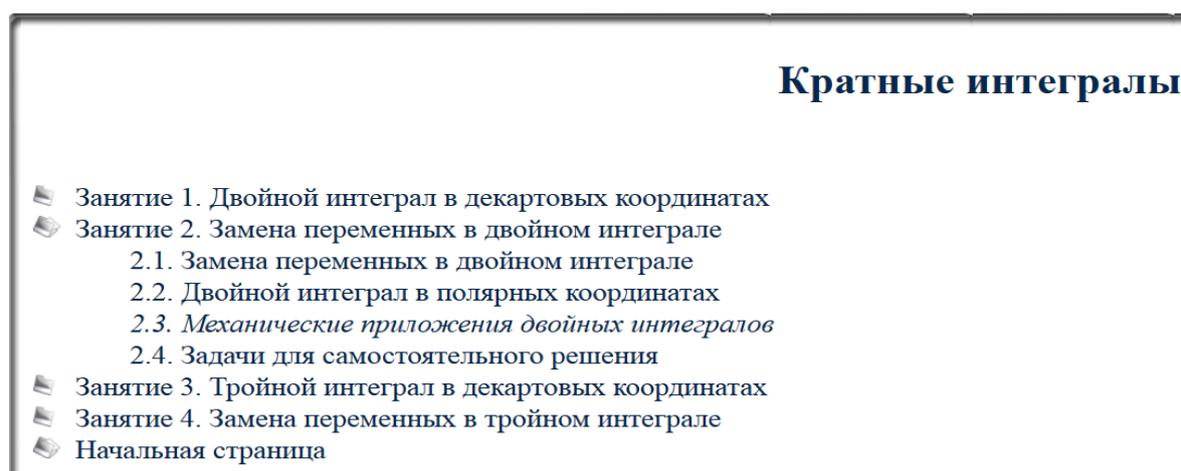


Рис. 2. Главное меню модуля «Кратные интегралы»

На рис. 3 показан вид экрана одной web-страницы изучаемого занятия. В левой части экрана размещено меню его web-страниц и кнопка перехода к списку занятий.

1. Кратные интегралы	
Содержание	Занятие 2. Замена переменных в двойном интеграле
Занятие 2. Замена переменных в двойном интеграле 2.1. Замена переменных в двойном интеграле 2.2. Двойной интеграл в полярных координатах 2.3. Механические приложения двойных интегралов 2.4. Задачи для самостоятельного решения Список занятий по курсу "Кратные	<p style="text-align: center;">2.2. Двойной интеграл в полярных координатах</p> <p>Двойной интеграл в полярных координатах</p> <p>Поскольку для полярных координат $\rho \geq 0$ и φ, для которых справедливо $\begin{cases} x = \rho \cdot \cos \varphi \\ y = \rho \cdot \sin \varphi \end{cases}$, якобиан преобразования равен $I = \begin{vmatrix} \frac{\partial x}{\partial \rho} & \frac{\partial x}{\partial \varphi} \\ \frac{\partial y}{\partial \rho} & \frac{\partial y}{\partial \varphi} \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} \cos \varphi & -\rho \sin \varphi \\ \sin \varphi & \rho \cos \varphi \end{vmatrix} = \rho \cos^2 \varphi + \rho \sin^2 \varphi = \rho$, то при переходе к полярным координатам двойной интеграл преобразуется к виду:</p> $\iint_D f(x, y) dx dy = \iint_{D'} f(\rho, \varphi) \rho d\rho d\varphi .$ <p>Задача (+)</p>

Рис. 3. Окно просмотра ЭУК «Математика»

Вид экрана занятия разработан так, что учебник можно изучать на двух уровнях: учить теорию при подготовке к экзаменам или получать навыки решения задач, если выполняется домашнее задание или идет подготовка к контрольной работе. Для этого на экране открыто и выделено ярким цветом ядро информации: определения, теоремы, замечания. Дополнительная информация: доказательства теорем, примеры, иллюстрирующие теоретический материал и т.д. открываются и закрываются в случае необходимости соответствующими кнопками. Подобное представление информации способствует удобному ее прочтению на экране, быстрому запоминанию и выделению той части материала, которая актуальна на данный период.

Раздел личного мониторинга ЭУК, размещенный в конце каждого занятия, включает в себя набор задач для самостоятельного решения с ответами (рис. 4) и систему тестирования. Набор задач для самостоятельного решения с ответами, а иногда и с подсказками, является не только элементом самоконтроля, но и решает важную задачу обучения – способствует закреплению изученного материала.

1. Кратные интегралы	
Содержание	Занятие 4. Замена переменных в тройном интеграле
Занятие 4. Замена переменных в тройном интеграле 4.1. Замена переменных в тройном интеграле 4.2. Тройной интеграл в сферических координатах 4.3. Механические приложения тройных интегралов 4.4. Задачи для самостоятельного решения Список занятий по курсу "Кратные интегралы"	<p style="text-align: center;">3.4. Задачи для самостоятельного решения</p> <p>Задача 1 (+)</p> <p>Задача 2 (+)</p> <p>Задача 3 (+)</p> <p>Задача 4 (+)</p>

Рис. 4. Задачи для самостоятельного решения

Система тестирования ЭУК включает в себя набор контрольных тестов по всем темам изучаемой дисциплины. Система тестирования в ЭУК представлена в двух видах:

- в виде встроенных модулей в электронный учебник, которые являются элементами личного мониторинга полученных знаний обучающегося и в которые можно войти с начальной страницы каждого модуля;

- в виде тестовой базы для проведения контроля знаний академической группы преподавателем, которая размещена на сайте вуза.

На рис. 5 показано окно просмотра одного тестового задания сеанса самотестирования пользователем. При сеансе допускается свободная навигация по вопросам, то есть можно вернуться к предыдущим вопросам кнопками «Далее» и «Назад», которые окрашиваются при нажатии.

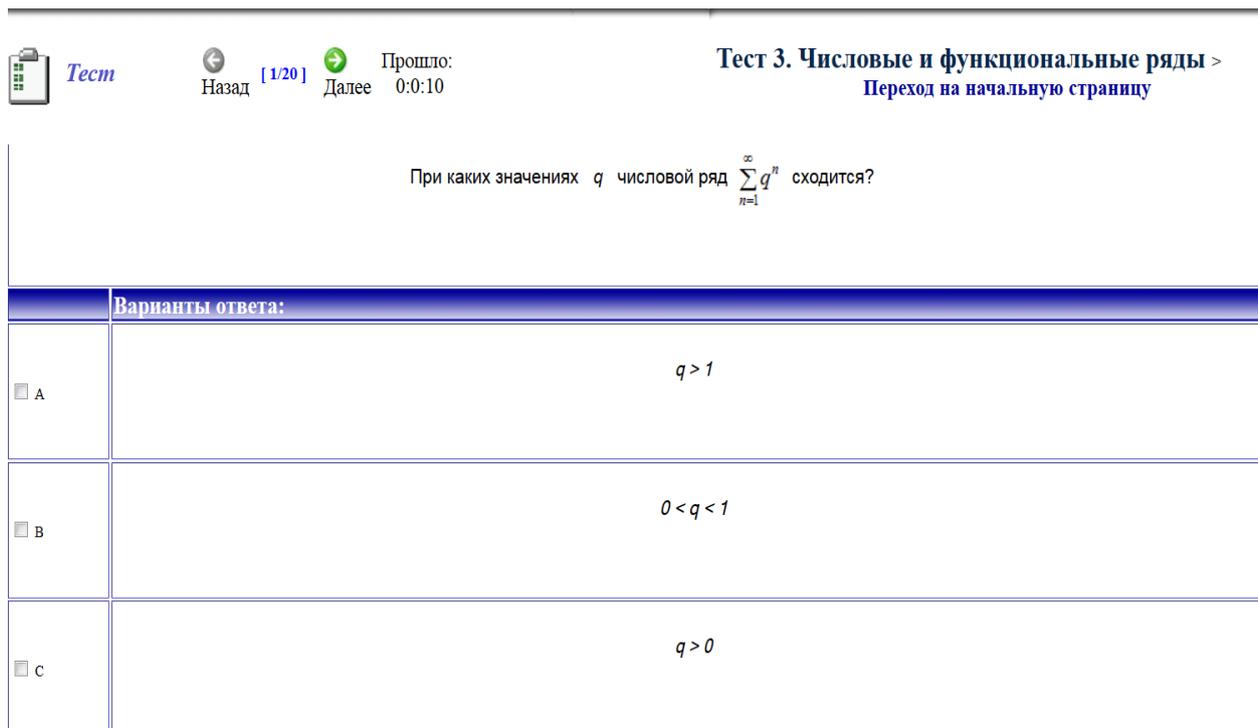


Рис. 5. Экран тестового задания

На экране размещается количество задач в задании, номер задачи, которая просматривается на экране, а также счетчик времени. Эти атрибуты дают возможность контролировать сеанс тестирования, который заканчивается при нажатии кнопки «Далее» после последней задачи. При этом выдается сообщение: «Вы уверены?».

После окончания сеанса тестирования оглашаются его результаты, то есть выставляется оценка, указывается количество правильных ответов, а также даются рекомендации для повторного изучения отдельных разделов учебника в виде гиперссылок, по которым можно к этим разделам перейти (рис. 6).

После повторного изучения материала, знания которого оказались недостаточными, можно пройти этот же тест заново. Возможность использовать при этом запоминание исключена, поскольку при каждом входе в систему вопросы и варианты ответов перемешиваются. Если окажется, что тест пройден без ошибок, то по соответствующей кнопке можно перейти на начальную страницу и продолжить изучение материала.

Результат:

Тема: Числовые и функциональные ряды. Ряд Фурье

Выводы/оценки:
Очки: 18 из 20
Ваш рейтинг: 0.9

(50% - 100%) - Зачет: да
(80% - 100%) - Ваша оценка: 5

Вам рекомендуется прочитать следующие разделы:

- [1.5. Признаки сравнения](#)
- [2.5. Степенной ряд и его область сходимости](#)

Рис. 6. Оглашение результатов тестирования

Система тестирования для контроля знаний студенческой группы (например, для выставления аттестационной оценки) может использоваться как в компьютерном классе вуза, так и в обычной аудитории с использованием смартфонов (рис. 7). Перемешивание вопросов теста и вариантов ответов при каждом входе в систему исключает «списывание», поэтому всей студенческой группе может быть предложен один вариант теста.

