

НАУЧНО-АНАЛИТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ
**ПРОБЛЕМЫ
УПРАВЛЕНИЯ РИСКАМИ
В ТЕХНОСФЕРЕ**
PROBLEMS OF TECHNOSPHERE RISK MANAGEMENT
№ 3 (43) – 2017

Редакционный совет

Председатель – доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки Российской Федерации **Ложкин Владимир Николаевич**, профессор кафедры пожарной, аварийно-спасательной техники и автомобильного хозяйства.

Заместитель председателя – доктор политических наук, кандидат исторических наук, доцент **Мусиенко Тамара Викторовна**, заместитель начальника университета по научной работе.

Заместитель председателя – (главный редактор) доктор технических наук, профессор, заслуженный работник высшей школы Российской Федерации **Галишев Михаил Алексеевич**, профессор кафедры криминалистики и инженерно-технических экспертиз.

Члены редакционного совета:

доктор технических наук, доцент полковник внутренней службы **Крутолапов Александр Сергеевич**, заместитель начальника института развития по учебно-методической работе;

доктор медицинских наук, доктор психологических наук, профессор, заслуженный деятель науки Российской Федерации **Рыбников Виктор Юрьевич**, заместитель директора по научной и учебной работе Всероссийского центра экстренной и радиационной медицины им. А.М. Никифорова МЧС России;

доктор технических наук, профессор **Иванов Александр Юрьевич**, профессор кафедры системного анализа и антикризисного управления;

доктор технических наук, доцент **Терехин Сергей Николаевич**, профессор кафедры пожарной безопасности зданий и автоматизированных систем пожаротушения;

доктор технических наук, профессор полковник внутренней службы **Шарапов Сергей Владимирович**, начальник Научно-исследовательского института перспективных исследований и научных технологий в области безопасности жизнедеятельности;

доктор технических наук, профессор **Малыгин Игорь Геннадьевич**, директор Института проблем транспорта им. Н.С. Соломенко Российской академии наук;

доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки Российской Федерации **Поляков Александр Степанович**, профессор кафедры физико-технических основ обеспечения пожарной безопасности;

доктор химических наук, профессор полковник внутренней службы **Калач Андрей Владимирович**, заместитель начальника Воронежского института ГПС МЧС России по научной работе;

доктор химических наук, профессор **Сиротинкин Николай Васильевич**, декан факультета химической и биотехнологии Санкт-Петербургского государственного технологического института (технического университета);

доктор психологических наук, доцент **Бобрищев Алексей Александрович**, профессор кафедры физической подготовки;

доктор педагогических наук, профессор, заслуженный работник высшей школы Российской Федерации **Медведева Людмила Владимировна**, заведующий кафедрой физико-технических основ обеспечения пожарной безопасности;

доктор педагогических наук, профессор **Пашута Валерий Лукич**, заведующий кафедрой психолого-педагогических и правовых основ служебно-прикладной физической подготовки Военного института физической культуры;

доктор наук (PhD), профессор **Агостон Рестас**, начальник Департамента противопожарной профилактики и предотвращения чрезвычайных ситуаций Института управления в чрезвычайных ситуациях (Республика Венгрия);

доктор технических наук **Николич Божо**, профессор Высшей технической школы Нови Сад (Республика Сербия).

доктор технических наук **Мрачкова Ева**, профессор кафедры противопожарной защиты Технического университета г. Зволен (Республика Словакия).

Секретарь совета:

кандидат педагогических наук капитан внутренней службы **Балабанов Марк Александрович**, ответственный секретарь редакционного отделения центра организации научно-исследовательской и редакционной деятельности.

Редакционная коллегия

Председатель – подполковник внутренней службы **Стёпкин Сергей Михайлович**, начальник редакционного отдела центра организации научно-исследовательской и редакционной деятельности;

Заместитель председателя – кандидат технических наук майор внутренней службы **Турснев Сергей Александрович**, начальник отдела планирования, организации и координации научных исследований центра организации научно-исследовательской и редакционной деятельности.

Члены редакционной коллегии:

доктор технических наук, профессор **Моторыгин Юрий Дмитриевич**, профессор кафедры криминалистики и инженерно-технических экспертиз;

кандидат военных наук, доцент полковник внутренней службы **Горбунов Алексей Александрович**, заместитель начальника университета – начальник института заочного и дистанционного обучения;

кандидат юридических наук **Доильницын Алексей Борисович**, заместитель начальника университета по работе с личным составом;

кандидат технических наук, доцент полковник внутренней службы **Пелех Михаил Теодозиевич**, заместитель начальника университета по учебной работе;

кандидат технических наук, доцент **Виноградов Владимир Николаевич**, инженер отдела планирования, организации и координации научных исследований центра организации научно-исследовательской и редакционной деятельности;

кандидат технических наук, профессор, заслуженный работник высшей школы Российской Федерации **Фомин Александр Викторович**, профессор кафедры надзорной деятельности;

кандидат технических наук, доцент полковник внутренней службы **Шидловский Александр Леонидович**, начальник кафедры практической подготовки сотрудников пожарно-спасательных формирований;

кандидат технических наук, доцент **Маловечко Владимир Александрович**, доцент кафедры пожарной безопасности технологических процессов и производств;

доктор экономических наук, профессор полковник внутренней службы **Бардулин Евгений Николаевич**, начальник кафедры управления и интегрированных маркетинговых коммуникаций.

Секретарь коллегии:

капитан внутренней службы **Дмитриева Ирина Владимировна**, редактор редакционного отделения центра организации научно-исследовательской и редакционной деятельности.

Журнал «Проблемы управления рисками в техносфере» включен в Реферативный журнал и базы данных ВИНТИ РАН.

Сведения о журнале ежегодно публикуются в Международной справочной системе по периодическим и продолжающимся изданиям «Uberich's Periodicals Directory». Решением ВАК журнал включен в перечень периодических научных и научно-технических изданий, в которых рекомендуется публикация материалов, учитывающихся при защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата и доктора наук.

Периодичность издания журнала – ежеквартальная

СОДЕРЖАНИЕ

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

Андреев В.П., Крутолапов А.С., Черных А.К. Вопросы защиты информации при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций	6
Приймак В.В., Марченко М.А., Ивахнюк Г.К. Основы технологического аудирования объектов нефтеперерабатывающей отрасли	12
Канаев Ю.Ю., Ложкин В.Н., Ложкина О.В. Влияние законодательного регулирования промышленной безопасности на изменение технического состояния автотранспорта Санкт-Петербурга в 2004–2015 гг.	18

ПОЖАРНАЯ И ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Горшкова Е.Е., Дехтерева В.В., Шидловский Г.Л. Пожарная безопасность зданий стационаров медицинских учреждений	28
Широухов А.В., Родионов В.А., Громов В.Н. Оптимизация параметров механических виброзащитных систем специальных и пожарно-спасательных автомобилей МЧС России как элемент обеспечения пожарной безопасности	34
Павлова А.С., Крутолапов А.С., Решетов А.А. Критерии групповой диагностики нефтепродуктов в материалах различной природы на нефтегазовых объектах на основе результатов термического люминесцентного анализа	45

ПОЖАРНАЯ ТАКТИКА, ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОЦЕССОВ ГОРЕНИЯ И ТУШЕНИЯ

Андрюшкин А.Ю., Пелех М.Т., Кадочникова Е.Н. Подготовка металлических поверхностей объектов переработки, хранения и транспортировки углеводородов к напылению изоляционных покрытий	53
Маслаков М.Д. Диагностирование сульфатации пластин свинцовых аккумуляторов ...	62
Некрасов А.С., Кузьмин А.А., Романов Н.Н. Измерение степени черноты поверхности методом сравнения радиационных потоков	66
Веджижев М.И., Трофимец В.Я., Ожегов Э.А. Экспериментальное исследование параметров нефтяного загрязнения при анализе системы воздушная среда – почвенный слой на объектах нефтегазового комплекса	73

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ, КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ТЕОРИИ УПРАВЛЕНИЯ СЛОЖНЫХ ПРОЦЕССОВ

Артамонов А.С., Иванов А.Ю. Анализ факторов, приводящих к ошибкам при вводе информации в автоматизированную систему, методом линейной регрессии	81
Малыгин И.Г., Крылатов А.Ю., Широколобова А.П. Маршрутизация движения пожарных автомобилей в условиях загруженной транспортной сети мегаполиса	87
Корольков А.П., Минкин Д.Ю., Колесников Д.А. Нейросетевая модель функционирования системы мониторинга пожаровзрывоопасности линейной части магистральных газопроводов	95
Бондарь А.А., Марухин П.Н., Таранцев А.А., Клейменов А.В. Математическая модель гидравлического коллектора для защиты группы резервуаров с нефтепродуктами	101
Лосев М.А., Шевченко А.В., Полежаева Е.А. Особенности моделирования движения разгонного блока с контейнером для экстренной доставки грузов в труднодоступные районы	107

ЭКОНОМИКА, СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

Королева Л.А., Воронин С.В., Веригин А.Н. Место и роль противопожарной службы России как государственной организации	116
--	-----

ПРАВОВЫЕ ОСНОВЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ЧЕЛОВЕКА И ОБЩЕСТВА В ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ СИТУАЦИЯХ

Баскин Ю.Г., Свидзинская Г.Б. Реализация государственной программы обновления аварийно-спасательного флота Российской Федерации на отечественных верфях 123

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

Лагунов А.Н., Трояк Е.Ю., Слепов А.Н., Гапоненко М.В. Формирование профессиональных компетенций у обучающихся при изучении дисциплины «Пожарно-техническая экспертиза» 130

Медведева Л.В., Евдокимов А.С. Система информационного сопровождения подготовки младшего начальствующего состава в образовательном процессе вуза МЧС России 134

Дерий И.А., Кравицкий Ю.А., Тихомиров А.В. Педагогические условия развития одаренности учащихся суворовских училищ и кадетских корпусов 141

Леонтьев О.В., Яковлев Е.В., Церфус Д.Н. Особенности медико-психофизиологической реабилитации у пациентов с психосоматической патологией с применением психофизиологических критериев 146

ГОРНОСПАСАТЕЛЬНОЕ ДЕЛО. ОХРАНА ТРУДА

Афанасьев А.С., Хакимов Р.Т., Печурин А.А. Испытания систем кондиционирования конструкций кабин автотранспортной техники 150

Базарных И.К., Пименова М.А., Скрипник И.Л. Становление и развитие индустрии противохимических средств защиты. Военно-исторический очерк 157

Сведения об авторах 164

Информационная справка 168

Авторам журнала «Проблемы управления рисками в техносфере» 173

Полная или частичная перепечатка, воспроизведение, размножение либо иное использование материалов, опубликованных в журнале «Проблемы управления рисками в техносфере», без письменного разрешения редакции не допускается.
Ответственность за достоверность фактов, изложенных в материалах номера, несут их авторы

ББК 84.7Р

УДК 614.84+614.842.84

Отзывы и пожелания присылать по адресу: 196105, Санкт-Петербург, Московский проспект, 149. Редакция журнала «Проблемы управления рисками в техносфере»; тел. (812) 645-20-35. E-mail: redakziaotdel@yandex.ru. Официальный интернет-сайт Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России: WWW.IGPS.RU

ISSN 1998-8990

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

ВОПРОСЫ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ ПРИ ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

**В.П. Андреев, кандидат военных наук, доцент.
Санкт-Петербургский университет МВД России.
А.С. Крутолапов, доктор технических наук, доцент;
А.К. Черных, доктор технических наук, доцент.
Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России**

Рассмотрены информационные угрозы для должностных лиц органов управления МЧС России, реализующих функции управления ликвидацией последствий чрезвычайной ситуации в рамках беспроводных сетей и способы защиты этих сетей от несанкционированного доступа. Предложен подход к построению модели планирования ликвидации последствий чрезвычайной ситуации, снижающей вероятность несанкционированного доступа к конфиденциальной информации, ее решения.

Ключевые слова: беспроводные сети, защита информации, несанкционированный доступ, расчетные модули, ликвидация последствий чрезвычайных ситуаций

PROBLEMS OF INFORMATION PROTECTION IN THE LIQUIDATION OF EMERGENCY SITUATION CONSEQUENCES

V.P. Andreev. Saint-Petersburg university of Ministry of internal affairs of Russia.
A.S. Krutolapov; A.K. Chernykh.
Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia

The article contains analysis of the information threats for EMERCOM management bodies officials, realizing management functions in the liquidation of emergency situation consequences within wireless networks, and the protection methods of wireless networks by the unauthorized access. Besides, the approach to the construction of a planning of emergency situation consequences liquidation model, which might decrease the probability of unauthorized access to the confidential information, is introduced.

Keywords: wireless networks, information security, information protection, unauthorized access, emergency situation calculation modules

Беспроводные сети, называемые также Wi-Fi (Wireless Fidelity) или WLAN (Wireless LAN) используются в настоящее время в повседневной деятельности должностных лиц

органов управления МЧС России, в рамках различных автоматизированных систем, используемых при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций (ЧС).

В настоящее время для защиты беспроводных сетей применяются сложные алгоритмические и математические методы аутентификации, шифрования и контроля целостности передачи данных [1–3]. Тем не менее для перехвата сетевого трафика беспроводных сетей этих методов оказывается часто недостаточно. Неправильные настройки шифрования на точке доступа или передача информации в открытом виде приводит к тому, что для подключения к сети специально обученному должностному лицу (хакеру) достаточно иметь ноутбук с беспроводным адаптером и расположиться вблизи «точки доступа».

Использование устаревшего протокола WEP (Wired Equivalent Privacy) для шифрования данных в беспроводных сетях сегодня встречается редко. В WEP используется симметричная схема шифрования, использующая алгоритм RC4. Защита беспроводной сети, построенная на использовании WEP с аутентификацией по MAC-адресу и статическими ключами, неустойчива к существующим методам взлома и практически равноценна использованию открытых сетей [4].

Более поздний протокол Wi-Fi Protected Access (WPA), вытеснивший протокол WEP, использует технологию динамической генерации ключей шифрования данных на базе протокола TKIP (Temporal Key Integrity Protocol). Кроме того, этот протокол поддерживает шифрование по усовершенствованному стандарту AES (Advanced Encryption Standard) с более стойким криптоалгоритмом по сравнению с протоколами WEP и TKIP. При использовании в стандарте WPA протокола аутентификации EAP должностное лицо органа управления МЧС России обязано подтверждать свое право на доступ в сеть. В настоящее время семейство WPA считается наиболее защищенным от взлома и подавляющее число точек доступа использует основанное на нем шифрование. Самый высокий уровень защиты данных и доступа в беспроводную сеть имеет вторая версия этого протокола WPA2 [5].

Шифрование трафика на точках доступа сегодня считается необходимым условием для защиты данных для служебного пользования при использовании беспроводных сетей [6].