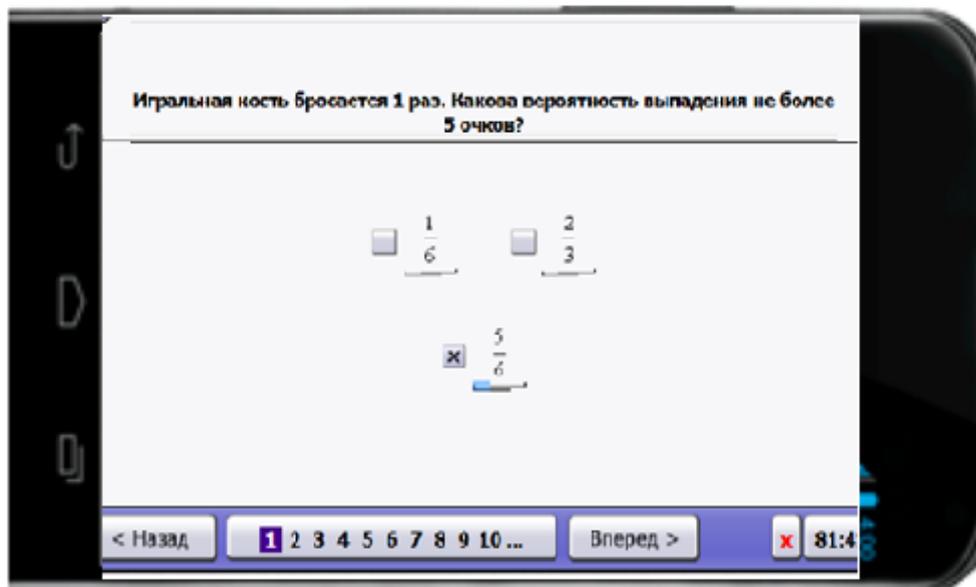


Рис. 7. Сеанс тестирования на смартфоне

Результаты тестирования студентов академической группы сохраняются для преподавателя в «Дневнике пользователя» (рис. 8, 9).

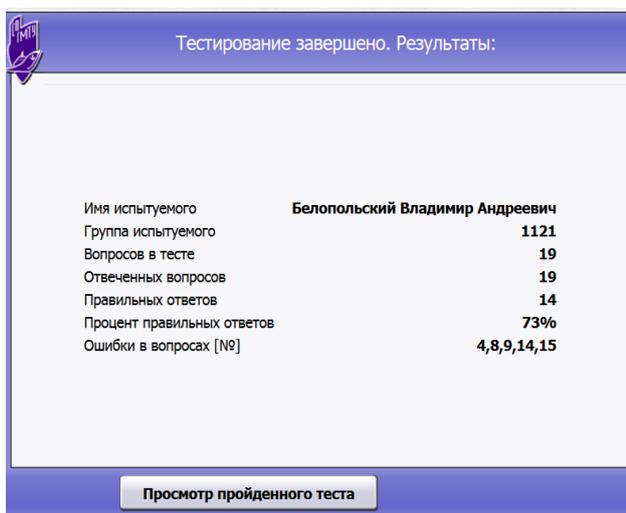


Рис. 8. Оглашение результатов

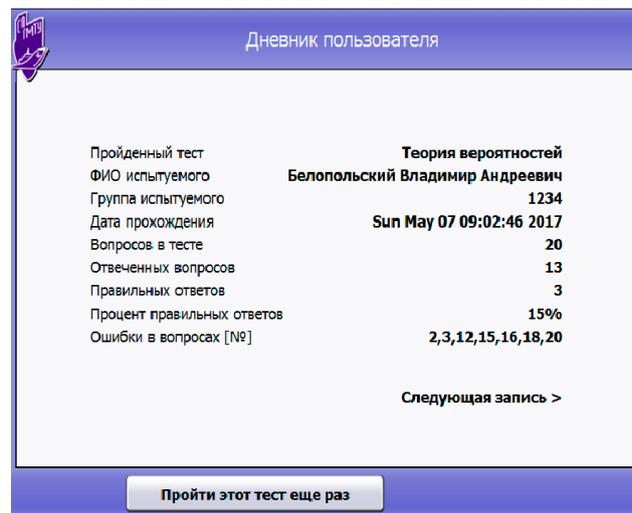


Рис. 9. Дневник пользователя

Это позволит преподавателю на основе результатов тестирования корректировать процесс обучения. По окончании сеанса тестирования обучающимся дается возможность просмотреть тест, а также пройти его повторно с исправлением сделанных ошибок.

Проведение контроля в виде тестирования в течение семестра существенно повышает качество обучения и способствует лучшим результатам при контрольных испытаниях (сдача экзамена или зачета). «Неотвратимость» постоянного контроля, которая занимает малое количество времени, мотивирует учащихся к активной работе в течение семестра и является в какой-то степени «репетицией» экзамена или зачета. Особенно эффективно проведение тестирования в течение семестра, если после каждого сеанса преподаватель обсуждает с обучающимися полученные результаты и допущенные ошибки.

Результаты проводимых в учебных группах Санкт-Петербургского государственного морского технического университета (экспериментальные группы) тестирований и сравнительный анализ успеваемости (в процентах сдавших экзамен при первой попытке) с результатами групп, где ЭУК и тестирование не применялись (контрольные группы) осуществлены в течение семестра на примере: четырех групп факультета целевой и контрактной подготовки – экспериментальные группы (ряд 2) и четырех групп факультета морского приборостроения – контрольные группы – (ряд 1). Полученные результаты подтверждают эффективность такой работы и приведены на рис. 10.

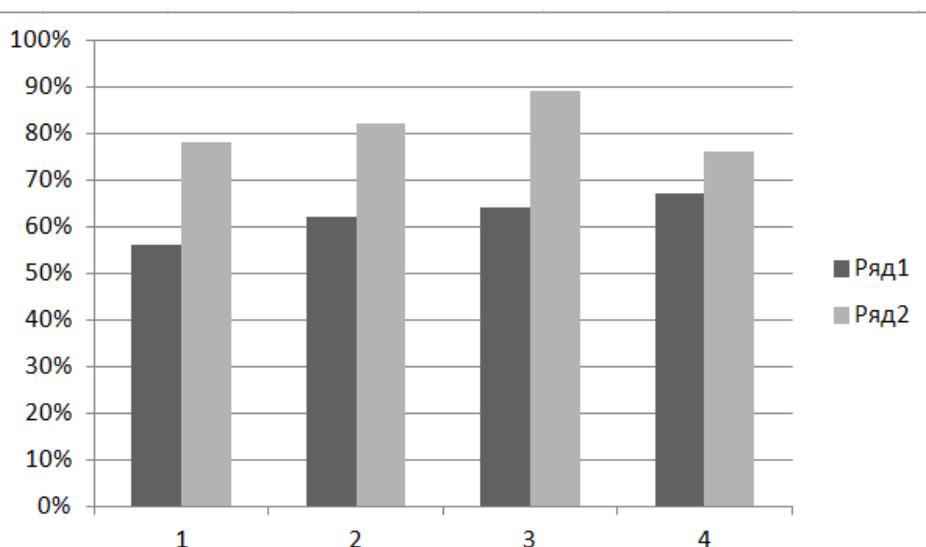


Рис. 10. Сравнительный анализ результатов экзаменов

Использование электронных и мобильных устройств в образовании не является самоцелью, оно повышает качество обучения, если в образовательном процессе информационные технологии сочетаются с педагогическими технологиями. Грамотно методически разработанные и удобные в пользовании электронные учебные комплексы, созданные на платформе управления образовательным процессом, являются основой виртуальной цифровой образовательной среды, которая «сопровождает» обучающегося в его самостоятельной работе, способствует систематизации его знаний, получению навыков решения практических задач, умению самостоятельно выявлять и исправлять ошибки в своих рассуждениях и решениях.

Приведенные авторами результаты применения электронных и мобильных устройств в учебном процессе вузов наглядно демонстрируют повышение эффективности обучения, по сравнению с традиционным обучением.

Литература

1. Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 45.03.01 «Филология» (уровень бакалавриата): Приказ Минобрнауки России от 7 авг. 2014 г. № 947. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

2. Остроумова Е.Н. Информационно-образовательная среда вуза как фактор профессионально-личностного саморазвития будущего специалиста // Фундаментальные исследования. 2011. № 4. С. 37–40.

3. Оценка влияния современных инновационных технологий на формирование математической компетентности будущих специалистов в вузах силовых структур / Н.В. Васильева [и др.] // Вестник Воронежского государственного университета. Сер.: Проблемы высшего образования. 2017. № 3. С. 23–27.

4. Васильева Н.В., Кунтурова Н.Б., Яковлева Н.А. Создание и педагогические условия использования электронных средств обучения математическим дисциплинам в образовательных организациях силовых структур // Вестник Санкт-Петербургского университета МВД России. 2016. № 4 (72). С. 164–168.

5. Julio Cabero-Almenara, María Luisa Arancibia, Annachiara del Prete. Technical and Didactic Knowledge of the Moodle LMS in Higher Education. Beyond Functional Use // Journal of New Approaches in Educational Research. 2019. Vol. 8. No. 1. URL: <https://doi.org/10.7821/naer.2019.1.327> (дата обращения: 23.01.2019).

6. Комплекс электронных образовательных ресурсов для организации учебного процесса в форме дистанционного обучения / В.В. Григорьев-Голубев [и др.] // Ученые записки ИСГЗ. 2015. Т. 13. № 1. С. 154–160.

7. Комплекс информационных материалов и электронных ресурсов для использования элементов дистанционного обучения в преподавании математических дисциплин / В.В. Григорьев-Голубев [и др.] // Образовательные технологии и общество. 2016. № 1. С. 484–497.

8. Малыгина Е.А., Афонин Д.А., Кевлов И.А. Организация самостоятельной работы в пожарно-технических вузах на основе компьютерно-информационной обучающей среды // Проблемы управления рисками в техносфере. 2012. № 1 (21). С. 168–175.

9. Васильева Н.В., Григорьев-Голубев В.В., Евграфова И.В. О повышении эффективности программного обеспечения для электронного (E – learning) и мобильного (M – learning) обучения // Морские интеллектуальные технологии. 2017. № 2 (36). Т. 1. С. 75–80.

10. Васильева Н.В., Кунтурова Н.Б., Прокофьева А.Л. Образовательные средства информационно-коммуникационных технологий в учебном процессе военного вуза // Труды военно-космической академии им. А.Ф. Можайского. 2018. № 661. С. 207–214.

11. Bozkurt A. & Bozkaya M. Evaluation Criteria for Interactive E-Books for Open and Distance Learning // *The International Review of Research in Open and Distributed Learning*. 2015. 16(5). URL: <https://doi.org/10.19173/irrodl.v16i5.2218> (дата обращения: 23.01.2019).

References

1. Ob utverzhdenii federal'nogo gosudarstvennogo obrazovatel'nogo standarta vysshego obrazovaniya po napravleniyu podgotovki 45.03.01 «Filologiya» (uroven' bakalavriata): Prikaz Minobrnauki Rossii ot 7 avg. 2014 g. № 947. Dostup iz sprav.-pravovoj sistemy «Konsul'tantPlyus».

2. Ostroumova E.N. Informacionno-obrazovatel'naya sreda vuza kak faktor professional'no-lichnostnogo samorazvitiya budushchego specialista // *Fundamental'nye issledovaniya*. 2011. № 4. S. 37–40.

3. Ocenka vliyaniya sovremennyh innovacionnyh tekhnologij na formirovanie matematicheskoy kompetentnosti budushchih specialistov v vuzah silovyh struktur / N.V. Vasil'eva [i dr.] // *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta*. Ser.: Problemy vysshego obrazovaniya. 2017. № 3. S. 23–27.

4. Vasil'eva N.V., Kunturova N.B., Yakovleva N.A. Sozdanie i pedagogicheskie usloviya ispol'zovaniya elektronnyh sredstv obucheniya matematicheskimi disciplinami v obrazovatel'nyh organizatsiyah silovyh struktur // *Vestnik Sankt-Peterburgskogo universiteta MVD Rossii*. 2016. № 4 (72). S. 164–168.

5. Julio Cabero-Almenara, María Luisa Arancibia, Annachiara del Prete. Technical and Didactic Knowledge of the Moodle LMS in Higher Education. Beyond Functional Use // *Journal of New Approaches in Educational Research*. 2019. Vol. 8. No. 1. URL: <https://doi.org/10.7821/naer.2019.1.327> (дата обрaшчeния: 23.01.2019).

6. Kompleks elektronnyh obrazovatel'nyh resursov dlya organizatsii uchebnogo processa v forme distancionnogo obucheniya / V.V. Grigor'ev-Golubev [i dr.] // *Uchenye zapiski ISGZ*. 2015. T. 13. № 1. S. 154–160.

7. Kompleks informacionnyh materialov i elektronnyh resursov dlya ispol'zovaniya elementov distancionnogo obucheniya v prepodavanii matematicheskikh disciplin / V.V. Grigor'ev-Golubev [i dr.] // *Obrazovatel'nye tekhnologii i obshchestvo*. 2016. № 1. S. 484–497.

8. Malygina E.A., Afonin D.A., Kevlov I.A. Organizatsiya samostoyatel'noj raboty v pozharno-tekhnicheskikh vuzah na osnove komp'yuterno-informacionnoj obuchayushchej sredy // *Problemy upravleniya riskami v tekhnosfere*. 2012. № 1 (21). S. 168–175.

9. Vasil'eva N.V., Grigor'ev-Golubev V.V., Evgrafova I.V. O povyshenii effektivnosti programmnoho obespecheniya dlya elektronnoho (E – learning) i mobil'nogo (M – learning) obucheniya // *Morskie intellektual'nye tekhnologii*. 2017. № 2 (36). T. 1. S. 75–80.

10. Vasil'eva N.V., Kunturova N.B., Prokof'eva A.L. Obrazovatel'nye sredstva informacionno-kommunikacionnyh tekhnologij v uchebnom processe voennogo vuza // *Trudy voenno-kosmicheskoy akademii im. A.F. Mozhajskogo*. 2018. № 661. S. 207–214.

11. Bozkurt A. & Bozkaya M. Evaluation Criteria for Interactive E-Books for Open and Distance Learning // *The International Review of Research in Open and Distributed Learning*. 2015. 16(5). URL: <https://doi.org/10.19173/irrodl.v16i5.2218> (дата обрaшчeния: 23.01.2019).

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ОБРАЗА КОНКУРЕНТОСПОСОБНОГО ГОСУДАРСТВА – ПОЛИТИКО-ПСИХОЛОГИЧЕСКИЙ АСПЕКТ

К.В. Рождественская.

Санкт-Петербургский государственный университет.

В.Н. Лукин, доктор политических наук, доцент.

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

Исследуются психологические предпосылки формирования конкурентоспособности государства; определяются факторы, влияющие на формирование образа конкурентоспособного государства среди российской молодежи. Анализируются отдельные положения теорий В. Вундта, З. Фрейда, К. Юнга, Л.Н. Гумилева в контексте исследуемой проблемы. Представлен краткий сравнительный анализ понимания идеального образа конкурентоспособного государства российской и китайской молодежью.

Ключевые слова: конкуренция, конкурентоспособное государство, государство, психология народов, психоанализ

FEATURES OF FORMATION OF THE IMAGE COMPETITIVE STATE – THE POLITICAL-PSYCHOLOGICAL ASPECTS

K.V. Rozdestvenskaya. Saint-Petersburg state university.

V.N. Lukin. Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia

Psychological prerequisites of formation of competitiveness of the state are investigated; the factors influencing formation of an image of the competitive state among the Russian youth are defined. Separate provisions of the theory of V. Wundt, Z. Freud, K. Jung, L.N. Gumilev are analyzed in the context of the studied problem. A brief comparative analysis of the understanding of the ideal image of a competitive state by Russian and Chinese youth is presented.

Keywords: competition, competitive state, state, psychology of nations, psychoanalysis

Проблема конкурентоспособности актуализирована современным геополитическим и геоэкономическим противостоянием акторов глобальной политики. Особую остроту для Российской Федерации проблема приобрела, как отмечал В.В. Путин еще пять лет назад, с момента введения санкций против нашего государства в 2014 году [1]. К настоящему времени степень конкурентоспособности в экономике является определяющей в получении преимуществ в международном распределении труда и прибыли с практически полным забвением норм и правил, установленных в свое время Всемирной торговой организацией. Так, Соединенные Штаты Америки вводят санкции даже против своих партнеров-сателлитов.

Экономические санкции все больше приобретают политических характер, а все вместе это превращается в инструменты глобальной гибридной войны «всех против всех».

Одним из основополагающих элементов такой войны является информационно-психологическая война. Устойчивость в таком противостоянии во многом зависит от понимания гражданами государства, и прежде всего его молодежной частью, возможностей успешной конкуренции с другими странами.

На взгляд авторов, такое понимание может включать ряд психологических аспектов восприятия проблемы:

– может ли быть конкурентоспособным государство, граждане которого не считают его таковым, но граждане других государств считают его конкурентоспособным;

– каков идеальный образ конкурентоспособного государства в сознании современной российской молодежи;

– как формируется идеальный образ конкурентоспособного государства;

В ряду исследователей проблемы и авторы настоящей статьи [2, 3].

Исследования взаимосвязи между политическими и экономическими моделями разных стран, особенностями их менталитета, культурного многообразия, образовательной системы и другими социально-культурными чертами и конкурентоспособностью страны подтверждают необходимость междисциплинарного подхода, в том числе в сравнительных исследованиях, политико-психологических феноменов народов разных государств.

Формирование поведенческой экономики [4] во многом способствовало повышению интереса к исследованию экономических понятий с позиций психологии и с применением психологического инструментария [5].

В исследованиях конкурентоспособности государства, на взгляд авторов, уделяется недостаточное внимание психологическим аспектам проблемы, их влиянию на конкурентоспособность государства.

Отражение в человеческом сознании того или иного явления носит многосторонний характер и зависит от большого числа факторов, в том числе от ценностей, стереотипов, установок. Кроме того, в формировании образа какого-либо явления – в данном случае, конкурентоспособного государства – важную роль играет культурная составляющая – традиции, обычаи, религия и философия того общества, в котором человек воспитывается. Элементы культуры воспринимаются и впитываются в самом раннем возрасте, благодаря семье как первому социуму, в который человек попадает, а затем усиливаются и ограничиваются в процессе его взросления. Таким образом, начинает формироваться этническая идентичность, впоследствии становящаяся основной базой репрезентации политико-психологических явлений.

Проблема этнической идентичности предстает перед современным обществом в масштабах, каких оно не знало до сих пор. Общие глобализационные процессы, экономические и политические блоки и содружества, транснациональные корпорации – все это формирует современное общества, порождает новые проблемы. Вызывает необходимость понимания того, на какой базе формируется восприятие окружающей действительности.

В исследованиях этнической психологии кроме методов лингвистики, этнографии, антропологии все чаще требуется использование методов политических и экономических наук.

На протяжении столетий различия в государственном устройстве народов, языке, религии, культуре в целом остаются предметом научных исследований [6].

В рамках психологической науки одним из первых исследователей в этом направлении является Вильгельм Вундт.

Объектами изучения в психологии народа В. Вундта служат язык, мифы и религиозные верования, а также обычаи, которые в понимании ученого тесно переплетены с понятием морали. Язык – эта та форма, в которой проявляются представления духа народа, а также законы их связи. Мифы несут в себе изначальное содержание данных представлений и окрашены уже чувствами и влечениями, а обычаи предполагают сформированные из этих представлений и влечений «общие направления воли» [7].

Особое внимание ученый предлагал уделить исследованию мифов, обычаев и верований, подчеркивая, что именно в них можно наиболее ярко увидеть проявление народного духа, понять его особенности и идентичность народа. Категория «миф» включала все первичные формы мирозерцания, а под словом «обычаи» – все первичные

представления о порядке. Но в такой трактовке фактически нивелировалась роль личности, так как у мифов, обычаев и культов, как правило, не бывает автора, но они могут иллюстрировать деятельность народного духа.