При попытках несанкционированного подключения к беспроводным сетям хакеры могут использовать два основных метода взлома сетей. Наиболее простой и распространенный – Brute Force (метод «грубой силы», в дальнейшем – «брутфорсы») – использует перебор паролей. При его использовании запускается специальная программа для взлома и вводится интересующая хакера сеть. Время взлома в основном зависит от сложности и длины пароля. Для сокращения времени перебора используются словари паролей. Поскольку большинство пользователей используют в составе готовые слова, то их перебор занимает намного меньше времени, чем перебор случайных символов.

В интернете можно найти и скачать «брутфорсы» любых типов: для серверов, почты, ICQ, сайтов и т.д. (рис. 1).



Рис. 1. Брутфорсы различных типов

Если для взлома сложного пароля требуется значительное время, то используются специальные программы для перехвата пакетов между компьютером и роутером. После расшифровки данных пакетов взломанный пароль хакер может отправить либо себе на почту, либо на удаленный сервер. В качестве примера подобных программ может служить программа Wihack (рис. 2).



Рис. 2. Программа Wihack для взлома Wi-Fi

При обнаружении беспроводных сетей программа анализирует их на наличие защищенности, позволяет получить список пользователей сети, подобрать пароль к Wi-Fi, осуществить перехват пакетов и выявить, чем занимается пользователь, при желании заблокировать работу этого пользователя. Подобными программами могут воспользоваться даже хакеры, не имеющие специального технического образования.

Более квалифицированные хакеры используют пакеты различных программ, чаще всего, CommView for Wi-Fi и Aircrack-ng (для операционной системы Windows последняя версия 0.9.3-win).

Программа CommView for WiFi может перехватывать сетевые пакеты и получать подробную информации о сети: список точек доступа и узлов, статистику по каждому узлу и каналу, уровень сигнала, список пакетов и сетевых соединений и т.д.

Программа Aircrack осуществляет перехват пакетов в защищенной WEP или WPA шифрованием беспроводной сети для последующего анализа и расшифровки. После замены штатных драйверов от производителя беспроводного сетевого адаптера на специальные драйверы, поддерживающие режим мониторинга и перехвата пакетов, запускается файл Aircrack-ng GUI.exe, представляющий собой графическую оболочку для утилит, входящих в пакет Aircrack-ng (рис. 3).

Процедура взлома беспроводной сети выполняется в три этапа: сбор информации о сети, перехват пакетов и их анализ.

Использование программы Aircrack-ng показывает, что часто рекомендуемые способы защиты беспроводных соединений: использование режима скрытого идентификатора сети (Hide SSID) и фильтрация по MAC-адресам не эффективны. Утилита airodump-ng также, как и программа CommView for Wi-Fi показывают SSID сети, который можно будет использовать для дальнейшего подключения к сети. Что касается фильтрации по MAC-адресам, то подменить MAC-адрес сетевого интерфейса можно с помощью специальных программ, которые можно найти в интернете, например, MAC MakeUP, Ryll MAC Edito и т.д.



Рис. 3. Интерфейс программы Aircrack-ng

Для защиты беспроводных сетей от взлома и утраты конфиденциальной информации можно рекомендовать следующие меры:

- всегда выключайте соединение Wi-Fi, когда вы им не пользуетесь. Кроме того, отключайте функцию автоматического подключения к имеющимся Wi-Fi соединениям;
- если есть сомнения в безопасности используемой вами беспроводной сети, но есть необходимость выйти в интернет, используйте только простые действия, например поиск информации;
- при посещении сайтов, где вы не уверены в должной защите, в настройках включите пункт «Всегда использовать безопасное соединение» (HTTPS);
- если есть возможность, используйте подключение через виртуальную частную сеть (VPN), трафик в которой маршрутизируется по защищенному туннелю в зашифрованном виде;
- используйте программные средства для обнаружения несанкционированного доступа к вашей беспроводной сети. Например, свободно распространяемая программа SoftPerfect WiFi Guard осуществляет сканирование вашей сети и дает информацию о всех подключенных устройствах. В случае подключения неизвестного устройства немедленно всплывает окно с сообщением о подключении и характеристиках подключаемого устройства (рис. 4);
- используйте наиболее надежные специализированные решения защиты беспроводных соединений, например функция «Безопасное соединение», реализованная в Kaspersky Internet Security и Kaspersky Total Security. Указанный модуль предоставляет пользователю безопасный зашифрованный канал связи при подключении к публичным сетям Wi-Fi.

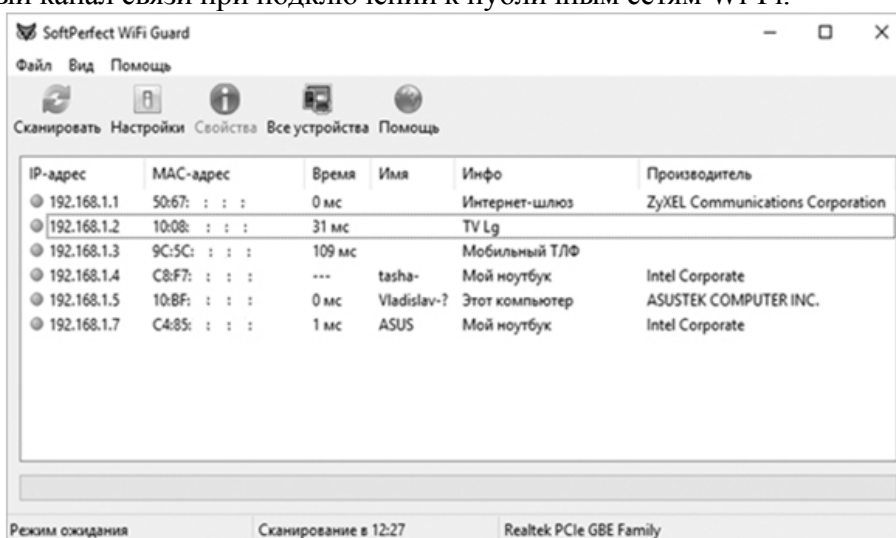


Рис. 4. Интерфейс программы SoftPerfect WiFi Guard

Следует отметить, что фильтрация MAC-адресов не позволяет защитить сеть, но в какой-то мере может повысить уровень ее безопасности, например, оградит от соседей. Это касается и режима скрытого идентификатора, при котором сеть не отображается в списке доступных сетей.

В заключение опишем концепцию построения таких математических моделей планирования ликвидации последствий ЧС, использование которых при проведении хакерской атаки на компьютер должностного лица органа управления МЧС России, минимизирует вероятность несанкционированного доступа к конфиденциальной информации (блокировки информации), необходимой для реализации текущего расчетного модуля модели, подготавливающего исходные данные для планирования мероприятий по ликвидации последствий ЧС и получения результатов реализации этой модели. Необходимо отметить, что эффективность таким образом синтезированных моделей, рассчитанная согласно указанным в работах [7, 8] подходам, практически не снижается.

Идея здесь заключается в том, что информация для указанных моделей преобразуется к виду, который может быть использован при различной последовательности включения модулей в расчетную схему. Схема автоматизированного формирования конфигурации структуры расчетных модулей в целях последовательного подключения информации, необходимой для решения каждого из расчетных модулей модели, приведена на рис. 5.

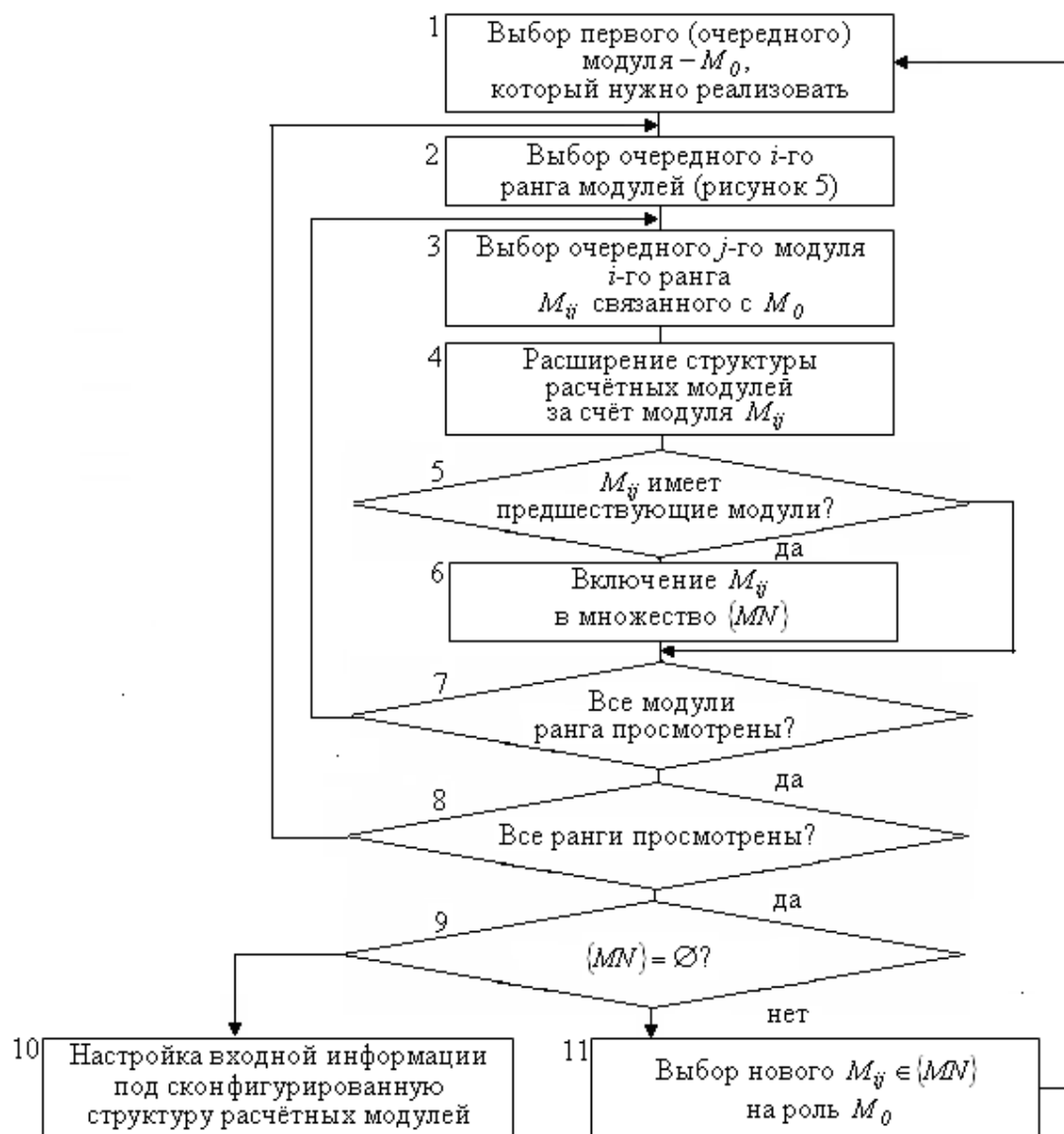


Рис. 5. Схема автоматизированного формирования конфигурации структуры расчетных модулей

В качестве пояснения к рис. 5 отметим, что связанность модуля M_{ij} с модулем M_0 (блок 3, рис. 5) определяется в виде группы равенств вида:

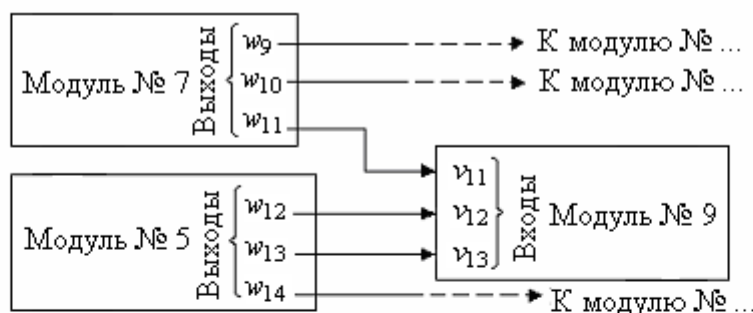
$$v_k = w_k \quad k = \overline{\kappa_0, \kappa_n} \text{ (рис. 6),}$$

где v_k – идентификатор k входного параметра модуля M_0 ; w_k – идентификатор k выходного параметра модуля M_{ij} ; $[\kappa_0, \kappa_n]$ – интервал изменения идентификаторов.

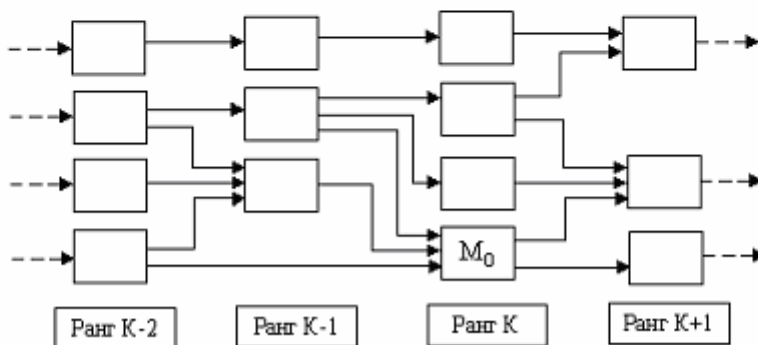
Выбор нового модуля $M_{ij} \in \{MN\}$ на роль модуля M_0 (блок 11, рис. 5) осуществляется по правилу:

$$M_0 = \max_i \{M_{ij} \in \{MN\}\},$$

где $\{MN\} : M_{ij}, i = \overline{k-1, 1}, j = \overline{1, n}$, n – количество модулей.



а) Отношение изоморфизма между входной и выходной информацией модулей



б) Ранжирование модулей

Рис. 6. Фрагмент структуры модели

Литература

1. Анисимов В.Г., Селиванов А.А., Анисимов Е.Г. Методика оценки эффективности защиты информации в системе межведомственного информационного взаимодействия при управлении обороной государства // Информация и космос. 2016. № 4. С. 76–80.
2. Риск-ориентированный подход к организации контроля в подсистемах обеспечения безопасности информационных систем / П.Д. Зегжда [и др.] // Проблемы информационной безопасности. Компьютерные системы. 2016. № 3. С. 61–67.
3. Показатели эффективности защиты информации в системе информационного взаимодействия при управлении сложными распределенными организационными объектами /

Е.Г. Анисимов [и др.] // Проблемы информационной безопасности. Компьютерные системы. 2016. № 4. С. 140–145.

4. Маркелов К.С., Нейман А.Б. Безопасность беспроводных сетей // Молодой ученый. 2012. № 4. С. 63–66.

5. Проблемы безопасности в беспроводных сетях / Е. Патий [и др.] // Искусство управления информационной безопасностью URL: <http://www.iso27000.ru/chitalnyi-zai/bezopasnost-besprovodnyh-setei/problemy-bezopasnosti-v-besprovodnyh-setyah/> (дата обращения: 21.04.2017).