В современном для В. Вундта мире, по мнению ученого, народный дух проявлялся особенно ярко в национальном самосознании. Исследованию национального самосознания как такового, а также посредством изучения его носителей, он уделил достаточно внимания в своем фундаментальном труде «Психология народов». Здесь роль личности уже играла определенную роль, взаимодействуя с национальным самосознанием, вбирая его в себя и, в свою очередь, воздействуя на него, внося в него что-то свое. Вундт В. отмечал, что «психология народов во многих отношениях, в особенности при анализе сложных душевных процессов, может оказывать влияние на объяснение индивидуальных состояний сознания» [7, с. 78].

Особое место в работах В. Вундта занимает психология религии как составная часть психологии народов. Религиозные верования, в его представлении, возникают на основе эмоций в первую очередь таких как страх и надежда. Примечателен рассматриваемый В. Вундтом процесс формирования религиозных воззрений из дорелигиозных культов, мифов, верований [7].

Вундту В. не удалось дать четкое определение тому самому «народному духу», исследованию которого посвятил столько времени и сил, не исследовал в полной мере закономерности его формирования. Но он сумел разграничить исследования индивидуальной и коллективной психологии, а проделанный им труд по описанию основных проявлений «народного духа» – языка, мифов и обычаев – играет свою роль в последующем изучении этнических и национальных особенностей.

Важный вклад в изучение этнопсихологии внесли представители психоанализа. Зигмунд Фрейд в своей культурологической теории проводил параллели между развитием общества и развитием индивида, полагая, что для обоих процессов характерны примерно одни и те же стадии. Подобный концепт не принадлежит З. Фрейду – идею единства фило- и онтогенеза сформулировал Эрнст Геккель [8]. Согласно данной концепции, в детстве человек в несколько сокращенном виде проходит те же стадии, что на протяжении веков проходило общество. Однако З. Фрейд существенно расширил и развил данную идею в таких своих работах, как «Тотем и табу», «Я и Оно», «Навязчивые действия и религиозные обряды» и др.

Фрейд З. провел аналогию между отдельными этапами развития первобытного общества и развитием невротических состояний у индивида. Ученый развил идею Чарльза Дарвина и его последователей о том, что в докультурном обществе существовала семья (в качестве сообщества), состоявшая из самца, самки и детенышей. Повзрослевших самцов безжалостно изгоняли, и только после смерти или старческой болезни главного самца один из молодых мог занять его место. Это продолжалось до того момента, когда изгнанные самцы, объединившись, убили и съели отца.

Последующее чувство раскаяния вывело общество на новый уровень развития, чтобы не допустить повторения драмы, была устранена сама породившая ее система. Были наложены запреты на кровно-родственные объединения, то есть на брачно-половые отношения между родственниками. Также был наложен запрет на убийство отца. С течением времени и вытеснением неприятного события запрет был перенесен на тотем, который также нельзя убивать. Однако этот запрет нарушался во время религиозных праздников, когда жертвенное животное убивали, оплакивали и съедали. А воспоминание об убийстве отца и вине детей трансформировалось в образ Бога и вины людей, в мифы и легенды со сходными сюжетами [9].

В этой концепции усматривается отсылки к таким ключевым для З. Фрейда понятиям, как возникновение Эдипова комплекса, тайное желание смерти отца, кризисы, преодолеваемые индивидом на разных этапах развития, первичный травматический опыт, а также замена деструктивных влечений разрешенными и приемлемыми. Однако больший

интерес применительно к данному исследованию представляет связь описанной теории с концепцией сильного государства.

Согласно З. Фрейду, потребность индивидов в сильном лидере, мощном государстве, объединяющей идее уходит корнями именно в древние, докультурные времена и непосредственно связана с изложенной выше теорией. Эта потребность важна для реализации ряда процессов, таких, например, как идентификация – с сильной страной, влиятельным лидером, особенной нацией. С этой же потребностью З. Фрейд связывает возникновение массового чувства или чувства общности.

Также он указывает на явление, которое лежит в основе конкуренции – это чувство первоначальной зависти. Важно отметить, что согласно З. Фрейду, из этого чувства появляется не только соперничество, но и его прямая противоположность – сплочение, корпоративный дух. «Никто не должен посягать на выдвижение, каждый должен быть равен другому и равно обладать имуществом. Социальная справедливость означает, что самому себе во многом отказываешь, чтобы и другим надо было себе в этом отказывать или, что то же самое, они бы не могли предъявить на это прав. Это требование равенства есть корень социальной совести и чувства долга» [9].

Однако больший интерес для З. Фрейда все же представляла индивидуальная психология, и он лишь наметил основные вопросы о взаимосвязях между культурой, личностью и решениями, которые человек принимает. Ученым, который развил свою собственную культурологическую теорию в рамках аналитической психологии, был Карл Густав Юнг.

В первую очередь К. Юнг разделил бессознательное на два пласта – личностный и коллективный. Коллективное бессознательное, существенно более глубокое образование, идентично у всех людей, в независимости от места проживания, национальности, культурно-исторического развития. К его формам К. Юнг отнес архетипы – устойчивые первичные столпы, на которых впоследствии возникли культура, религия, творчество [10].

В отличие от З. Фрейда, который видел в культурном разнообразии способы справиться с запретными влечениями Ид и выпустить их в приемлемое русло и именно поэтому включал культуру в структуру Супер-Эго, К. Юнг выделял как сознательные, так и бессознательные источники культуры. Как и З. Фрейд, он отмечал важную роль культурной идентификации, выводя ее, однако, из других побуждений, а также противопоставления себя другим. В этом же ключе К. Юнг развивал концепцию социальных (вместо частных, единичных) неврозов, которые, имея под собой архетипический фундамент, могли обуславливать любые, самые невероятные на первый взгляд, политические ситуации. В работах К. Юнга это в первую очередь касается поддержки населением нацистского режима, однако распространяется и на другие политические феномены [10].

В исследованиях противопоставления своей нации другим следует отметить концепцию Льва Николаевича Гумилева и разработанную на ее основе теорию Анатолия Михайловича Зимичева. Важность понимания собственной принадлежности к той или иной группе, прежде всего, обуславливает необходимость в точке опоры. Одиночество не свойственно человеку, ему нужно воспринимать себя как часть некой группы. В повседневной жизни это могут быть политические партии, разнообразные клубы, кружки по интересам, профессиональные образования и пр. Принадлежность к подобным группам зависит от многих обстоятельств, в том числе и от уровня, к которому человек относится или причисляет себя [11]. Но присутствие в подобной группе, в силу их «хрупкости», не всегда полностью удовлетворяет потребность в психологической стабильности. Что же касается этнической общности, то она практически идеальна для удовлетворения психологических потребностей в стабильности, ориентации и пр. Собственно, это то, о чем писал Л.Н. Гумилев, определяя этнос как естественно сложившийся на основе оригинального стереотипа поведения коллектив людей, существующий как системная целостность (структура), противопоставляющая себя всем другим коллективам, исходя из ощущения

комплиментарности, и формирующая общую для всех своих представителей этническую традицию [11].

Зимичев А.М. предложил несколько иное объяснение понятия этноса. Согласно А.М. Зимичеву, этнос – это «любое объединение людей, которые сознают свою общность, то есть могут сказать о себе “МЫ”» [12]. Таким образом, под понятие этноса здесь уже попадает не только народ или некая этническая общность, как в случае пассионарной теории этногенеза, но и любые образования людей, начиная от политических партий или официальных содружеств и заканчивая фан-клубами или кружками по интересам. Конкуренция ведется с другими сообществами на основании их отличия.

Стоит отметить, что если в вышеупомянутых теориях за основу для выстраивания образа нации или государства брались реальные ситуации или психологические образования, сформированные в процессе развития общества или индивида, то сегодня ситуация меняется. Образы выстраиваются на основании информации, которая не всегда является достоверной. Конкуренция также часто ведется не на основании реального положения дел, а на основании информации о них. Так, некоторые американские политические эксперты активно продвигали версию, что Китай вовсе не преуспевает по экономическим показателям, а лишь завывает их. В то же самое время Китай указывал на отсутствие доказательств для подобных выводов. Стоит отметить, что эти заявления звучали на фоне так называемой торговой войны между двумя странами. Таких примеров в мировой политике достаточно много и – как отмечает Дмитрий Фёдорович Мезенцев – часто даже экспертам сложно отличить информацию от «информационного фантома» [13].

Александр Иванович Юрьев, задаваясь вопросом о том, что такое понимание политических явлений как производных от психологических феноменов, выделил четыре вида понимания. Первый тип – восстановление разрушенной информации. «Практически вся политическая информация предъявляется обществу разрушенной умышленно или по неспособности информатора с ней справиться. Сообщения о политических явлениях всегда отрывочны, запутаны и могут быть поняты только при способности восстановить их логический порядок и недостающие части».

Второй тип – это воспроизведение предшествующей информации. Все политические события имеют некие предпосылки, без которых понимание актуальной информации затруднительно.

Третий тип – предвосхищение последующей информации. Здесь речь идет о некотором политическом прогнозе, который может быть построен при помощи логики и психологической способности соотносить нужную информацию с актуальными событиями.

Наконец, четвертый тип представляет собой реализацию предъявленной информации. Политическая информация, по сути, несет в себе одну ключевую цель – воздействие на поведение. Любая информация подается для последующего практического поведения человека, который является ее получателем.

По мнению А.И. Юрьева, без вышеописанного психологического подтекста политическая информация представляет собой лишь пустую форму без содержания. Ученый утверждал, что целостная политическая картина мира недоступна для нас именно в связи с недооценкой и не востребованностью ее психологического подтекста [14].

Мезенцев Д.Ф., однако, в своих работах указывает на частое умышленное искажение политической информации и замену ее информационным фантомом [13]. В некоторых случаях также имеет место определенное искажение информации через призму восприятия индивида.

Откуда же вообще в сознании людей появляется образ конкурентоспособной страны, благодаря чему возникают ее репрезентации? Безусловно, одна из главных ролей принадлежит средствам массовой информации (СМИ). Мезенцев Д.Ф. отмечает, что значение СМИ как важнейшего фактора политического воздействия и политической борьбы достигло своих грандиозных масштабов относительно недавно. Если раньше население

стран узнавало о политических изменениях или решениях как о свершившемся факте, то в XX в. «...социальные грани в обществе потеряли прежнюю четкость и непреодолимость, СМИ превратились в большинстве развитых стран в едва ли не важнейший инструмент обеспечения политической стратегии (как власти, так и оппозиции)» [13].

Именно поэтому, несмотря на описанное выше влияние культурных и исторических аспектов на восприятие окружающей действительности, можно утверждать, что благодаря весьма единообразной информации, которая всеобща доступна населению большинства государств, и у российских, и у китайских респондентов сформирован общий базис восприятия понятия конкурентоспособности. Даже несмотря на введенные в ряде стран ограничения, связанных с доступом к информации в интернете, население, как правило, не испытывает проблем с доступом к мировым новостям и аналитике. По поводу репрезентаций конкурентоспособного государства следует продолжить исследования их различий.

Таким образом, современные глобальные проблемы в области конкуренции государств подтверждают необходимость междисциплинарного подхода, в том числе в сравнительных исследованиях, политико-психологических феноменов народов разных государств.

К психологическим аспектам проблемы обращались В. Вундт, З. Фрейд, К. Юнг, Л.Н. Гумилев и ряд современных исследователей.

Использование психологического воздействия на население, и, прежде всего, на молодежь, с использованием искаженной информации становится политической практикой и оказывает существенное влияние на восприятие степени конкурентоспособности собственного государства собственным населением.

Краткий сравнительный анализ понимания идеального образа конкурентоспособного государства российской и китайской молодежью показывает наличие различий, и оно не в пользу российской молодежи.

Литература

1. Заседание Государственного совета от 16 сент. 2014 г. // URL: <http://www.kremlin.ru/events/president/news/46636> (дата обращения: 22.05.2019).
2. Лукин В.Н. Изменение ценностных приоритетов в эпоху цифровой культуры: тенденции политического анализа // Диалог культур и диалог в поликультурном пространстве: консервативные и инновационные ценности в эпоху цифровой культуры: сб. статей X Междунар. науч.-практ. конф. / под. ред. проф. Р.М. Абакаровой и Т.И. Магомедовой. Махачкала, 2018. С. 253–258.
3. Рождественская К.В. Перспективы исследования конкурентоспособности государства и ее восприятия гражданами (на примере России и Китая) // Смирновские чтения – 2018: материалы XVII Междунар. науч.-практ. конф. СПб.: Международный банковский институт, 2018. С. 214–223.
4. Ариели Дэн. Поведенческая экономика. Почему люди ведут себя иррационально и как заработать на этом. М.: Манн, Иванов и Фербер, 2012. 296 с.
5. Дейнека О.С. Представления о конкурентоспособной стране и конкурентоспособной личности // Вестник СПбГУ. 2011. Сер. 12. Вып. 1. С. 49–59.
6. Дейнека О.С. Психология экономической политики // Политическая психология. Хрестоматия. СПб., 2012.
7. Вундт В. Проблемы психологии народов. М.: Либроком, 2010. 144 с.
8. Белик А.А. Культурология: антропологические теории культур. М., 1999. 241 с.
9. Фрейд З. Тотем и табу. М.: Азбука, 2012. 256 с.
10. Юнг К.Г. Структура психики и архетипы. М., 2009.
11. Гумилев Л.Н. Этногенез и биосфера Земли. М., 2012.
12. Зимичев А.М. Психология политической борьбы. М., 2010. 160 с.

13. Мезенцев Д.Ф. Психологическое воздействие информационных фантомов // Вестник политической психологии. 2002. № 1(2). С. 28–31.
14. Юрьев А.И. Введение в политическую психологию. СПб., 1992. 227 с.

References

1. Zasedanie Gosudarstvennogo soveta ot 16 sent. 2014 g. // URL: <http://www.kremlin.ru/events/president/news/46636> (data obrashcheniya: 22.05.2019).
2. Lukin V.N. Izmenenie cennostnyh prioritetov v epohu cifrovoj kul'tury: tendencii politicheskogo analiza // Dialog kul'tur i dialog v polikul'turnom prostranstve: konservativnye i innovacionnye cennosti v epohu cifrovoj kul'tury: sb. statej X Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. / pod. red. prof. R.M. Abakarovoї i T.I. Magomedovoї. Mahachkala, 2018. S. 253–258.
3. Rozhdestvenskaya K.V. Perspektivy issledovaniya konkurentosposobnosti gosudarstva i ee vospriyatiya grazhdanami (na primere Rossii i Kitaya) // Smirnovskie chteniya – 2018: materialy XVII Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. SPb.: Mezhdunarodnyj bankovskij institut, 2018. S. 214–223.
4. Arieli Den. Povedencheskaya ekonomika. Pochemu lyudi vedut sebya irrational'no i kak zarabotat' na etom. M.: Mann, Ivanov i Ferber, 2012. 296 s.
5. Dejneka O.S. Predstavleniya o konkurentosposobnoj strane i konkurentosposobnoj lichnosti // Vestnik SPbGU. 2011. Ser. 12. Vyp. 1. S. 49–59.
6. Dejneka O.S. Psihologiya ekonomicheskoy politiki // Politicheskaya psihologiya. Hrestomatiya. SPb., 2012.
7. Vundt V. Problemy psihologii narodov. M.: Librokom, 2010. 144 s.
8. Belik A.A. Kul'turologiya: antropologicheskie teorii kul'tur. M., 1999. 241 s.
9. Frejd Z. Totem i tabu. M.: Azbuka, 2012. 256 s.
10. Yung K.G. Struktura psihiki i arhetipy. M., 2009.
11. Gumilev L.N. Etnogenez i biosfera Zemli. M., 2012.
12. Zimichev A.M. Psihologiya politicheskoy bor'by. M., 2010. 160 s.
13. Mezenцев D F. Psihologicheskoe vozdejstvie informacionnyh fantomov // Vestnik politicheskoy psihologii. 2002. № 1(2). S. 28–31.
14. Yur'ev A.I. Vvedenie v politicheskuyu psihologiyu. SPb., 1992. 227 s.

СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРИЕМЛЕМОГО РИСКА

А.П. Бызов, кандидат технических наук, доцент;

С.В. Ефремов, кандидат технических наук, доцент;

Д.В. Лукина.

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого.

М.Т. Пелех, кандидат технических наук, доцент.

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

Проведен анализ концепций приемлемого и допустимого рисков. Показано принципиальное различие, заключающееся в подходе к их определению с точки зрения централизации и децентрализации механизмов установления уровней допустимого или приемлемого риска. Однако объективной характеристикой применения одной из двух концепций является статистика негативных происшествий, которая лежит в основе обеспечения безопасности.

Ключевые слова: риск аварий, безопасность, допустимый риск, приемлемый риск, анализ риска

SOCIO-ECONOMIC ASPECTS OF ACCEPTABLE RISK

A.P. Byzov; S.V. Efremov; D.V. Lukina.

Peter the Great Saint-Petersburg polytechnic university.

M.T. Pelekh. Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia

The concepts of acceptable and permissible risks were analysed. The principal difference is shown, which consists in the approach to their definition from the point of view of centralization and decentralization of the mechanisms for determining the levels of acceptable or permissible risk. However, an objective characteristic of the application of one of the two concepts is the statistics of negative incidents, which is the basis for ensuring security.

Keywords: accident risk, safety, acceptable risk, risk analysis

Объективность окружающего мира с учетом исторического аспекта развития промышленности показывает, что все сферы человеческой деятельности, которые сопряжены с использованием энергии в различных формах (энергия процессов, энергия вещества), создают условия существования потенциальной опасности реализации негативных событий. При этом в большей степени к потенциально опасным объектам применим подход «раз в год и палка стреляет», нежели «если на стене висит ружье, то оно обязательно выстрелит». Риск не всегда был неотъемлемой составляющей процесса обеспечения безопасности. Становление системы обеспечения безопасности происходило начиная с полного пренебрежения правилами и нормами безопасности, в угоду экономическим интересам, последующим принятием сохранения человеческой жизни как важнейшей основы обеспечения безопасности в рамках концепции абсолютной безопасности и окончательным закреплением концепции приемлемого (допустимого) риска, в рамках которой предполагается наличие опасности, возможность реализации негативных событий и невозможность абсолютной безопасности [1].

При этом граница между указанными этапами является размытой. Очевидно, что даже в условиях концепции абсолютной безопасности риск присутствовал как объективная неотъемлемая составляющая функционирования потенциально опасных объектов. Во все

времена был объективный показатель опасности тех или иных процессов – статистика негативных событий: гибели, травмирования, аварий, чрезвычайных ситуаций и т.д. И именно существование статистики говорит об объективной невозможности обеспечения абсолютной безопасности. Однако в большинстве произошедших аварий удалось установить причину их возникновения, которая заключалась в нарушении тех или иных норм безопасности. Либо авария явилась источником возникновения норм безопасности («Написано кровью»). Следовательно, при неукоснительном соблюдении всех норм и правил в области безопасности аварии происходить не должны. И для этого нет острой необходимости тратить огромные средства на обеспечение безопасности в целях установления абсолютной безопасности.

Таким образом, в основе любой системы обеспечения безопасности лежит статистика произошедших негативных событий на аналогичных объектах. И даже в условиях постулирования концепции абсолютной безопасности риск негативных событий объективно присутствует, а значит, и приемлемый уровень риска также присутствует. Возможно не в форме каких-либо цифр, а в форме качественных оценок лица, принимающего решения, на уровне «много травм» – «мало травм».

Социально-экономические аспекты обеспечения безопасности

Проведем анализ процесса эволюционирования отношения различных субъектов взаимоотношений в сфере обеспечения безопасности к риску.

РД 03-418-01 давал следующее определение понятия приемлемого риска. Приемлемый (допустимый) риск аварии – риск, уровень которого допустим и обоснован исходя из социально-экономических соображений. Риск эксплуатации объекта является приемлемым, если ради выгоды, получаемой от эксплуатации объекта, общество готово пойти на этот риск [2].