6. Андрушка И. // Лаборатория Информационной безопасности. URL: <http://security.ase.md/publ/ru/pubru79/> (дата обращения: 21.04.2017).

7. Маслаков М.Д., Багрецов С.А., Черных А.К. Об одном подходе к оценке эффективности математических моделей // Проблемы управления рисками в техносфере. 2013. № 3 (27). С. 67–73.

8. Артамонов В.С., Черных А.К., Клыков П.Н. Подход к оценке эффективности систем управления организационными системами, функционирующими в реальном масштабе времени // Проблемы управления рисками в техносфере. 2014. № 4 (32). С. 60–68.

ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО АУДИРОВАНИЯ ОБЪЕКТОВ НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕЙ ОТРАСЛИ

В.В. Приймак;

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

Г.К. Ивахнюк, доктор химических наук, профессор.

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

Обоснована необходимость технологического аудирования объектов нефтеперерабатывающей отрасли как к инструменту, снижающему риски возникновения техногенных катастроф.

Ключевые слова: опасные производственные объекты, аварии, риск, анализ

BASICS OF TECHNOLOGICAL AUDITING OF OBJECTS OF OIL-PROCESSING INDUSTRY

V.V. Priymak; M.A. Marchenko; G.K. Ivakhnyuk.

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

The necessity of technological auditing of oil refining facilities as a tool that reduces the risks of man-caused disasters is substantiated.

Keywords: hazardous production facilities, accidents, risk, analysis

Современные производственные процессы сопряжены с высокой скоростью объема информации, требующей время на анализ возникающей ситуации и для принятия оперативных решений. Объекты нефтяной и газовой промышленности требуют к себе особого внимания, поскольку устранение различных аварий на подобных объектах имеет огромное количество сложностей. Нефтегазовая промышленность является стратегическим приоритетом любой развитой страны, поскольку от минерально-сырьевых источников и продуктов существует эффективность функционирования других отраслей промышленности, выделяя в общем место государства в мире.

Добыча, транспортировка и хранение нефти и нефтепродуктов относится к ряду потенциально опасных производств, а соответствующие объекты, на которых производятся подобные операции, являются объектами повышенного риска. Резервуары и резервуарные парки как основные сооружения складов нефти и нефтепродуктов распространены в различных отраслях народного хозяйства. Они входят в технологические схемы сбора и подготовки нефти, магистральных трубопроводов, нефтеперерабатывающих заводов, перевалочных и распределительных нефтебаз, предприятий автомобильного, железнодорожного, водного и воздушного транспорта, теплоэлектростанций и теплоэлектроцентралей, строительных организаций, промышленных предприятий, механизированных сельскохозяйственных предприятий. В связи с этим обеспечение безопасности и оценка риска при транспортировании и хранении нефтепродуктов приобретает первостепенное значение [1–4].

Полная официальная информация о реальном возрасте нефтепроводов в России недоступна. На основе имеющихся данных известно, что в среднем износ основных фондов в системе магистральных трубопроводов России превышает 70 %. Только 7 % российских нефтепроводов находятся в эксплуатации менее 10 лет, а 34 % – эксплуатируются свыше 30 лет. 70 % резервуаров, в которых происходят технологические процессы по транспортировке и хранению нефти, имеют возраст более 20 лет.

Анализ отечественной и зарубежной статистики показывает, что интенсивность аварий на нефтепроводах имеет выраженный региональный характер. Зависит это от различных локальных факторов: климатического, инженерно-геологического и геодинамического характера, особенностей сооружения и эксплуатации конкретного участка, развитости промышленной и транспортной инфраструктуры, общей хозяйственной активности в регионе [5]. Основную опасность представляют случаи аварийной разгерметизации нефте- и газопроводов. Как правило, зачастую этими опасными местами представляют участки подводных переходов и участки, проходящие вблизи населенных пунктов (это могут быть и обычные районы строительства, пересечения с автомобильными и железными дорогами). При авариях, возникающих на трубопроводах транспорта горючих жидкостей, происходит сильное и стойкое загрязнение окружающей среды, интенсивно влияющее на почву, грунт, сточные и открытые водоемы, не говоря уже об опасности воздействия пролитых углеводородных жидкостей на флору и фауну.

Согласно анализу статистических данных резервуарных парков хранения нефти и нефтепродуктов [2], возможными сценариями по возникновению и развитию аварий на подобных объектах могут быть:

- пожары разлившейся жидкости;
- взрывы в газовом пространстве резервуара;
- пожары в резервуарах;
- гидродинамическая волна прорыва при мгновенном раскрытии резервуара.

Основная опасность связана с вероятностью полного разрушения резервуара с возникновением гидродинамической волны прорыва. Сам процесс разрушения резервуара очень быстрый, а ударная сила волны прорыва очень велика, при этом расчетное обвалование, основанное на расчетных данных и рассчитанное на гидродинамическое удержание вылившейся жидкости, под действием гидродинамического потока в 49 % случаев разрушалось или промывалось, а в 29 % – поток просто перехлестывал через него. Это приводит к растеканию жидкости по прилегающей территории на большие площади и создает опасность для технологического оборудования, находящегося по соседству рядом с разрушенным резервуаром [2, 3].

Опять же, исходя из анализа материалов по расследованию аварий, происшествия распределяются в следующем порядке:

1. Дефекты оборудования и труб [3, 6–14].
2. Брак при проведении строительно-монтажных работ [7, 8, 10–16].
3. Механические повреждения трубопроводов [8, 9, 14].
4. Внутренняя коррозия и эрозия [7, 8].
5. Проведение различных маневровых работ [7, 9, 14, 16].

Таким образом, причины возникновения аварий выстроились в следующем порядке и приведены в табл. 1 [2, 6–15, 17].

Таблица 1. Причины аварий и отказов на нефтепроводах

Причины аварий и отказов	Кол-во аварий и отказов, %
Дефект труб	9
Дефект оборудования	6
Брак строительного-монтажных работ	27
Механические повреждения трубопроводов	28
Внутренняя коррозия и эрозия	9
Нарушение требований правил эксплуатации	5
Подземная коррозия	12
Неустановленные причины	4

Нефть с высоким содержанием сернистых соединений способна вызывать коррозионный износ аппаратуры и трубопроводов, что приводит к снижению общего срока службы всего оборудования и может привести к аварийной разгерметизации и выбросу опасных веществ в окружающую среду с последующим взрывом и пожаром. Отсюда следует, что коррозионное разрушение (несмотря на общую прочность всей конструкции трубопроводов), чаще всего имеет локальный характер и не приводит к катастрофическим последствиям. Но несвоевременная локализация и промедления при предотвращении аварии может привести к дальнейшему ухудшению развития сценария аварии.

Аварии на насосных станциях, случающиеся из-за неправильного проведения обслуживающих ремонтных работ, при скоплении паров легковоспламеняющихся жидкостей в здании насосной, а также аварийная остановка насосов могут привести к нарушению гидравлического и теплового режима системы и разрушению оборудования. Необходимо понимать, что отдельные элементы конструкции насосов обладают низкой живучестью (особенно остро это касается торцевых уплотнений), что уже является источником утечек горючих жидкостей, что в совокупности с прочими опасными факторами, возникающими на подобных объектах, способно перерасти в серьезную чрезвычайную ситуацию (ЧС).

Несмотря на то, что технический прогресс существенно вперед шагнул в области резервуаростроения, резервуары для нефтепродуктов и других горючих жидкостей так и остаются одними из наиболее опасных объектов. Эти опасности существуют по следующему ряду причин:

1. Высокая пожаровзрывоопасность хранимых продуктов;
2. Большие размеры конструкций и связанная с эти большая протяженность сварных швов, которые трудно контролировать по всей длине, требующие к себе повышенного внимания при проведении различных технических видов работ и обслуживания;
3. Несовершенство геометрической формы, неравномерные просадки оснований;
4. Большие перемещения стенки, особенно в зонах геометрических искажений проектной формы;
5. Высокая скорость коррозионных повреждений;
6. Малоцикловая усталость отдельных зон стенки конструкций;
7. Сложный характер нагружения конструкции в зоне уторного шва в сочетании с практическим отсутствием контроля сплошности этих сварных соединений.

В источниках материалов, опубликованных ООО «НПК Изотермик», существует статистика, собранная по публикациям об авариях на предприятиях Российской Федерации и в мировом промышленном комплексе с последующим анализом причин их возникновения (табл. 2, 3). В особых случаях общий материальный ущерб может превышать в 500 и более раз первичные затраты на сооружение резервуаров. Поэтому есть все основания полагать, что на сегодняшний день вопрос обеспечения надежности и безопасности резервуарных конструкций остается нерешенным.

Таблица 2. Причины аварий на резервуарах
(на примере 65 аварий за 60 лет)

Причина аварии	Кол-во аварий и отказов, %
Хрупкое разрушение	63,1
Взрыв и пожар	12,3
Образование вакуума	7,7
Коррозионный износ	3,1
Просадка основания	1,5
Ураганный ветер	1,5
Прочие причины	10,8
Итого:	100

Таблица 3. Данные по инцидентам и авариям в США
(API -581 «Инспекция наземных резервуаров на основе анализа рисков»)

Причина инцидента (аварии)	Относительное сравнение	Общее сравнение	Частота в год
Днище резервуара	100 %	86,78 %	$7,22 \times 10^{-3}$
Течь в днище	99,72 %	86,54 %	$7,2 \times 10^{-3}$
Разрыв днища	0,28 %	0,24 %	$2,0 \times 10^{-5}$
Сварная стенка резервуара	100 %	1,20 %	$1,0 \times 10^{-4}$
Течь в стенке	99,90 %	1,20 %	$1,0 \times 10^{-4}$
Хрупкое разрушение стенки (для резервуаров, проходивших периодическое обследование)	0,10 %	–	$1,0 \times 10^{-7}$
Хрупкое разрушение стенки (для резервуаров, не проходивших обследование)	3,85 %	–	$4,0 \times 10^{-6}$
Клепанная стенка резервуара	100 %	12,02 %	$1,0 \times 10^{-3}$
Течь в стенке	100 %	12,02 %	$1,0 \times 10^{-3}$
Разрыв стенки	0 %	0 %	0
Всего по всем элементам всех видов резервуаров		100 %	$8,32 \times 10^{-3}$

На практике большинство хрупких разрушений возникает от сварочных дефектов, низкой температуры (влияющей на прочность металла), различных дефектов, усиливающиеся коррозионными процессами и усталостные напряжения в стенках резервуаров и сварных швов, являющиеся главной причиной постепенных отказов, приводящих к общей потере герметичности и в последующем целостности всей конструкции.

Часто к аварийным ситуациям при хранении нефтепродуктов приводит осадка основания резервуара. Осадка основания происходит неравномерно, около стенок она достигает наибольших своих значений и наименьших – в центре. Это приводит к появлению повреждений краев основания корпуса и днища конструкции резервуара и, как следствие, неравномерному распределению напряжений внутри стенок и швов конструкции резервуара, отражающееся в изменении формы цилиндрической оболочки с последующим образованием характерных выпуклостей и вмятин. Осадка оснований резервуаров, вызываемая деформацией грунтов, является неизбежным явлением, которая происходит в результате давления на грунт массы конструкции резервуара и хранимой в нем жидкости. Сочетание значительных эксплуатационных напряжений с неравномерной осадкой по периметру резервуара может привести к разрушению узла сопряжения или к самому разрыву полотнища днища.

В мировой практике эксплуатации стальных резервуаров известны случаи разрушения резервуаров, вызванные неравномерными осадками основания. Изучение актов расследования

аварий резервуаров за последние 30 лет показало, что 38 аварий из 44 произошли из-за неравномерности осадки основания, в сочетании с другими факторами приведшее к полному уничтожению резервуара [16].

Исходя из статистических данных по аварийным ситуациям на промышленных объектах, их можно объединить в следующие группы:

1. Разрушение (разгерметизация) технологического оборудования, трубопроводов и арматуры, отказы систем противоаварийной защиты объекта.
2. Влияние человеческого фактора.
3. Внешние воздействия природного и техногенного характера.

К причинам, связанным с разрушением (разгерметизацией) оборудования и трубопроводов и отказами систем противоаварийной защиты (ПАЗ) объекта, относятся:

- нарушение прочности линейной арматуры и трубопроводов;
- воздействие внешних механических повреждений арматуры и трубопроводов;
- причины, характерные с типовыми процессами;
- прекращение подачи энергоресурсов (электроэнергии).

Наиболее распространенный вид внешнего механического воздействия на арматуру и трубопроводы – повреждения, наносимые специальной техникой при проведении работ в зоне нефтепровода. Также необходимо учитывать сами гидродинамические процессы, которые неизбежны при транспортировке горючих жидкостей. Характерной их особенностью является их нестационарность. Перепады давления, непредсказуемые динамические и существующие статистические нагрузки создают благоприятные условия для деформационных процессов металлоконструкций. Нестационарность процессов влечет за собой гидравлическим ударам внутри трубопроводной системы, приводящим к вибрации и, как следствие, нарушению герметичности трубопроводов вплоть до полного их разрушения. Трубопроводные системы являются источником повышенной опасности ввиду большого количества сварных и фланцевых соединений, запорной и регулирующей арматуры, «жестких» условий работы и больших объемов транспортируемых по ним продуктов. Нестационарность процессов транспорта жидких углеводородов может послужить «катализатором» нарушения герметичности системы.

Причинами возникновения аварийных ситуаций на нефтепроводе могут служить следующие факторы [18]:

- неудовлетворительное техническое состояние оборудования, физический и моральный износ;
- отсутствие или некорректная работа оборудования, необходимого для предотвращения аварий;
- недостаточная профессиональная подготовка производственного персонала и специалистов, человеческий фактор;
- несовершенство технологических процессов.

К источникам зажигания на исправных резервуарах относятся процессы самовозгорания пирофорных отложений, процессы возникновения атмосферного электричества, технологические искры или разряды статистического электричества и открытое пламя при проведении различных огневых работ. Групповые пожары (так называемый эффект «домино») на цистернах возникают на загазованных территориях или происходят из-за распространения пожара на соседнюю группу цистерн в виде растекания нефтепродукта из разрушенного резервуара. Как правило, чаще всего, подобные аварии влекут за собой уничтожение или выход из строя сразу нескольких цистерн.

Приведенные выше данные показывают, что аварии на железно-дорожных эстакадах при приеме нефтепродуктов также могут являться источниками ЧС с одновременным групповым поражением людей. Такие аварии могут сопровождаться пожарами, взрывами и загазованностью территории продуктами горения с последующим поражением персонала [5, 19].

Из проведенного анализа можно сделать вывод, что технологическое аудирование предприятий нефтегазового комплекса (НГК) будет своеобразным инструментом управления

уровнем их промышленной безопасности. Сам технологический аудит условно разделяется на две области применения: отраслевой (рассматривается каждый вид промышленности) и агрегатный (аудит применяемого оборудования и их узлов, применяемого для каждого вида промышленности).