Следовательно, при определении уровня приемлемого риска исследуются и изучаются две составляющие: с одной стороны, социальная составляющая, с другой стороны, экономическая составляющая. Рассмотрим экономическую составляющую. На рис. 1 представлен график, где отражены:

- 1) кривая 1 – техногенный риск аварий (R_m);
- 2) кривая 2 – риск потери финансовой устойчивости (R_ϕ);
- 3) кривая 3 – суммарный риск (R_s);
- 4) I – область, в которой из-за недостаточности затрат на снижение R_m этот риск неприемлемо высок;
- 5) II – область, в которой затраты на снижение R_m обеспечивают приемлемый уровень R_s ;
- 6) III – область чрезмерных затрат на снижение R_m , ведущих к неприемлемо высокому уровню R_ϕ .

По оси абсцисс отложены инвестиции в обеспечение безопасности, по оси ординат – уровень риска потери устойчивости функционирования предприятия по причинам: вследствие техногенной аварии или потери финансовой устойчивости.

Рассмотрим зависимость риска потери устойчивости функционирования предприятия от затрат на обеспечение безопасности и техногенного риска. Увеличение затрат ведет к уменьшению величины общего риска R_s из-за снижения техногенного риска R_m . Однако ресурсы предприятия (C), независимо от того, велики они или малы, ограничены. Следовательно, затраты, направляемые на снижение техногенного риска, отвлекают средства из других статей расходов, то есть рост затрат на обеспечение безопасного функционирования предприятия приводит к повышению риска потери финансовой устойчивости и, соответственно, замедлению темпов снижения суммарного риска.

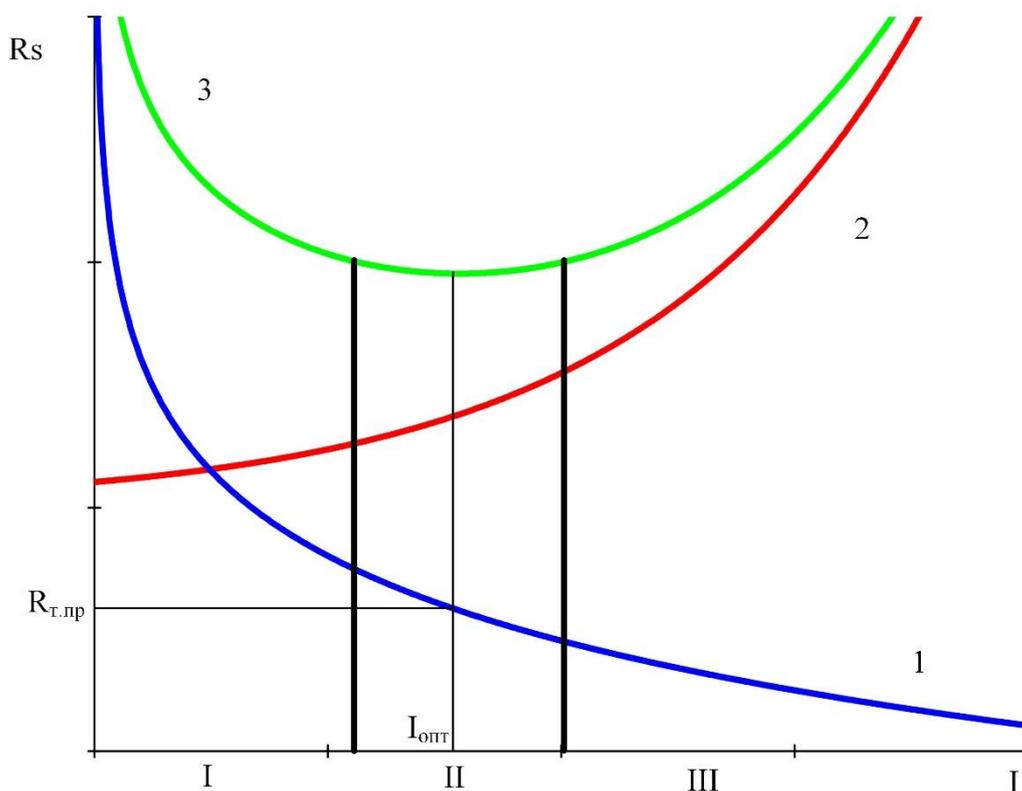


Рис. 1. График зависимости суммарного риска от инвестиций в безопасность

При достижении некоторого значения $I=I_{opt}$ общий риск R_s проходит через минимум, и далее начинается его рост. Он обусловлен чрезмерными затратами на обеспечение безопасности и, следовательно, повышением риска потери финансовой устойчивости за счет уменьшения средств предприятия.

Как правило, когда идет речь о приемлемом риске в первую очередь говорят о показателе «индивидуальный риск». На графике же представлен техногенный риск возникновения аварий, который тоже, в свою очередь, может быть подвергнут нормированию путем ограничения с использованием приемлемого уровня риска возникновения аварий. В дальнейшем будем исходить из предположения о неразрывной взаимосвязи между показателями риска аварий и индивидуального риска как для персонала опасных объектов, так и для населения.

На первоначальном этапе развития индустриального общества уровень капиталовложений в обеспечение безопасности находился на минимальном уровне. Однако в силу небольшой масштабности производственной деятельности, низкой ценности человеческой жизни аварии не могли привести к потере устойчивости функционирования, страдали в первую очередь работники предприятий, непосредственно взаимодействующие с опасными технологическими процессами.

Постепенно с увеличением масштабности производств, развитием гражданского общества, повышения уровня ценности человеческой жизни аварии начали становиться непосредственной причиной потери устойчивости функционирования предприятия или отрасли. Причем одним из основных аспектов явилось становление системы нормативно-правового регулирования безопасности и наказания за ее неисполнение.

Предприятия находились в условиях, характеризуемых областью I на графике (рис. 1). Данные условия вынуждали предприятия повышать уровень инвестиций в обеспечение безопасности. Как следствие, снижался техногенный риск, но повышался риск потери финансовой устойчивости. Руководители предприятий изыскивали средства на повышение безопасности путем сокращения собственной прибыли.

В определённый момент наступил баланс техногенного риска и риска потери финансовой устойчивости, соответствующий определённому уровню техногенного риска, который может быть назван приемлемым ($R_{т.пр}$ на графике рис. 1). Данные обстоятельства характеризуются полным исчерпанием внутренних резервов предприятий без повышения стоимости производимых товаров или привлечения субсидий государства.

Однако могут сложиться обстоятельства, при которых данный уровень техногенного риска ($R_{т.пр}$ на графике рис. 1) является неприемлемым для общества или государства, в первую очередь самих рискующих. В этом случае требуется привлечение дополнительных средств, которые могут быть направлены на обеспечение безопасности путем увеличения дохода за счет повышения стоимости производимых благ или привлечения государственных субсидий, источниками для которых являются налоговые сборы. Таким образом, общество «платит» за снижение уровня техногенного риска до приемлемого, по его мнению, уровня. Кривая риска потери финансовой устойчивости $2'$ (на рис. 2) смещается вниз и влево, минимум кривой суммарного риска $3'$ (на рис. 2) также вниз и влево, как следствие приемлемый техногенный риск снижается ($R_{т.пр1} \rightarrow R_{т.пр2}$).

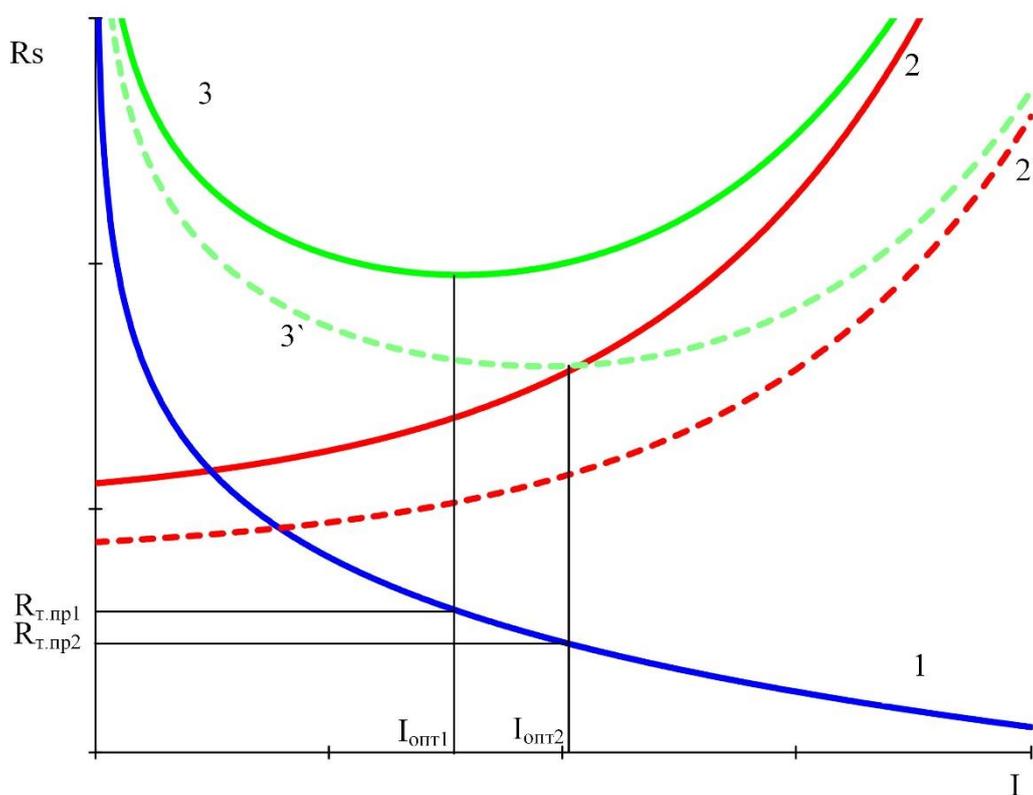


Рис. 2. График зависимости суммарного риска от инвестиций в безопасность с учетом влияния общества

Таким образом, формируется контур управления безопасностью, включающий в себя следующие элементы: статистика негативных событий (аварии, травмы, гибель и т.д.), общество, государство, влияющее на руководство потенциально опасных объектов через введение обязательных требований безопасности и мер наказания за их неисполнение (рис. 3). Общество в целом и каждый человек в отдельности в своих суждениях не оперируют количественными показателями риска в понимании теории риск-анализа, а используют понятия «высокий уровень смертности» или «низкий уровень смертности» при интерпретации статистики негативных происшествий. Источником информации для разработки требований безопасности для государства является научное сообщество, которое на основе анализа статистических данных и настроения в обществе формирует обобщенную

картину. Государство непосредственно или через органы по стандартизации, общественные объединения и иные органы управления формирует систему норм и правил в сфере обеспечения безопасности [3], исполнение которых предприятиями влечет снижение частоты негативных событий.