Подводя итог, можно выделить четыре аспекта «Технологического аудирования»:

1. Применение новых технологий, соответствующих современному научно-техническому прогрессу.
2. Общая модернизация технологического оборудования.
3. Подбор конструкционных материалов, снижающих вероятность возникновения ЧС.
4. Исключение (или снижение вероятности) влияния «Человеческого фактора» на производственный процесс (различные психологические факторы, уровень квалификации обслуживающего персонала и т.д.).

Целью технологического аудита является улучшение критериев технологического совершенства промышленного объекта:

- ресурсосбережение (или материалоотдача);
- фондоотдача;
- энергосбережение;
- экологическая безопасность;
- промышленная безопасность.

В настоящее время необходимо уделять серьезное внимание на основы технологического аудита и его влияние на важные экономические и экологические показатели. Для этого следует продолжать процесс дальнейшего развития в нашей стране инновационной инфраструктуры, создание возможностей для предприятий НГК на получение современного технологического оборудования и формирование национальной базы данных по научно-техническим разработкам как по отечественным, так и по зарубежным.

Литература

1. О промышленной безопасности опасных производственных объектов: Федер. закон от 21 июля 1997 г. № 116-ФЗ. Доступ из справ.-правовой системы «Гарант».
2. Швырков С.А., Семиков В.Л., Швырков А.Н. Анализ статистических данных разрушений резервуаров // Проблемы безопасности при чрезвычайных ситуациях. 1996. Вып. 5. С. 39–50.
3. Сучков В.П. Актуальные проблемы обеспечения устойчивости к возникновению и развитию пожара технологий хранения нефти и нефтепродуктов. М.: ЦНИИТ Энефтехим, 1995.
4. Козлитин А.М., Попов А.И. Методы технико-экономической оценки промышленной и экологической безопасности высокорисковых объектов техносферы. Саратов: СГТУ, 2000. 216 с.
5. Методическое руководство по оценке степени риска аварий на магистральных нефтепроводах. М.: ОАО «АК ТРАНСНЕФТЬ», 1999. 94 с.
6. Эпов А.Б. Аварии, катастрофы и стихийные бедствия в России. М.: Финиздат, 1994. 342 с.
7. Кочетков К.Е. Аварии и катастрофы: учеб. пособ. М.: Изд-во АСВ, 2003. 408 с.
8. Публиковский К.Б. Почему в стране не работает рынок экспертных услуг // Безопасность труда в промышленности. 2008. № 8. С. 3.
9. Хроника аварий // Безопасность труда в промышленности. 2008. № 8. С. 81.
10. Хроника аварий // Безопасность труда в промышленности. 2008. № 10.
11. Хроника аварий // Безопасность труда в промышленности. 2009. № 3.
12. Хроника аварий // Безопасность труда в промышленности. 2009. № 7.
13. Прусенко Б.Е., Мартынюк В.Ф. Анализ аварий и несчастных случаев в нефтегазовом комплексе России, 2007. 312 с.
14. Хроника аварий // Безопасность труда в промышленности. 2009. № 1.

15. Соловьянов А.А. Оценка опасности и прогнозирование аварий, связанных с выбросом химических веществ // Рос. хим. журнал. 1993. № 4. С. 66–74.
16. Кондрашова О.Г., Назарова М.Н. Причинно-следственный анализ аварий вертикальных стальных резервуаров // Нефтегазовое дело. 2004.
17. Пожары резервуаров с нефтью и нефтепродуктами: Обзорная информация / В.П. Сучков [и др.] // Транспорт и хранение нефтепродуктов и углеводородного сырья. М.: ЦНИИТЭнефтехим, 1992. Вып. 3–4. 70 с.
18. Стрелкова Е.В., Боякова Е.Н., Потеряев Ю.К. Определение возможных причин и факторов, способствующих возникновению и развитию аварии на нефтеперерабатывающем промышленном объекте // Экология энергетика экономика (вып. X), Безопасность в чрезвычайных ситуациях. СПб.: Изд-во Менделеев, 2006. 244 с.
19. РД 03-357-00. Методические рекомендации по составлению декларации промышленной безопасности опасного производственного объекта. Научно-технический центр по безопасности в промышленности ГГН России. М., 2000.

ВЛИЯНИЕ ЗАКОНОДАТЕЛЬНОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НА ИЗМЕНЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ АВТОТРАНСПОРТА САНКТ-ПЕТЕРБУРГА В 2004–2015 ГГ.

Ю.Ю. Канаев;

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

О.В. Ложкина, кандидат химических наук, доцент.

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

Приводится анализ изменения технического состояния автомобильного транспорта, эксплуатируемого в Санкт-Петербурге в течение 2004–2015 гг., под влиянием законодательного регулирования в Российской Федерации нормативов промышленной безопасности применительно к колесным транспортным средствам. Отмечается положительная роль гармонизации законодательства Российской Федерации и Евразийского экономического сообщества с Директивами и Регламентами Европейского совета в рамках Европейского экономического комитета Организации Объединенных Наций.

Ключевые слова: автомобильный транспорт, нормативы технологической безопасности, выброс вредных (загрязняющих) веществ, законодательное регулирование

EFFECT OF LEGISLATIVE POLICIES ON TECHNICAL (TECHNOLOGICAL) STRUCTURE OF ROAD TRANSPORT IN SAINT-PETERSBURG IN 2004–2015

Yu.Yu. Kanaev; V.N. Lozhkin; O.V. Lozhkina.

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

Present paper analyses the changes in the technical (technological) structure of the vehicle fleet in Saint-Petersburg in 2004–2015 caused by the introduction of the legislative policies regarding motor transport emission standards. Positive effect of harmonization of the legislation of the Russian Federation and the Eurasian economic community with the Directives and Regulations of the European council within the European economic committee of the United Nations.

Keywords: motor transport, standards of technological safety, emission of harmful substances, legislative regulation

В Санкт-Петербурге, как во втором по величине городе России, существует экологическая опасность загрязнения окружающей среды выбросами вредных (загрязняющих) веществ (ЗВ) от стационарных и передвижных источников, главным из которых является автомобильный транспорт. Вклад автотранспорта в суммарный выброс ЗВ в атмосферный воздух, по официальным данным Федеральной службы по надзору в сфере природопользования, на начало 2016 г. составил 85,7 % (446,7 тыс. т), в том числе твердых веществ – 25,8 % (0,8 тыс. т), диоксида серы (SO₂) – 50 % (2,2 тыс. т), оксида углерода (CO) – 94,9 % (360,1 тыс. т), оксида и диоксида азота (NO_x) – 61,4 % (37,7 тыс. т), углеводородов (C_nH_m) – 8,5 % (1,9 тыс. т), летучих органических соединений (ЛОС) – 87,8 % (43,2 тыс. т) [1] (табл. 1).

Таблица 1. Выбросы вредных ЗВ от автотранспорта за 2005–2015 гг., (тыс. т) [1]

Годы	Всего	Твердые	SO ₂	CO	NO _x	CH ₄	NH ₃	ЛОС
2005	471,7	–	–	–	–	–	–	–
2006	456,04	–	–	–	–	–	–	–
2008	353	1,1	2,1	278,2	35,8	1,52	0,63	33,6
2010	370,3	1,2	2,2	291,8	37,5	3,7	0,67	35,2
2013	464,3	0,8	2,2	374,4	38,9	2,0	0,8	45,1
2014	441,7	0,8	2,1	356,1	37,2	1,9	0,8	42,8
2015	446,7	0,8	2,2	360,1	37,7	1,9	0,8	43,2
Увелич. (+) ^{*)} , сниж. (–)	93,7	-0,3	0	81,9	1,9	0,38	0,17	9,6
Увелич. (+) ^{**)} , сниж. (–)	5,0	0	0,1	4,0	0,5	0	0	0,4

^{*)} – сравниваются 2015 и 2008 гг.

^{**)} – сравниваются 2015 и 2014 гг.

Выброс ЗВ от автотранспорта в 2015 г. увеличился, по сравнению с предыдущим годом на 1,1 % (5,0 тыс. т), диоксида серы – на 4,8 % (0,1 тыс. т), оксида углерода – на 1,1 % (4,0 тыс. т) и ЛОС – на 0,9 % (0,4 тыс. т). Выбросы твердых веществ, аммиака и метана существенно не изменились за последние три года. Это, по-видимому, связано с увеличением количества грузового транспорта и уменьшением старого транспорта в городе.

В целом при наблюдавшемся в исследуемый период резком увеличении численности транспортных средств [2], регистрировалось сохранение качества атмосферного воздуха в Санкт-Петербурге на приемлемом уровне [2, 3]. Последняя положительная тенденция была результатом, в основном, двух обстоятельств стабилизации политического и экономического уклада в Российской Федерации: с одной стороны, гармонизацией природоохранного законодательства Российской Федерации в рамках членства в ЕЭК ООН (Женевское соглашение 1958 г. [4]) с Европейскими регламентами и Директивами [2–4], а с другой, стремлением граждан и организаций приобретать более комфортную, безопасную, надежную и экологически чистую автомобильную технику зарубежного производства.

К числу важнейших законодательных актов, самым благоприятным образом повлиявших на оздоровление воздушной среды в Санкт-Петербурге, следует отнести [2, 3]: Федеральный закон от 4 мая 1999 г. № 96-ФЗ «Об охране атмосферного воздуха»; Федеральный закон от 30 марта 1999 г. № 52-ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения»; Постановление Государственного Комитета Российской Федерации по стандартизации, метрологии и сертификации от 1 апреля 1998 г. № 19, закрепившего «Правила по проведению работ в Системе сертификации механических транспортных средств и прицепов»; Постановление Правительства Российской Федерации от 10 сентября 2009 г. № 720, от 6 октября

2011 г. № 824, от 12 октября 2005 г. № 609 «О безопасности колесных транспортных средств», от 6 октября 2010 г. № 706; наконец, в 2015 г. вступил в силу технический регламент о безопасности колесных транспортных средств, утвержденный Решением Комиссии Таможенного союза Евразийского экономического сообщества от 9 декабря 2011 г. № 887.

Наблюдавшаяся в исследуемый временной период устойчивая тенденция стабилизации выбросов вредных ЗВ с отработавшими газами автомобильного транспорта, эксплуатируемого в Санкт-Петербурге, в значительной степени была связана с обновлением парка легкового автотранспорта благодаря введению Технического регламента «О требованиях к выбросам автомобильной техники, выпускаемой в обращение на территории Российской Федерации, вредных (загрязняющих) веществ», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 12 октября 2005 г. № 609. Этим нормативным документом, впервые в Российской Федерации, был запрещен выпуск в обращение (производство внутри страны и ввоз из-за рубежа) транспортных средств ниже второго экологического класса (Евро-2). В настоящее время в Российской Федерации запрещен выпуск в обращение легковых транспортных средств ниже четвертого экологического класса (Евро-4), грузовых – четвертого экологического класса (Евро-4). Переход для грузовых дизельных автомобилей на Евро-4 пока продолжает сдерживаться масштабным применением специальной жидкости Ad Blue для нейтрализации NO_x [5].

В странах Европейского Сообщества (ЕС) требования Евро-5 для легкового транспорта действуют с сентября 2009 г., а для грузового – с октября 2008 г. В настоящее время в странах ЕС осуществляется переход на Евро-6. В табл. 2 показаны сроки введения требований экологических стандартов для выпускаемых в обращение транспортных средств в странах дальнего зарубежья и Российской Федерации.

Таблица 2. Введение экологических стандартов Евро-1–Евро-6 в Европе и России для легкового, грузового и автобусного транспорта

Экологический класс топлива	Год введения в Европе для легкового транспорта	Год введения в Европе для автобусов и грузового транспорта	Год введения в России для всех категорий транспорта
Евро (эк. класс)-1	1992	1992	–
Евро-2	1996	1996	2006
Евро-3	2000	1999	2008
Евро-4	2005	2005	2014*
Евро-5	2009	2008	2016*
Евро-6	2015	2015	–

* – запланированный год перехода

В начале 2015 г. вступил в силу технический регламент о безопасности колесных транспортных средств, утвержденный Решением Комиссии Таможенного союза Евразийского экономического сообщества от 9 декабря 2011 г. № 887 (ТР ТС). Настоящий технический регламент, обеспечивающий формирование Единого экономического пространства Республики Беларусь, Республики Казахстан и Российской Федерации (государства Единого экономического пространства), разработан на основании Соглашений государств Единого экономического пространства об основах гармонизации технических регламентов от 24 марта 2005 г., о проведении согласованной политики в области технического регулирования, санитарных и фитосанитарных мер от 25 января 2008 г. и о единых принципах и правилах технического регулирования от 18 ноября 2010 г.

Положения ТР ТС в отношении выбросов вредных веществ транспортными средствами привели к изменению их конструкции и качества применяемого топлива. Так, переход на Евро–4 потребовал включения в конструкцию систем снижения токсичности (каталитический

нейтрализатор, сажевый фильтр, рециркуляция отработавших газов (ОГ), селективный нейтрализатор оксидов азота, абсорбер углеводородов из топливного бака, бортовая диагностика и т.д.) и применения топлива качества четвертого экологического класса по содержанию серы и других экологически опасных компонент.

Проблема с выбросами ЗВ зависит не только от рассмотренного законодательного регулирования экологической сертификации транспортных средств. Длительная эксплуатация приводит к увеличению выбросов ЗВ по мере их старения (износа). Службы технической эксплуатации и дилерского обслуживания автотранспорта обязаны поддерживать сохранение их экологических характеристик.

В связи с отмеченным для понимания состояния вопроса о загрязнении атмосферного воздуха ОГ автотранспорта в Санкт-Петербурге потребовалось провести анализ его технического состояния по году производства, что, по сути, эквивалентно уровню экологической сертификации.

По данным работы [2] и государственного доклада «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2015 году» [6] на 1 января 2016 г. в Санкт-Петербурге насчитывалось 1,87 млн транспортных средств (рис. 1), а это значит, что на одного горожанина приходится 0,361 транспортного средства (рис. 2). На начало 2016 г. в ГИБДД числилось 217 тыс. грузовых машин, что составляет 11,6 % от общего числа транспортных средств в Санкт-Петербурге. Численность же автобусов оценивается в 20 тыс. единиц, и на их долю приходится 1 % автопарка Санкт-Петербурга.