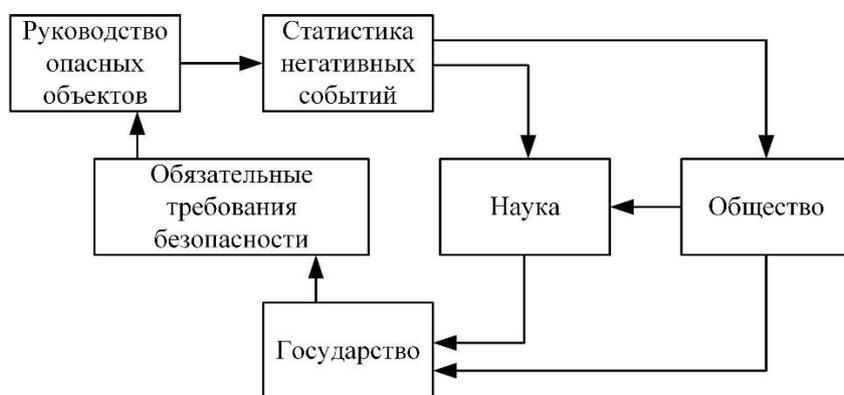


Рис. 3. Контур управления безопасностью при реализации концепции абсолютной безопасности

Даже в условиях постулирования концепции абсолютной безопасности государство в своих решениях основывалось на статистических данных, характеризующихся отличными от нулевых значений частотами негативных событий, а, следовательно, ненулевым риском. Светлое будущее в виде абсолютной безопасности оказалось недостижимым.

В различных источниках при определении понятия приемлемый риск, как правило, ставится тождество между понятиями приемлемый и допустимый риск. При этом с момента утраты действия РД 03-418-01 и вступления в силу Приказа Ростехнадзора от 11 апреля 2016 г. № 144 «Об утверждении Руководства по безопасности «Методические основы по проведению анализа опасностей и оценки риска аварий на опасных производственных объектах» из терминологического аппарата в системе Ростехнадзора изымается понятие «приемлемый риск» и остается только «допустимый риск» [4].

Допустимый и приемлемый риск

Попытаемся охарактеризовать разницу между концепцией приемлемого риска и концепцией допустимого риска. На рис. 4 представлен контур управления безопасностью при реализации концепции абсолютной безопасности, дополненный особенностями реализации концепции приемлемого риска.

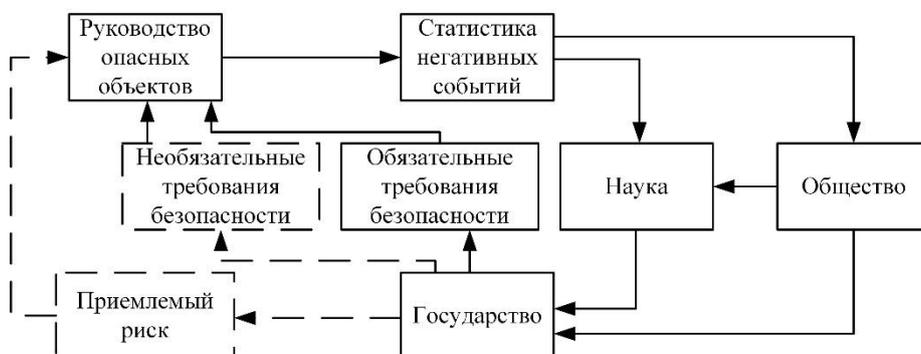


Рис. 4. Контур управления безопасностью при реализации концепции приемлемого риска

Таким образом, риск-анализ в концепции допустимого риска может выступать исключительно в качестве инструмента обоснования каких-либо отступлений от обязательных требований по безопасности.

Проведенный анализ показал существование принципиальной разницы между концепциями приемлемого и допустимого риска. В условиях реализации концепции приемлемого риска имеется возможность использования универсальных критериев с последующим формулированием условий выполнения требований безопасности, основанном на результатах оценки риска. В основу концепции допустимого риска положены постулаты концепции абсолютной безопасности с точки зрения обязательности выполнения требований норм и правил, однако принимается во внимание объективное существование опасности и возможность ее повышения в случае отступления от обязательных требований.

В настоящий момент существует правоприменительная практика в рамках обеих концепций. В любом случае объективной характеристикой опасности объектов, а, следовательно, обоснованности применения той или иной концепции является статистика негативных происшествий, на предотвращение которых направлена внедряемая система.

Литература

1. Допустимый риск – мера неприемлемой опасности промышленной аварии / А.И. Гражданкин [и др.] // Безопасность труда в промышленности. 2015. № 3. С. 66–70.
2. Об утверждении «Методических указаний по проведению анализа риска опасных производственных объектов»: постановление Госгортехнадзора Рос. Федерации от 10 июля 2001 г. № 30. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
3. О безопасности: Федер. закон Рос. Федерации от 28 дек. 2010 г. № 390-ФЗ. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
4. Об утверждении руководства по безопасности «Методические основы по проведению анализа опасностей и оценки риска аварий на опасных производственных объектах»: Приказ Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 11 апр. 2016 г. № 144. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
5. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности: Федер. закон Рос. Федерации от 22 июл. 2008 г. № 123-ФЗ. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
6. Угрозы и вызовы России в экономической, социальной и военной сферах / В.В. Яковлев [и др.] // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. 2014. № 48. С. 37–44. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
7. О промышленной безопасности опасных производственных объектов: Федер. закон Рос. Федерации от 21 авг. 1997 г. № 116-ФЗ. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
8. Об утверждении Руководства по безопасности «Методика установления допустимого риска аварии при обосновании безопасности опасных производственных объектов нефтегазового комплекса»: Приказ Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 23 авг. 2016 г. № 349. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
9. Учет угроз, связанных с человеческим фактором, при оценке защищенности опасных производственных объектов / Н.А. Махутов [и др.] // Безопасность труда в промышленности. 2015. № 1. С. 62–70.
10. Технология управления процессами обеспечения безопасности трудовой деятельности / В.Г. Бурлов [и др.] // XXI Век: Итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. 2018. № 4. С. 276–281.

References

1. Dopustimyj risk – mera nepriemlemej opasnosti promyshlennoj avarii / A.I. Grazhdankin [i dr.] // Bezopasnost' truda v promyshlennosti. 2015. № 3. S. 66–70.

2. Ob utverzhdenii «Metodicheskikh ukazaniy po provedeniyu analiza riska opasnykh proizvodstvennykh ob"ektov»: postanovlenie Gosgortekhnadzora Ros. Federacii ot 10 iyulya 2001 g. № 30. Dostup iz sprav.-pravovoj sistemy «Konsul'tantPlyus».
3. O bezopasnosti: Feder. zakon Ros. Federacii ot 28 dek. 2010 g. № 390-FZ. Dostup iz sprav.-pravovoj sistemy «Konsul'tantPlyus».
4. Ob utverzhdenii rukovodstva po bezopasnosti «Metodicheskie osnovy po provedeniyu analiza opasnostej i ocenki riska avarij na opasnykh proizvodstvennykh ob"ektah»: Prikaz Federal'noj sluzhby po ekologicheskomu, tekhnologicheskomu i atomnomu nadzoru ot 11 apr. 2016 g. № 144. Dostup iz sprav.-pravovoj sistemy «Konsul'tantPlyus».
5. Tekhnicheskij reglament o trebovaniyah pozharnoj bezopasnosti: Feder. zakon Ros. Federacii ot 22 iyul. 2008 g. № 123-FZ. Dostup iz sprav.-pravovoj sistemy «Konsul'tantPlyus».
6. Ugrozy i vyzovy Rossii v ekonomicheskoy, social'noj i voennoj sferah / V.V. Yakovlev [i dr.] // Nacional'nye interesy: priority i bezopasnost'. 2014. № 48. S. 37–44. Dostup iz sprav.-pravovoj sistemy «Konsul'tantPlyus».
7. O promyshlennoj bezopasnosti opasnykh proizvodstvennykh ob"ektov: Feder. zakon Ros. Federacii ot 21 avg. 1997 g. № 116-FZ. Dostup iz sprav.-pravovoj sistemy «Konsul'tantPlyus».
8. Ob utverzhdenii Rukovodstva po bezopasnosti «Metodika ustanovleniya dopustimogo riska avarii pri obosnovanii bezopasnosti opasnykh proizvodstvennykh ob"ektov neftegazovogo kompleksa»: Prikaz Federal'noj sluzhby po ekologicheskomu, tekhnologicheskomu i atomnomu nadzoru ot 23 avg. 2016 g. № 349. Dostup iz sprav.-pravovoj sistemy «Konsul'tantPlyus».
9. Uchet ugroz, svyazannyh s chelovecheskim faktorom, pri ocenke zashchishchennosti opasnykh proizvodstvennykh ob"ektov / N.A. Mahutov [i dr.] // Bezopasnost' truda v promyshlennosti. 2015. № 1. S. 62–70.
10. Tekhnologiya upravleniya processami obespecheniya bezopasnosti trudovoj deyatel'nosti / V.G. Burlov [i dr.] // XXI Vek: Itogi proshlogo i problemy nastoyashchego plyus. 2018. № 4. S. 276–281.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Актерский Юрий Евгеньевич – проф. каф. пож. безопасн. зданий и автоматизир. систем пожаротушения СПб ун-та ГПС МЧС России (196106, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), e-mail: aue2002@yandex.ru, д-р воен. наук, проф.;