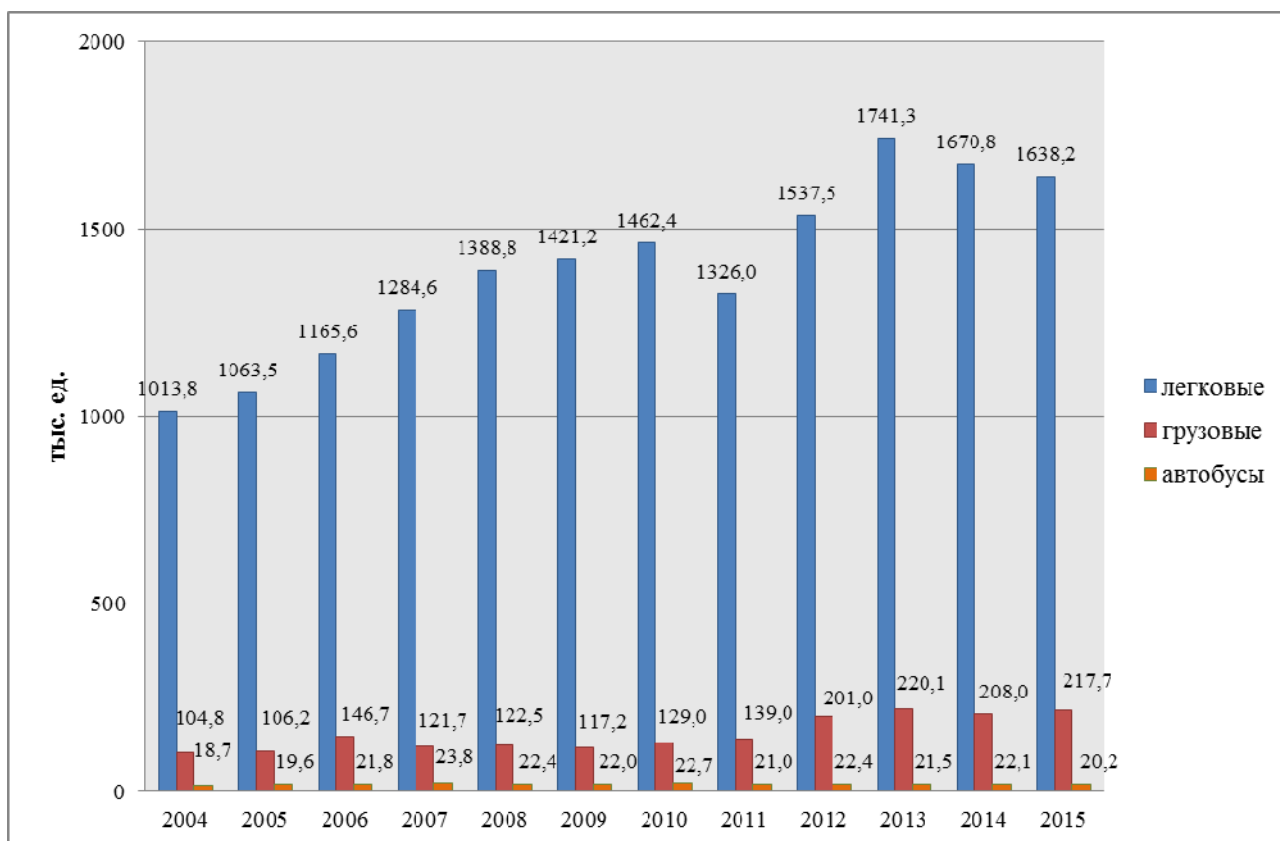


Рис. 1. Изменение численности автомобильного транспорта в Санкт-Петербурге с 2004 по 2015 гг.

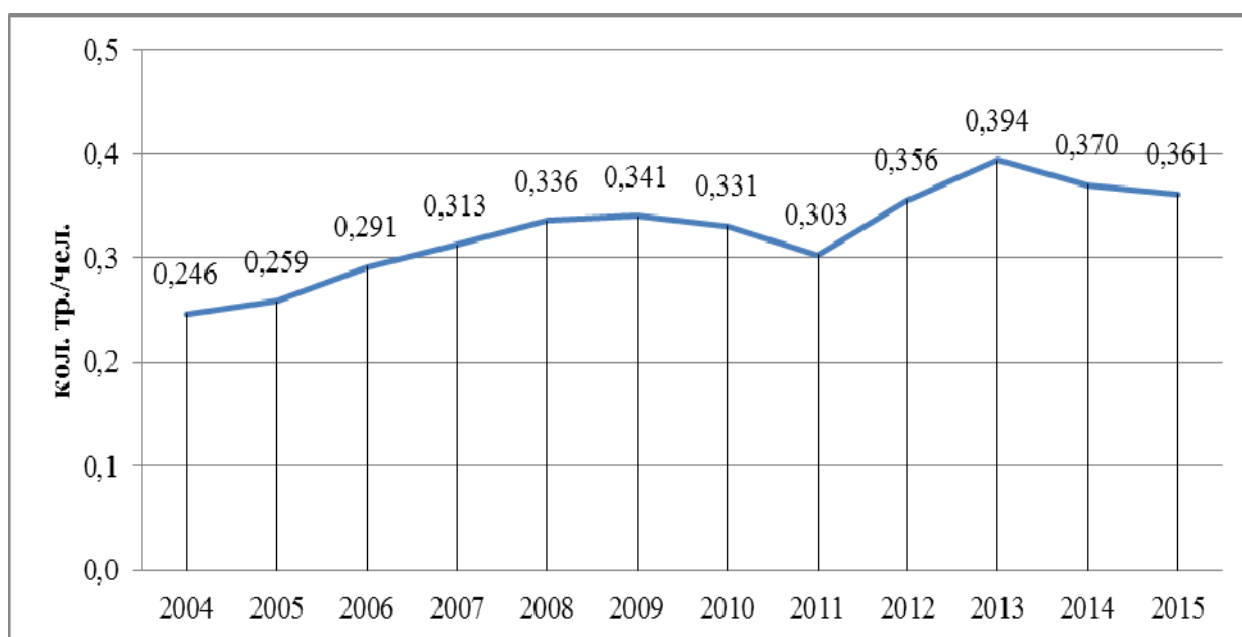


Рис. 2. Количество транспорта, приходящегося на одного горожанина с 2004 по 2015 гг.

Анализ общего соотношения транспортных средств по возрасту (рис. 3) позволяет сделать вывод о том, что за исследуемый период 2004–2015 гг. возраст эксплуатируемого транспорта изменялся. Так, на конец 2004 г. количество транспортных средств младше 5 лет составляло 14 %, а старше 10 лет – 63 % от общего количества транспорта. На конец исследуемого периода доля транспортных средств младше 5 лет составила 42 %, а старше 10 лет – 31 %. Легковые транспортные средства и автобусы схожи по показателям возрастных групп с общим соотношением по возрасту. В городе продолжает нарастать доля грузовых автомобилей старше 10 лет. Так, на начало 2016 г. их доля составила 53 % от общего количества. Это опасная тенденция, на которую следует обратить внимание.

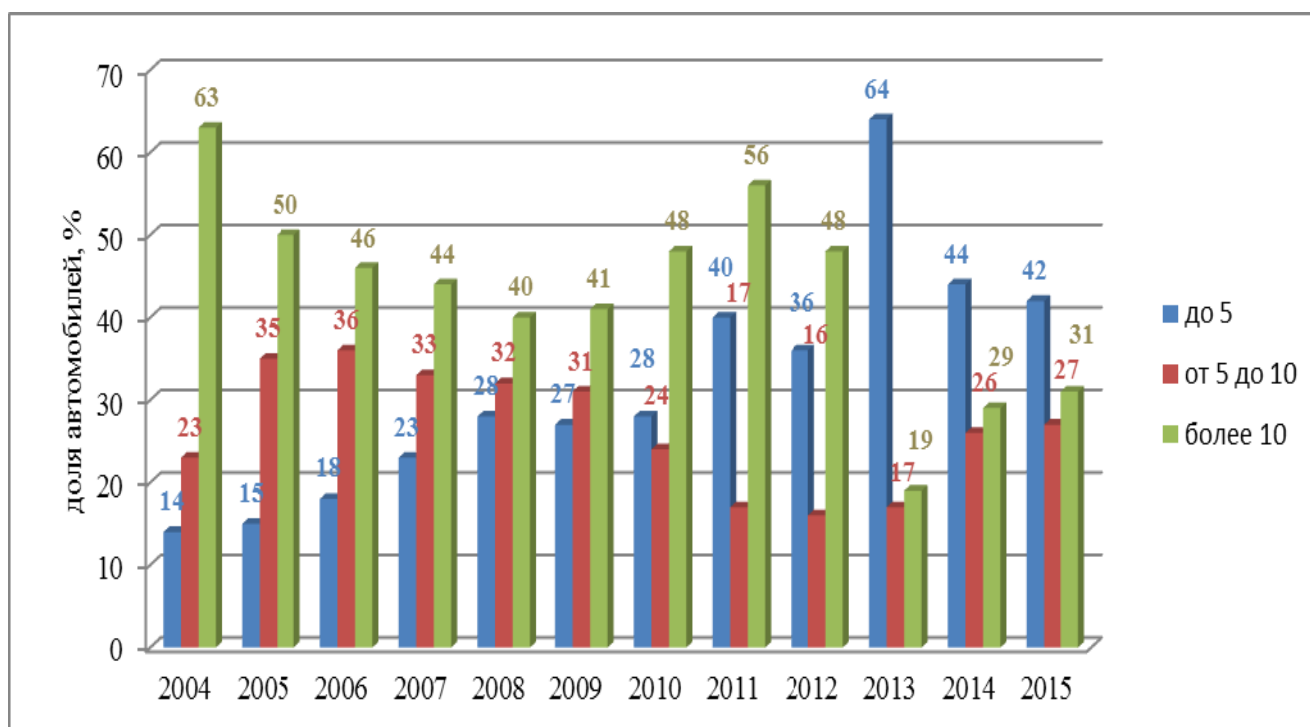


Рис. 3. Изменение соотношения транспортных средств по возрасту в Санкт-Петербурге с 2004 по 2015 гг.

В сегменте легковых автотранспортных средств (АТС) среднего возраста от 5 до 10 лет, находящегося приблизительно на одном и том же уровне – 24–27 % – с 2004 по 2009 гг., в 2010 г. наметился спад, что говорит об устаревании АТС средней возрастной категории и переходе их в «старшую» возрастную группу. С 2004 г. наблюдался постоянный рост численности автомобилей в возрасте меньше 5 лет, доля которых в 2004 г. составляла 16 %, в 2010 – 33 %, а в 2015 – 44 % (рис. 4).

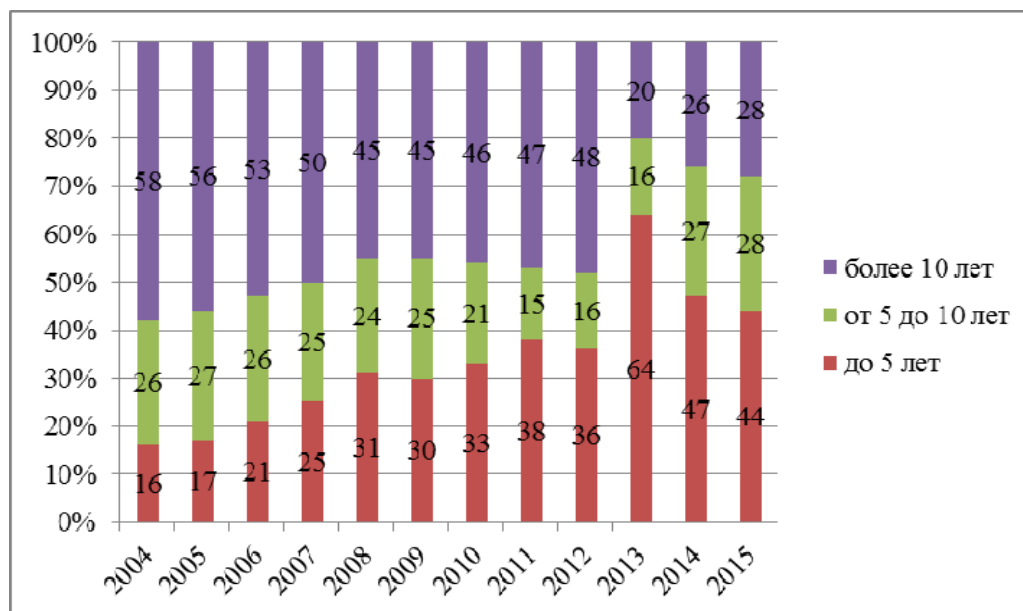


Рис. 4. Соотношение легковых АТС по возрасту в Санкт-Петербурге, %

Что касается возрастной структуры парка грузовых автомобилей Российской Федерации, то приходится признать его наиболее старым среди всех типов транспортных средств – доля грузового транспорта в возрасте от 10 лет на январь 2016 г. достигла 53 %.

В Санкт-Петербурге соотношение грузовых автомобилей по возрасту оставалось практически на одном и том же уровне с 2004 по 2009 гг. Так, доля новых автомобилей в 2004 г. составила 19 %, а в 2009 г. – 20 %, на долю грузовиков среднего возраста и в 2004 и в 2009 гг. приходилось 26 %, а процент старых АТС составил 55 % в 2004 г. и 54 % в 2009 г. (рис. 5). Но значительные изменения произошли в последние 5 лет исследуемого периода. В 2011 г. сегмент старого грузового транспорта составлял 72 %, а уже к 2013 г. доля нового грузового транспорта составила 59 %, а на конец периода – 27 %.

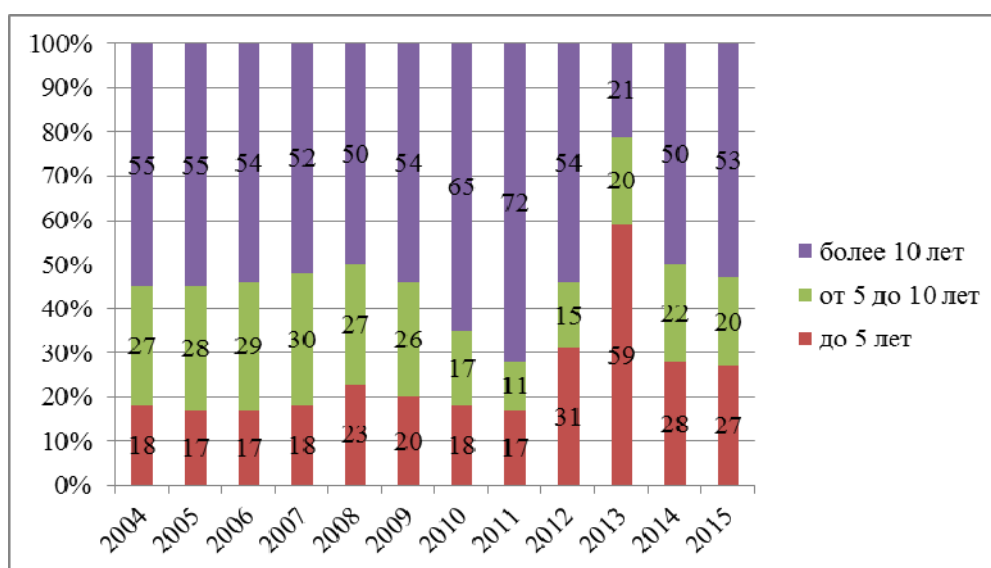


Рис. 5. Соотношение грузовых АТС по возрасту в Санкт-Петербурге, %

Автобусный парк являлся наиболее молодым среди всех типов АТС. По состоянию на 1 января 2012 г. на долю автобусов с возрастом менее 5 лет в Санкт-Петербурге приходилось 18 %, количество автобусов среднего возраста от 5 до 10 лет составило 27 %, а автобусов старше 10 лет – 55 % (рис. 6).

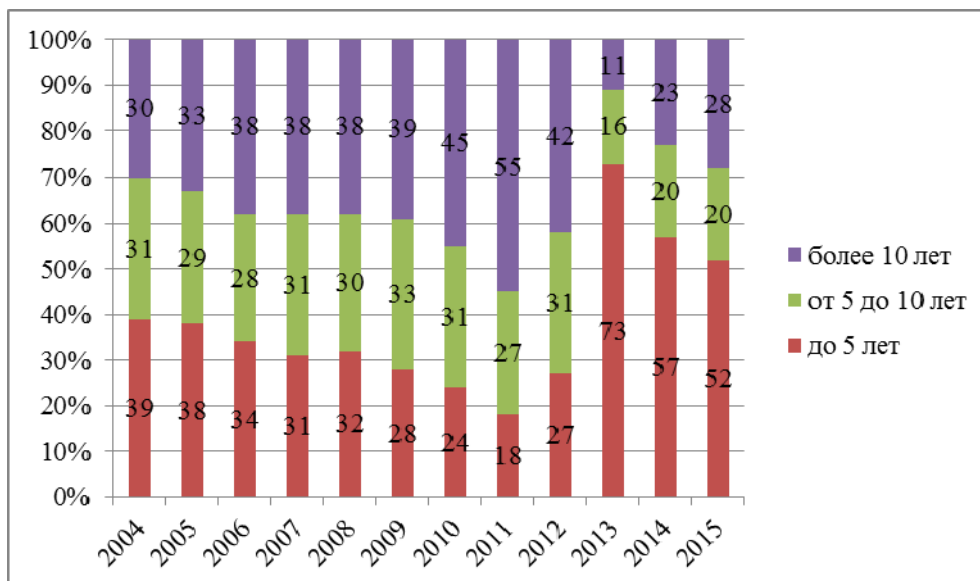


Рис. 6. Соотношение автобусов по возрасту в Санкт-Петербурге, %

По состоянию на январь 2016 г. в возрастной структуре автобусного парка Санкт-Петербурга тоже произошли кардинальные изменения. Сократился сегмент старых автобусов и автобусов среднего возраста, и резко возросла доля автобусов младше 5 лет с 18 % в 2012 г. до 52 % в 2015 г., что свидетельствует о старении парка городских пассажирских автобусов и утилизации транспорта, введенного в эксплуатацию до 2000-х гг.

Как видно по графикам, переломным стал 2013 г. В этом году существенно повысился сегмент транспорта младше 5 лет по всем категориям.

Анализ структуры автопарка по производителю позволяет сделать следующие выводы. В исследуемом регионе с 2004 по 2015 гг. доли иномарок легкового парка превышают доли автотранспорта отечественных производителей. Так, в 2004 г. доля иномарок составляла 37 %, в 2010 г. приходилось – 62 %, а в 2015 г. сегмент зарубежных автомобилей составил 59 % (рис. 7).

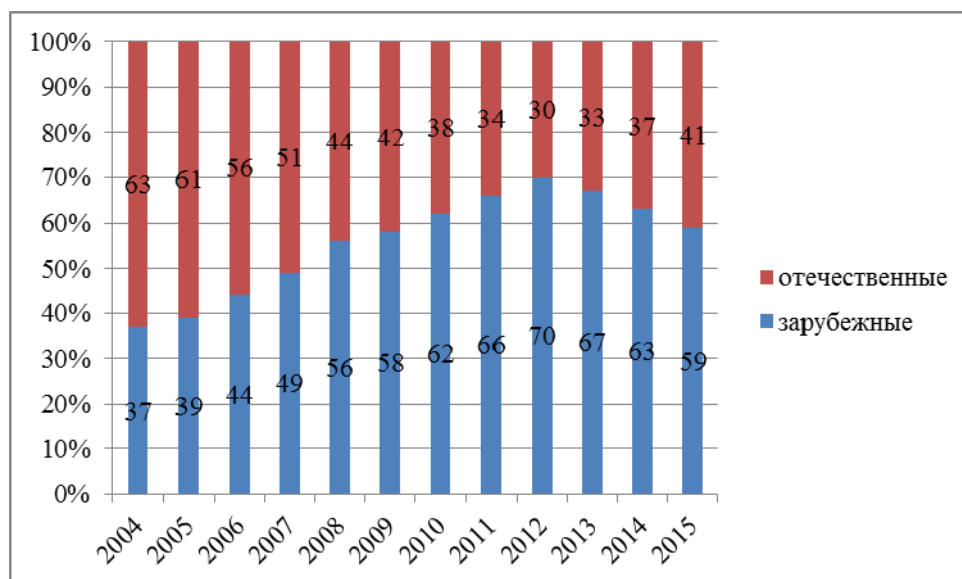


Рис. 7. Соотношение легковых АТС по производителю в Санкт-Петербурге, %

Анализ структуры грузового автопарка показал, что в Санкт-Петербурге с 2004 по 2015 гг. также имело место возрастание численности зарубежного грузового автотранспорта. Однако в целом доля грузовиков отечественного производства значительно превышает долю импортных машин. В 2004 г. на долю импортных машин в Санкт-Петербурге приходилось 25 %, в 2010 г. сегмент иномарок составил 32 %, а в 2015 г. – 24 % (рис. 8).

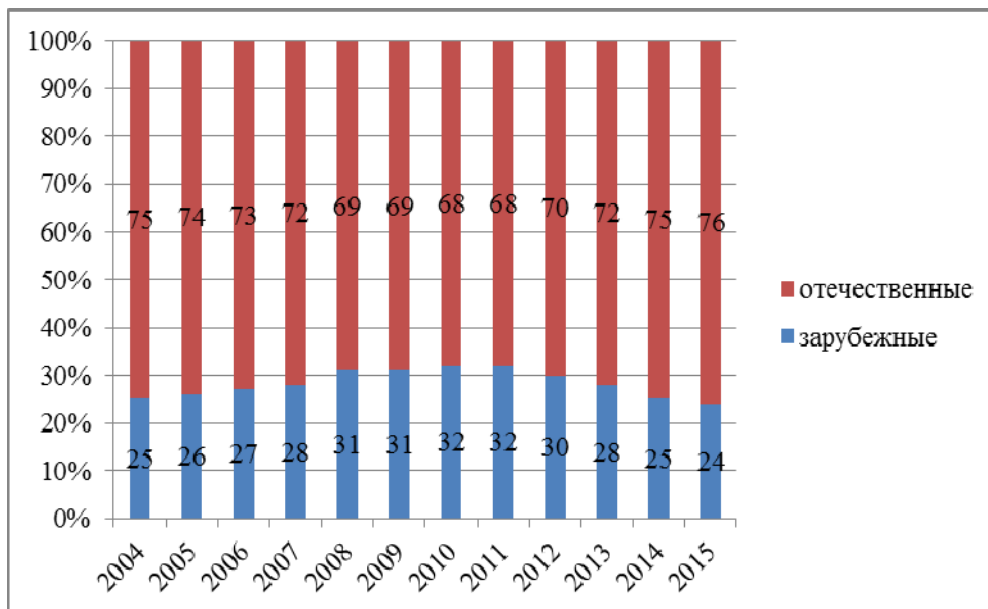


Рис. 8. Соотношение грузовых АТС по производителю в Санкт -Петербурге, %

На сегодняшний день производство грузовых автомобилей в России достаточно консолидировано, и более 80 % выпускается на трех предприятиях страны: ГАЗ, КАМАЗ и УАЗ, и более половины по-прежнему производится на ОАО «ГАЗ» [3] (рис. 9).

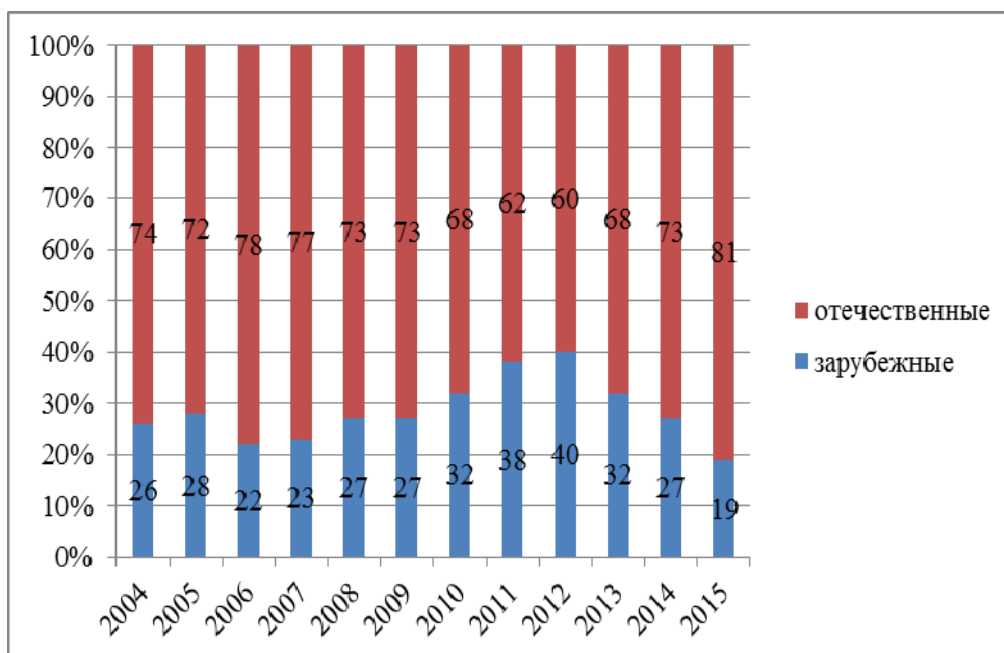


Рис. 9. Соотношение автобусного парка по производителю в Санкт -Петербурге, %

Как видно из представленных выше графиков, за последние несколько лет при распределении грузового и автобусного парков по производителю произошли значительные изменения, однако доля отечественных легковых автомобилей увеличилась всего на 3 %.

Из анализа данных можно сделать вывод о том, что и в настоящее время автомобильный транспорт остается мощным источником загрязнения воздушной среды Санкт-Петербурга.

Можно предположить, что количество выбросов в атмосферу от АТС, преимущественно, определяется численностью эксплуатируемого автопарка, его возрастом [7] и техническим состоянием (то есть, экологическим классом конструктивной безопасности в соответствии с Евразийским Регламентом).

На основании последней, весьма вероятной гипотезы, авторами применен методический подход оценки распределения в эксплуатации транспортных средств Санкт-Петербурга по экологическим классам Евразийского технического регламента, абсолютно аутентичного Правилам ЕЭК ООН, Директивам и Регламентам ЕС [8]. Экологический класс транспортных средств устанавливается с использованием сведений об их возрасте (рис. 3–6), производителе (рис. 7–9) и соответствующем этим сведениям экологическом классе (табл. 2). Следует отметить, что такой прием не нов, и он широко используется как в отечественных, так и зарубежных расчетных методиках оценки загрязнения воздушной среды АТС.

Зная распределение транспорта по возрастам для разных категорий АТС, можно рассчитать и доли автотранспорта разных экологических классов на конец исследуемого периода. Результаты проведенных по данному подходу расчетов приведены на рис. 10.

Данный график показывает распределение транспорта разных категорий по евростандартам на конец исследуемого периода.

Из графика видно, что самое неблагоприятное состояние имеет парк грузового транспорта. Это связано с тем, что практически половина грузового транспорта имеет возраст более 10 лет, 69 % из них приходится на автомобили отечественного производства, а доля грузового транспорта, соответствующая требованиям Евро-5, составляет только 14,7 %. Доля техники, относящаяся к стандартам Евро-0 от общего количества грузового транспорта, составляет примерно 39,1 %.

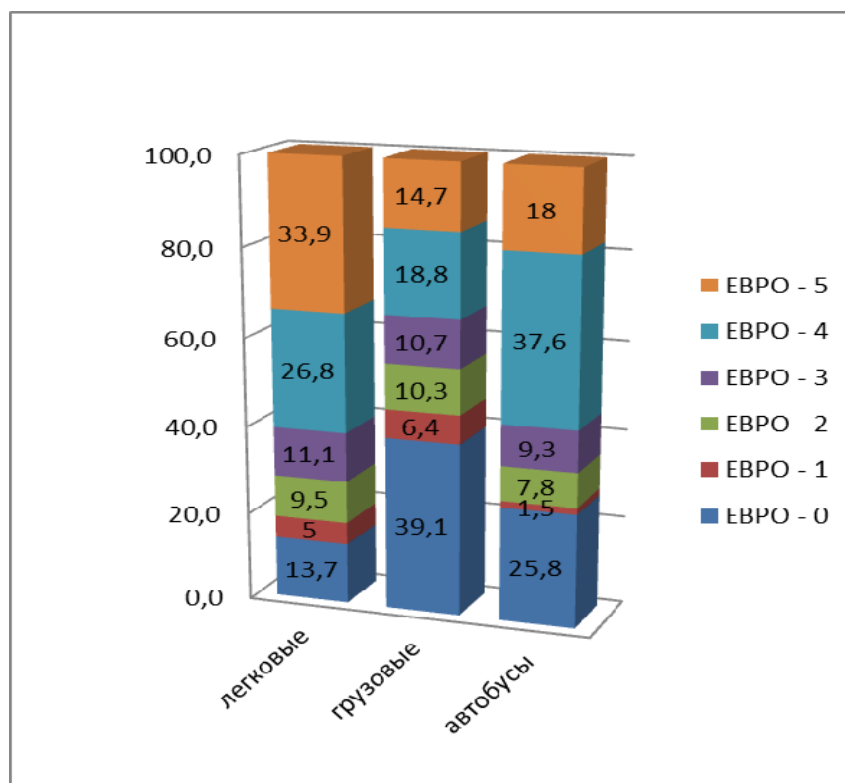


Рис. 10. Вероятное распределение АТС в Санкт-Петербурге по экологическим классам, %

Легковые автомобили имеют более благоприятное распределение по экологическим классам. Доля автомобилей, подпадающих под требования Евро-5, составляет 33,9 %, Евро-4 – 26,8 % (это более половины легковых автомобилей Санкт-Петербурга). Такая позитивная ситуация в распределении по экологическим классам легкового автотранспорта должна положительно сказаться и на качестве воздушной среды в Санкт-Петербурге.