Белкин Кирилл Александрович – науч. сотр. отд. инф. обеспеч. нас. и технол. инф. поддержки РСЧС и пож. безопасн. МЧС России АГПС (129366, Москва, ул. Бориса Галушкина, д. 4);

Богданова Екатерина Михайловна – адъюнкт фак-та подгот. кадров высш. квалификации СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), e-mail: bogdanova_em93@mail.ru;

Бызов Антон Прокопьевич – доц. Высш. шк. техн. безопасн. СПбПУ Петра Великого (195251, Санкт-Петербург, ул. Политехническая, д. 29), канд. техн. наук;

Васильева Наталья Викторовна – доц. каф. матем. СПб гос. морского техн. ун-та (190121, Санкт-Петербург, ул. Лоцманская, д. 3), e-mail: nww13@mail.ru., канд. техн. наук, доц.;

Виноградов Владимир Николаевич – инж. отд. планир., орг. и коорд. науч. исслед. центра орг. науч.-исслед. и ред. деят. СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), канд. техн. наук, доц.;

Винокуров Владимир Анатольевич – проф. каф. теории и ист. гос-ва и права СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), д-р юрид. наук, засл. юрист РФ;

Войтенок Олег Викторович – нач. каф. надзор. деят. СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), e-mail: vogps@igps.ru, канд. техн. наук;

Воронин Сергей Владимирович – доц. каф. пож. безопасн. и технол. проц. и пр-в СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), канд. техн. наук, доц.;

Гавкалюк Богдан Васильевич – нач. ГУ МЧС России по Новгородской обл., 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;

Гайдукевич Александр Евгеньевич – ст. инженер-программист отд. информ. и програм. центра информ. и коммуникационных технол. СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149);

Домничева Анастасия Вячеславовна – редактор отд. предпеч. подгот. ред. отд. ЦОНИИРД СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149);

Домрачёва Екатерина Юрьевна – аспирант Белгород. гос. нац. исслед. ун-та (308012, г. Белгород, ул. Костюкова, д. 46);

Думчева Марина Михайловна – инспектор отд. ОНДПР Выборгского р-на УНДПР ГУ МЧС России, аспирант каф. психол. ГБУ ДПО СПб АППО (194223, Санкт-Петербург, Институтский пр., д. 18), e-mail: mdumchi@mail.ru;

Ефремов Сергей Владимирович – доц. Высш. шк. техн. безопасн. СПбПУ Петра Великого (195251, Санкт-Петербург, ул. Политехническая, д. 29), канд. техн. наук, доц.;

Ивахнюк Григорий Константинович – проф. каф. пож. безопасн. технол. проц. и пр-в СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), зав. каф. инж. защ. окр. среды СПб гос. технол. ин-та (техн. ун-та) (190013, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 26), e-mail: fireside@mail.ru, д-р хим. наук, проф.;

Ильницкий Сергей Владимирович – нач. группы по обучению иностр. граждан СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149);

Каверзнева Татьяна Тимофеевна – доц. каф. безопасн. жизнедеят. СПб политех. ун-та Петра Великого (195251, ул. Политехническая, д. 29), канд. техн. наук, доц.;

Клыкков Петр Николаевич – советник ГУ спец. программ Президента РФ (103132, Москва, Старая пл., д. 2/14), канд. техн. наук;

Колесников Дмитрий Александрович – препод. каф. надзор. деят. Дальневосточ. пож.-спас. акад. – филиала СПб ун-та ГПС МЧС России (690922, Приморский край, г. Владивосток, о. Русский, п. Аякс, д. 27);

Королева Людмила Анатольевна – зам. нач. каф. пож., авар.-спас. техн. и авт. хоз-ва СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), e-mail: lyudamil@mail.ru, канд. техн. наук, доц.;

Корольков Анатолий Павлович – проф. каф. систем. анализа и антикризис. упр. СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), канд. техн. наук, проф., почет. работник высш. шк. РФ;

Косовец Максим Александрович – препод. каф. естеств.-науч. и спец. дисциплин СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149);

Кошелева Елена Владимировна – зам. нач. отд. тематич. обработ. и анализа упр. космич. монитор. НЦУКС (121357, Москва, ул. Ватутина, д. 1, стр. 1);

Кошкарров Вадим Сергеевич – нач. каф. безопасн. жизнедеят. Урал. ин-та ГПС МЧС России (620062, Свердловская обл., г. Екатеринбург, ул. Мира, д. 22), канд. психол. наук, доц.;

Кузьмин Анатолий Алексеевич – доц. каф. физ.-техн. основ обеспеч. пож. безопасн. СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), канд. пед. наук, доц.;

Кузьмина Татьяна Анатольевна – доц. каф. пож. безопасн. технол. проц. и пр-в СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), канд. пед. наук;

Кунтурова Надежда Борисовна – проф. каф. матем. Воен.-космич. акад. им. А.Ф. Можайского (197198, Санкт-Петербург, ул. Ждановская, д. 13), e-mail: k_n_b_26@rambler.ru, д-р пед. наук;

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.;

Латкин Матвей Алексеевич – проф. каф. защ. в ЧС Белгород. гос. нац. исслед. ун-та (308012, г. Белгород, ул. Костюкова, д. 46), д-р техн. наук, проф.;

Ложкин Владимир Николаевич – проф. каф. пож., авар.-спас. техн. и авт. хоз-ва СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), д-р техн. наук, проф., засл. деят. науки РФ; акад. и лауреат НАНПБ;

Лукин Владимир Николаевич – вед. науч. сотр. отд. информ. обеспеч. населения и технол. информ. поддержки РСЧС и пож. безопасн. центра орг. науч. исслед. и ред. деят., проф. каф. филос. и соц. наук СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), д-р полит. наук, доц.;

Лукина Дарья Васильевна – студент 1 курса магистратуры Высш. шк. техн. безопасн. СПбПУ Петра Великого (195251, Санкт-Петербург, ул. Политехническая, д. 29);

Максимов Александр Викторович – доц. каф. прикл. матем. и инф. технол. СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), e-mail: helnze@mail.ru, кан. техн. наук;

Малыгин Игорь Геннадьевич – дир. ФГБУН Ин-та проблем транспорта им. Н.С. Соломенко РАН (199178, Санкт-Петербург, 12-я линия ВО, д. 13), д-р техн. наук, проф.;

Малыгина Елена Александровна – ученый секретарь СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), e-mail: malygin_com@mail.ru., канд. пед. наук;

Матвеев Александр Владимирович – доц. каф. прикл. мат. и информ. технол. СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), канд. техн. наук, доц.;

Мифтахутдинова Александра Артуровна – адъюнкт фак-та подгот. кадров высш. квалификации СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), e-mail: mif-afto@mail.ru;

Новиков Владислав Романович – ст. препод. каф. спец. подгот. СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), e-mail: novikovvr@mail.ru;

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 Вадимирович – ст. спец. отд. внедрения инф. сист. упр. разраб. и внедрения информ. технол. ИЦУКС (121357, Москва, ул. Ватутина, д. 1, стр. 1.), канд. техн. наук;

Пелех Михаил Теодозиевич – доц. каф. пож. безопасн. и технол. проц. и пр-в СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), канд. техн. наук, доц.;

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;

Рева Юрий Викторович – доц. каф. сервис безопасн. СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), канд. воен. наук;

Рождественская Кристина Владимировна – зам. нач. Упр. по работе с молодежью ФГБОУ ВО СПб гос. ун-та (199034, Санкт-Петербург, Университетская наб., д. 7-9), e-mail: christinarozhdestvenskaya@gmail.com;

Романов Николай Николаевич – доц. каф. физ.-тех. основ обеспеч. пож. безопасн. СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), канд. техн. наук, доц.;

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;

Сай Василий Валерьевич – нач. каф. спец. подгот. СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), e-mail: sai1982@yandex.ru, канд. техн. наук, доц.;

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.;

Симонова Марина Александровна – нач. каф. пож. безопасн. и технол. проц. и пр-в СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), канд. техн. наук, доц.;

Синякова Марина Геннадьевна – зав. каф. гос. службы и кадров. политики Урал. ин-та ГПС МЧС России (620062, Свердловская обл., г. Екатеринбург, ул. Мира, д. 22), д-р психол. наук, доц.;

Скрипник Игорь Леонидович – проф. каф. пож. безопасн. технол. процессов и пр-в СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), канд. техн. наук, доц.;

Степанова Мария Николаевна – зав. лаб. каф. защ. в ЧС Белгород. гос. нац. исслед. ун-та (308012, г. Белгород, ул. Костюкова, д. 46), канд. техн. наук;

Таранцев Александр Алексеевич – проф. каф. орг. пожаротушения и провед. авар.-спас. работ СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), зав. лаб. проблем безопасн. транспорт. систем Института проблем транспорта им. Н.С. Соломенко РАН (199178, Санкт-Петербург, 12-я линия ВО, д. 13), e-mail: t_54@mail.ru, д-р техн. наук, проф., засл. работник высш. шк. РФ;

Хайдаров Андрей Геннадьевич – доц. каф. бизнес-информ. СПб гос. технол. ин-та (техн. ун-та) (190013, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 26), e-mail: andreyhaydarov@gmail.com, канд. техн. наук, доц.;

Черных Андрей Климентьевич – проф. каф. переподгот. и повыш. квалиф. спец. СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), д-р техн. наук, доц.;

Шаптала Владимир Григорьевич – проф. каф. огневой подгот. Белгород. юрид. ин-та МВД России им. И.Д. Путилина (308024, г. Белгород, ул. Горького, д. 71), e-mail: sharvlad7@yandex.ru, д-р техн. наук, проф.;

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.;

Шленков Алексей Владимирович – проф. каф. пед. и психол. экстрем. ситуаций СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), д-р психол. наук, проф.;

Шульженко Владимир Николаевич – доц. каф. защ. в ЧС Белгород. гос. нац. исслед. ун-та (308012, г. Белгород, ул. Костюкова, д. 46), канд. техн. наук;

Юнцова Ольга Семеновна – доц. каф. надзор. деят. СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), e-mail: unsova@igps.ru, канд. пед. наук, доц.