Парк автобусов занял среднюю позицию по состоянию распределения на экологические классы. Большая часть автобусов подпадает под уровень требований Евро-4 (37,6 %), при том, что доля автобусов отечественного производства составляет 81 %, среди которых половина имеет возраст до 5 лет. В соответствии с Российским законодательством, применительно к автобусам, Евро-4 вступили в силу с 2016 г.

На последующих этапах выполняемого исследования предполагается произвести по данным экологического распределения автотранспорта в Санкт-Петербурге расчетную оценку валовых выбросов различными категориями транспорта в исследуемый период времени.

Литература

1. Доклад об экологической ситуации в Санкт-Петербурге в 2015 году / Е.М. Белова [и др.]; под ред. И.А. Серебрицкого. СПб.: ООО «Сезам – принт», 2016. 168 с.
2. Ложкин В.Н., Ложкина О.В. Контроль загрязнения воздушной среды отработавшими газами автомобильного транспорта при производстве и эксплуатации / под ред. Э.Н. Чижикова. СПб., 2016. 197 с.
3. Марченко В.С. Методика оценки чрезвычайного локального загрязнения оксидами азота приземной воздушной среды вблизи автодорог. СПб., 2015. 166 с.
4. Иосифов В.В., Диброва С.С., Подворок И.И. Регулирование негативного воздействия автотранспорта на окружающую среду с помощью стандартов моторного топлива // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. 2015. № 39. С. 48–60.
5. О безопасности колесных транспортных средств: Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 018/2011, утв. решением Комиссии Таможенного Союза Евразийского Экономического Сообщества от 9 дек. 2011 г. № 887. Доступ из справ.-правовой системы «Гарант».
6. О состоянии окружающей среды Российской Федерации в 2015 году: Гос. доклад. М.: Минприроды России; НИА-Природа, 2016. 639 с.
7. Pandey A., Pandey G., Mishra R.K. Tailpipe emission from petrol driven passenger cars // Transportation Research Part D: Transport and Environment. 2016. V. 44. p. 14–29.
8. Lozhkina O.V., Lozhkin V.N. Estimation of road transport related air pollution in saint petersburg using european and russian calculation models // Transportation Research Part D: Transport and Environment. 2015. V. 36. p. 178–189.



ПОЖАРНАЯ И ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ЗДАНИЙ СТАЦИОНАРОВ МЕДИЦИНСКИХ УЧРЕЖДЕНИЙ

Е.Е. Горшкова, кандидат педагогических наук;

В.В. Дехтерёва;

Г.Л. Шидловский, кандидат технических наук.

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

Рассмотрены вопросы обеспечения пожарной безопасности зданий стационаров медицинских учреждений как объектов категорий высокого риска. Исследуется действующее нормативно-правовое обеспечение пожарной безопасности при проектировании лечебных учреждений.

Ключевые слова: лечебное учреждение, проектирование, степень огнестойкости, пожарный отсек, риск, эвакуация, зона безопасности

FIRE SAFETY OF BUILDINGS OF MEDICAL AND SOCIAL INSTITUTIONS CATEGORIES OF HIGH AND SIGNIFICANT RISKS

E.E. Gorshkova; V.V. Dekhtereva; G.L. Shidlovsky.

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

Examines the issues of legal provision of fire safety medical and social institutions. An existing legal provision of fire safety in the design of medical institutions.

Keywords: medical institution, design, fire resistance rating, fire compartment, risk, evacuation, security zone

Рассматривая вопросы пожарной безопасности объектов категорий высокого риска, обратим внимание на состояние нормативно-правового обеспечения при проектировании и эксплуатации зданий стационаров медицинских учреждений [1, 2].

Обратимся к статистике и примерам пожаров, которые произошли в зданиях стационаров медицинских учреждениях за последние три года.

При пожаре, произошедшем 27 октября 2016 г. в больнице г. Пермь, из здания эвакуировано 30 человек, семеро лежачих больных были спасены пожарными по прибытию на объект, пострадавших в результате этого происшествия не было (рис. 1) [3].

10 декабря 2016 г. в больнице Святого Георгия Санкт-Петербурга произошел пожар, эвакуировано 28 пациентов и четыре работника учреждения [4].

3 января 2017 г. в Воронежской обл. с. Бутурлиновка – пожар в туберкулезном диспансере, из здания силами обслуживающего персонала было эвакуировано 31 человек, погибших и пострадавших нет [5].

В Москве из-за возгорания на крыше Научно-исследовательского института нейрохирургии им. Н.Н. Бурденко 20 января 2017 г. эвакуировали примерно 200 человек, пострадавших не было [6, 7].



Рис. 1. Пожар в здании больницы (МСЧ 140) г. Пермь

При проверках объектов с использованием риск-ориентированного подхода необходимо определить перечень медицинских учреждений, относящихся к той или иной категории риска.

Классификация зданий и помещений объектов здравоохранения по функционально-типологическим группам приведена в табл. 1 Приложения А СП 118.13330.2012 [8].

Таблица 1

2. Здания и помещения здравоохранения и социального обслуживания населения	Класс функциональной пожарной опасности
2.1. Учреждения здравоохранения:	
2.1.1. Лечебные учреждения со стационаром, медицинские центры и т.п.*	Ф1.1
2.1.2. Амбулаторно-поликлинические и медико-оздоровительные учреждения, станции переливания крови и др.	Ф3.4
2.1.3. Аптеки, молочные кухни	Ф3.1
2.1.4. Медико-реабилитационные и коррекционные учреждения, в том числе для детей	Ф3.4

В приложении используются такие параметры, как функциональная пожарная опасность, пожарная и взрывопожарная опасность, применяемые к объектам защиты при определении категории риска. Для некоторых зданий учитываются такие характеристики, как высота здания, численность одновременно находящихся там людей, категория здания по пожарной и взрывопожарной опасности.

При использовании вышеперечисленных параметров к категории высокого риска можно отнести здания класса Ф1.1 (лечебные учреждения со стационаром, медицинские центры и т.п.), в которых оказывается стационарная медицинская помощь, к категории значительного риска или к категории среднего риска относятся здания класса пожарной опасности Ф3.4 (амбулаторно-поликлинические и медико-оздоровительные учреждения, станции переливания крови и др.) в зависимости от одновременного количества пребывания в них людей.

Рассмотрим положения нормативно-правовой базы и действующего законодательства в отношении объектов категории высокого риска Ф 1.1 стационарных зданий больниц.

Существует две группы медицинских учреждений, предназначенные для пациентов: стационарные и амбулаторно-поликлинические. В медицинские учреждения со стационаром могут входить различные отделения и подразделения, в том числе: лечебные и консультативно-диагностические отделения, служебно-бытовые и хозяйственные подразделения, дневные стационары и помещения клинических кафедр.

В лечебных учреждениях обслуживаются люди, в основном относящиеся к маломобильным группам (ММГН) населения, которые могут подключаться в процессе лечения к системам жизнеобеспечения.

Приоритетным направлением в обеспечении безопасности пациентов при пожаре является обеспечение безопасной и своевременной эвакуации, при этом на время эвакуации существенно влияют принятые при проектировании здания объемно-планировочные, конструктивные и инженерные решения.

В нормативно-правовую базу по обеспечению пожарной безопасности таких зданий вошли требования к лифтам, которые используются при эвакуации больных и ММГН [9].

При высоте здания 10 м и более класса Ф1.1 (лечебные учреждения со стационаром, медицинские центры и т.п.) согласно требованиям [10] должна предусматриваться установка лифтового оборудования для транспортировки пожарных расчетов, что значительно может облегчить процесс эвакуации. Вопросы обеспечения пожарной безопасности медицинских учреждений содержатся частично и в сводах правил по пожарной безопасности.

Действие положений свода правил СП 158.13330.2014 «Здания и помещения медицинских организаций. Правила проектирования» распространяются на проектирование новых, реконструируемых, капитально ремонтируемых зданий медицинских организаций, а также встраиваемые в жилые, общественные и производственные здания (независимо от формы собственности) помещения медицинского назначения [11].

Классификация отделений больниц по функциональной пожарной опасности дана в своде правил СП 158.13330.2014 «Здания и помещения медицинских организаций. Правила проектирования» [11]. При сравнении некоторых требований данного документа с требованиями сводов правил по пожарной безопасности имеются некоторые разночтения. Такие параметры, как огнестойкость, конструктивная пожарная опасность, допустимая высота зданий и площадь этажа в пределах пожарного отсека п. 8.1.2.4 СП 158.13330.2014 «Здания и помещения медицинских организаций Правила проектирования» следует принимать по табл. 2, в зависимости от количества коек, высоты здания, площади пожарного отсека.

Таблица 2

Степень огнестойкости здания	Класс конструктивной пожарной опасности	Количество коек	Допустимая высота здания, м	Площадь этажа в пределах пожарного отсека, м ² I
I, II	C0	400 и более	30	4 000
II	C1	до 400	18	1 500
III	C0	до 200	18	1 500
III	C1	до 150	9	1 000

Данная таблица свидетельствует о том, что для некоторых (до 150 коек) больниц нормами допускается степень огнестойкости III и конструктивный С1 класс пожарной опасности, что не повышает устойчивость здания при пожаре, в то же время в СП 2.13130.2012 предъявляемые требования к степени огнестойкости для больниц (Ф1.1) и поликлиник, амбулаторий (Ф3.4) определены не ниже II-ой степени и не ниже С0 класса конструктивной пожарной опасности. Кроме того, в сельской местности здания больниц на 60 коек и меньше и амбулаторно-поликлинические учреждения на 90 посещений в смену разрешается проектировать с рублеными или брусчатыми стенами [12].

Проектировать и возводить здания больниц (Ф1.1) высотой более 28 м не допускается, исходя из положений СП 2.13130.2012 «Системы противопожарной защиты. Обеспечение огнестойкости объектов защиты» (п. 6.7.19), а в табл. 2 СП 158.13330.2014 «Здания и помещения медицинских организаций. Правила проектирования» высота зданий увеличена до 30 м.

В нормах не регламентируется этажность размещения хирургических, травматологических отделений с палатами, операционных блоков, отделений реанимации и интенсивной терапии, то есть тех отделений, где в основном находятся лежащие больные, в том числе и подключенные к аппаратуре жизнеобеспечения. Положениями свода правил СП 2.13130.2012 определено, что отделения реанимации и интенсивной терапии, операционные блоки должны размещаться в отдельных пожарных отсеках, то есть выгораживаться противопожарными стенами и перекрытиями 1-го типа (REI150).

Лифт для транспортирования пожарных подразделений должен предусматриваться в каждом пожарном отсеке с отделениями типа А (отделения, предназначенные для госпитализации или проживания), размеры которого соответствуют габаритам больничного лифта [11].

Сводом правил СП 2.13130.2012 «Системы противопожарной защиты. Обеспечение огнестойкости объектов защиты» отделения с палатами для больных, их местонахождение по этажам здания регламентируется только для детских больниц и перинатальных центров [12].

Для размещения больничных палат по различным этажам положения СП 158.13330.2014 «Здания и помещения медицинских организаций. Правила проектирования» рекомендуют располагать следующим образом:

- не выше пятого этажа – отделения детских стационаров с палатами;
- не выше четвертого этажа, при условии обеспечения горизонтальной эвакуации всех пациентов в соседний пожарный отсек или безопасную зону – палатные отделения (за исключением хосписов и отделений сестринского ухода) и палатные секции для детей до семи лет без матерей, детские психиатрические отделения (палаты).

Отделения интенсивной терапии, реанимации, блоки операционные и родовые отделяют от других частей зданий:

- в зданиях I и II степеней огнестойкости – противопожарными перекрытиями и стенами 1-го типа;
- в зданиях III, IV и V степеней огнестойкости – противопожарными стенами 2-го типа и перекрытиями 3-го типа [11].

Помимо этого, для отделений реанимации и интенсивной терапии, операционных и родовых блоков, расположенных на одном этаже, допускается устройство противопожарных перегородок 1-го типа вместо стен 2-го типа.

Особое значение предъявляется к размещению зон безопасности, организации эвакуации посетителей лечебных учреждений, таких как больницы, медицинских центров (Ф1.1), поликлиник и амбулаторий (Ф3.4).

При проектировании и реконструкции зданий класса Ф1.1 отделений типа А (отделения, предназначенные для госпитализации или проживания) большое внимание уделяется решениям по обеспечению безопасной эвакуации при пожаре ММГН населения [13, 14].

Для обеспечения своевременной эвакуации в отделениях типа А (отделения, предназначенные для госпитализации или проживания) предусматривается организация поэтапной горизонтальной эвакуации в безопасную зону или соседний пожарный отсек. Расстояние по путям эвакуации от дверей наиболее удаленных помещений до выхода на лестничную клетку, в безопасную зону, соседний пожарный отсек или наружу, должно не превышать 35 м, тупиковый коридор ограничен длиной в 15 м [13, 14].

При невозможности соблюдения данного параметра в реконструируемых зданиях нормами предусматриваются дополнительные требования, позволяющие иметь длину тупикового коридора до 25 м, при условии, что в коридор не должны выходить помещения, предназначенные для обслуживания пациентов из числа ММГН.

В отделениях типа А (отделения, предназначенные для госпитализации или проживания) безопасная зона должна быть организована в каждом пожарном отсеке. При площади этажа более 1 000 м², на котором расположены отделения, предназначенные для госпитализации или проживания (типа А) и один пожарный отсек, необходимо устройство не менее двух безопасных зон. Выход из зон организуется на незадымляемую лестничную клетку, зоны оборудуются лифтом для транспортирования пожарных подразделений (в зонах типа А – с габаритами больничного лифта) [13].

Площадь зон безопасности рассчитывается для ММГН с учетом площади горизонтальной проекции человека, м²/чел. При обеспечении горизонтальной эвакуации в соседний пожарный отсек, площадь безопасных зон может быть уменьшена до 50 % от расчетной.

Помещение, входящее в состав зоны безопасности, отделяется от примыкающих коридоров и рядом расположенных помещений противопожарными преградами с пределами огнестойкости: EI 90 для перегородок, REI 60 для перекрытий, EI 60 для дверей, E 60 для окон. Класс пожарной опасности конструкций – К0, материалов отделки и покрытий – КМ0. Помещение «зоны безопасности» должно быть незадымляемым. При пожаре в безопасной зоне или в тамбур-шлюзе должно создаваться избыточное давление. В шахтах лифтов с выходами в безопасную зону также организуется подпор воздуха.

Создание зон безопасности регламентировано в п. 15 ст. 89 Федерального закона «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ [2], СП 158.13330.2014 «Здания и помещения медицинских организаций Правила проектирования», СП 59.13330.2012 «Доступность зданий и сооружений для маломобильных групп населения». Требования к помещению зоны безопасности изложены в п.п. 8.2.3.6 – 8.2.3.9 СП 158.13330.2014 «Здания и помещения медицинских организаций Правила проектирования» [13].

В реконструируемых зданиях при проектировании таких зон безопасности могут возникнуть трудности с их организацией.

Нормами установлено (п. 5.2.28 СП 59.13330.2012 «Доступность зданий и сооружений для маломобильных групп населения»), что «площадь зоны безопасности должна быть предусмотрена на всех инвалидов, остающихся по расчету на этаже, исходя из удельной площади, приходящейся на одного спасаемого, при условии возможности его маневрирования, м/чел.» [15].

Расчет площади зоны безопасности затруднен, беря во внимание сложность определения численности инвалидов, оставшихся на этаже и учет тех инвалидов, которые эвакуируются самостоятельно, до наступления опасных для жизни факторов пожара.

Для решения вопроса обеспечения безопасности людей, которых нельзя эвакуировать, например находящихся в отделениях реанимации и подключенных к приборам жизнеобеспечения или в операционной, эти помещения, вероятно, должны выполняться как зоны безопасности с нормируемым пределом огнестойкости конструкций и системой противодымной защиты, однако такие требования в нормах отсутствуют.

Рассмотрим предъявляемые к лестничным клеткам требования п. 8.1.4.1 Свода правил «Здания и помещения медицинских организаций. Правила проектирования», в котором отражаются требования при проектировании зданий функциональной пожарной опасности Ф1.1. Эвакуационные лестницы должны проектироваться незадымляемыми типа Н1 или с подпором воздуха на лестничную клетку при пожаре и с входом на каждом этаже через тамбур-шлюз, не более 50 % разрешается предусматривать незадымляемыми типа Н2. При реконструкции зданий высотой более 28 м с помещениями класса функциональной пожарной опасности Ф1.1 лестничные клетки должны быть незадымляемыми. Не разрешается использовать наружные эвакуационные лестницы в зонах типа А [11]. В нормах отсутствует требование определяющее, какой тип лестничной клетки предложен для незадымляемой лестничной клетки.

В зонах безопасности отделений, предназначенных для госпитализации или проживания (типа А) размеры, габариты тамбур-шлюзов при входе в лестничные клетки и безопасные (пожаробезопасные) зоны должны обеспечивать передвижение пациентов с использованием кроватей или носилок.

Пунктом 8.1.4.8 Свода правил «Здания и помещения медицинских организаций. Правила проектирования» установлено, что в наружных стенах лестничных клеток необходимо предусматривать световые проемы площадью не менее 1,2 кв.м на каждом этаже, за исключением лестничных клеток подвалов и лестничных клеток типа Л2.

Допускается предусматривать не более 50 % лестничных клеток с подпором воздуха на лестничную клетку при пожаре и с входом на них на каждом этаже через тамбур-шлюзы, в которых во время пожара обеспечивается подпор воздуха, предназначенных для эвакуации, без световых проемов, исходя из текста, можно иметь 50 % лестничных клеток типа Л1 и 50 % с подпором воздуха и входом через тамбур-шлюз. В п. 8.1.4.1 нет уточнения, что эвакуироваться можно только по незадымляемым лестничным клеткам.

Если реконструируемое здание имеет высоту менее 28 м (п. 8.1.4.1), можно сделать вывод о возможности использования лестниц Л1, но в этом случае не будет выполнено требование выхода из зоны безопасности в незадымляемую лестничную клетку (п. 8.2.3.6). В СП 158.13330.2014 «Здания и помещения медицинских организаций. Правила проектирования» и СП 59.13330.2012 «Доступность зданий и сооружений для маломобильных групп населения» отсутствует требование, что в реконструируемых зданиях выход из зоны безопасности допускается в лестничные клетки типа Л1, только в незадымляемую лестничную клетку и, следовательно, при реконструкции необходимо предусматривать незадымляемые лестницы [13].

В статье затронуты вопросы применения положений, статей нормативно-правовых документов, используемых при обеспечении безопасной эвакуации людей, в том числе ММГН из лечебных учреждений, имеющих здания стационаров.

Литература

1. Правила отнесения деятельности юридических лиц и индивидуальных предпринимателей и (или) используемых ими производственных объектов к определенной категории риска или определенному классу (категории) опасности: Постановление Правительства Рос. Федерации от 17 авг. 2016 г. № 806. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

2. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности: Федер. закон от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ с изм. (в ред. от 10 июля 2012 г. № 117; от 2 июля 2013 г. № 185-ФЗ; от 23 июня 2014 г. № 160-ФЗ; от 13 июля 2015 г. № 234-ФЗ, от 3 июля 2016 г. № 301-ФЗ). Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

3. Bussines Class. URL: <http://test.business-class.su/news/2016/10/27/permskaya-bolnica-posle-pozhara-prodolzhila-rabotu> - Пермь (дата обращения: 01.02.2017).

4. В больнице Святого Георгия вспыхнул пожар // Комсомольская правда. URL: <http://www.spb.kp.ru/online/news/2596060/> Св. Георгия (дата обращения: 31.01.2017).
5. РИА Воронеж. URL: <https://riavr.ru/districts/buturlinovskiy/v-voronezhskoy-oblasti-31-cheloveka-evakuirovali-iz-za-pozhara-v-tubdispansere-31-yanvarya-2017> (дата обращения: 28 января 2017).
6. Информационное агентство REGNUM. URL: <https://regnum.ru/> (дата обращения: 26.01.2017), (<https://regnum.ru/news/accidents/2120915.html> (дата обращения: 19.04.2016).
7. Центр им. Н.Н. Бурденко. URL: <http://www.vladtime.ru/proish/537591> Бурденко 2017 (дата обращения: 01.02.2017).
8. СП 118.13330.2012. СНиП 31-06–2009. Общественные здания и сооружения (с изм. № 1). Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
9. ГОСТ Р 55966–2014. Лифты. Специальные требования безопасности к лифтам, используемым для эвакуации инвалидов и других маломобильных групп населения.
10. СП4.13130.2013. Системы противопожарной защиты. Ограничение распространения пожара на объектах защиты. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
11. СП 158.13330.2014. Здания и помещения медицинских организаций. Правила проектирования. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
12. СП 2.13130.2012. Системы противопожарной защиты. Обеспечение огнестойкости объектов защиты. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
13. Нормативно-правовое обеспечение пожарной безопасности зданий медицинских и социальных учреждений // Право. Безопасность. Чрезвычайные ситуации». 2016. № 1. С. 49–53.
14. СП 1.13130.2009. Системы противопожарной защиты. Эвакуационные пути и выходы. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
15. СП 59.13330.2012. Доступность зданий и сооружений для маломобильных групп населения». Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

ОПТИМИЗАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ МЕХАНИЧЕСКИХ ВИБРОЗАЩИТНЫХ СИСТЕМ СПЕЦИАЛЬНЫХ И ПОЖАРНО-СПАСАТЕЛЬНЫХ АВТОМОБИЛЕЙ МЧС РОССИИ КАК ЭЛЕМЕНТ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

А.В. Широухов;

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

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России.

В.Н. Громов, доктор технических наук, профессор.

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

Рассматриваются задачи оптимизации виброзащитных систем элементов базовых шасси, а так же предлагаются методы решения на основе методов случайного или градиентного поиска по скалярным критериям качества. Изложенная методика значительно упрощает решение задач векторной оптимизации виброзащитных систем.

Ключевые слова: аппроксимирующая зависимость, допустимые области параметров, векторный критерий, скалярный критерий, методы случайного или градиентного поиска, задача оптимизации функций

OPTIMIZATION OF PARAMETERS OF MECHANICAL VIBROPROTECTIVE SYSTEMS OF SPECIAL AND FIRE FIGHTING AND RESCUE CARS OF EMERCOM OF RUSSIA AS ELEMENT OF ENSURING FIRE SAFETY

A.V. Shiroukhov; V.A. Rodionov.

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

V.N. Gromov. Saint Petersburg polytechnic university Peter the Great

The article considers the problem of synthesis of the vibroprotective systems basic elements of the chassis, as well as suggested methods for solving optimization problems of synthesis on the basis of random or gradient search for scalar quality criteria. The technique greatly simplifies the solution of vector optimization problems of vibroprotective systems.

Keywords: approximation dependence, permissible ranges of parameters, vector criterion; scalar criterion, methods random or gradient search, optimization problem

Снижение динамических нагрузок, действующих на узлы и агрегаты автомобильного базового шасси (АБШ) и монтируемого оборудования (МО) при их эксплуатации, может быть достигнуто за счет оптимизации характеристик подвесок базовых шасси (первичных виброзащитных системы), упругих опор МО (вторичных виброзащитных систем), а также за счет целесообразной компоновки упругих элементов и самого МО на шасси. Однако первый путь имеет ограниченные возможности, так как обеспечивает защиту в основном только от внешних возмущений. Кроме того, необходимо учитывать, что специальное оборудование монтируется на стандартные шасси многоцелевого назначения. Поэтому основными целями решения задач оптимизации характеристик подвесок АБШ следует считать разработку технических требований к системам поддрессоривания шасси, на которых должно монтироваться специальное оборудование.

Что касается вторичных виброзащитных систем (ВС), то при оптимальном выборе характеристик они обеспечивают защиту МО как от внешних, так и от внутренних возмущений, а также от интенсивных динамических нагрузок при «пробоях» подвесок шасси. Поэтому этот метод виброзащиты следует считать основным.

К особенностям рассматриваемых ВС следует отнести возможность конструктивного обеспечения сравнительно больших величин предельных деформаций f_{gr} упругих элементов опор МО и подвесок шасси (обычно $f_{gr} \geq 0,2 \dots 0,3$ м). Это позволяет при синтезе ВС успешно решать задачу защиты элементов АБШ и МО не только от высокочастотных, но и от низкочастотных составляющих возмущений.

В зависимости от поставленных целей рассматриваемых типов упругих элементов, вида возмущений оптимизация характеристик ВС проводится по скалярным критериям качества или по векторному критерию [1]. При этом учитываются ограничения на оптимизируемые параметры деформации упругих связей и компоновку элементов в ВС.

Исследования показывают, что скалярные поля критерия качества $I(U_i)$ и функционала ограничений $f(U_i)$ в пространстве оптимизируемых параметров U_i имеют сложную структуру с локальными экстремумами, оврагами, седлами. В частности, характер двухпараметрического пространства U в районе точки с координатами $c_i=140$ Н/м и $k_i=1,40$ Нс/м поле функционала $I(U_i)$ имеет локальный минимум, а при несколько меньших значениях k_i наблюдается гребневидный локальный максимум поля функционала $f(U_i)$ (рис. 1).

Более детально локальный минимум $I(U_i)$ показан на рис. 1, где видна седловина между двумя впадинами. Линия точек « o,d,c » (рис. 2) соответствует ограничению на деформацию упругого элемента ($f_i = f_{gr}$).

Оптимизацию характеристик ВС по скалярным критериям при большой размерности пространства ($m > 3$) целесообразно приводить методом случайного поиска, а при небольшой – градиентным методом. При другом критерии оптимизация может осуществляться векторным методом [2].

В качестве примера на рис. 1 показан процесс оптимизации в двухпараметрическом пространстве U градиентным методом при критерии качества типа I_{11} [1].

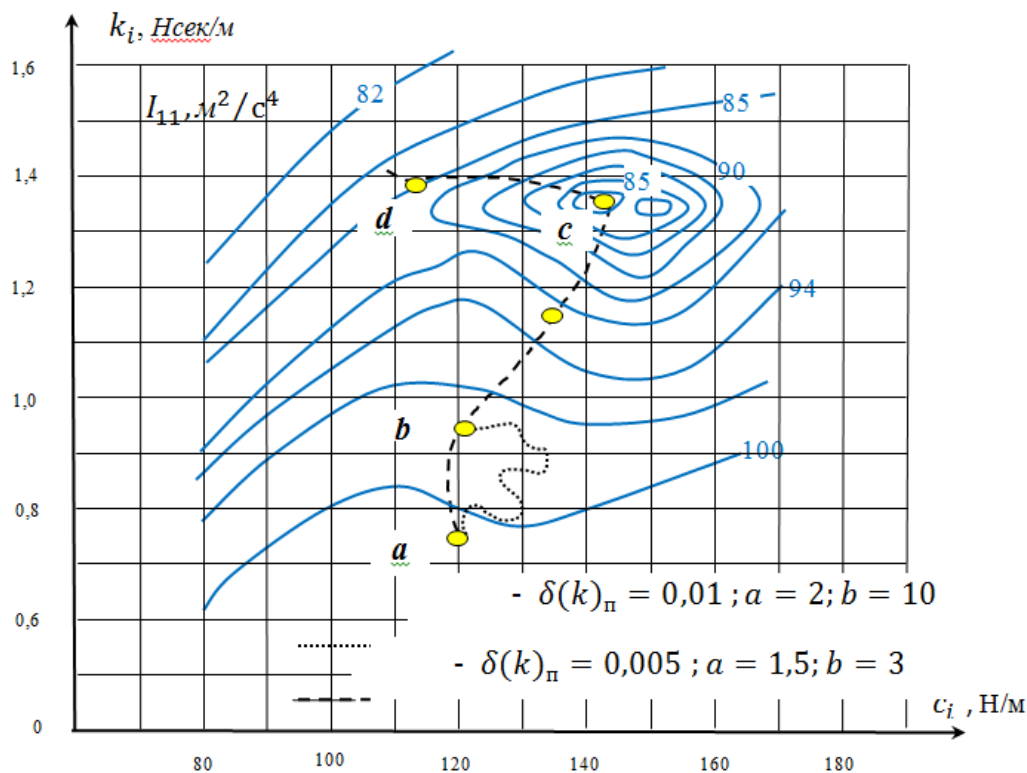


Рис. 1. Процесс оптимизации градиентным методом

Из начальной точки « a » поиск осуществлялся по направлению антиградиента ($-\nabla I$). В точке « b » в связи с достаточно хорошим уменьшением критерия качества алгоритм переключился на метод наискорейшего спуска. Затем в точке « b' » было определено новое направление антиградиента и поиск направился в сторону локального минимума, при этом автоматически была уменьшена величина рабочего шага. В точке « c » поиск, основанный на градиентном методе, остановился. Попытка уменьшить функционал качества на основе подпрограммы поиска вдоль оврага не привела к успеху, тогда согласно алгоритму [2] из точки « c » был произведен скачок к границе в сторону от локального минимума за счет уменьшения c_i . После этого из точки « d » поиск продолжался по новому направлению антиградиента ($-\nabla I$).

На рис. 2 приведен пример процесса оптимизации, основанного на алгоритме случайного поиска. Линия точек « o, d, c » (рис. 2) соответствует ограничению на деформацию упругого элемента ($f_i = f_{qi}$).

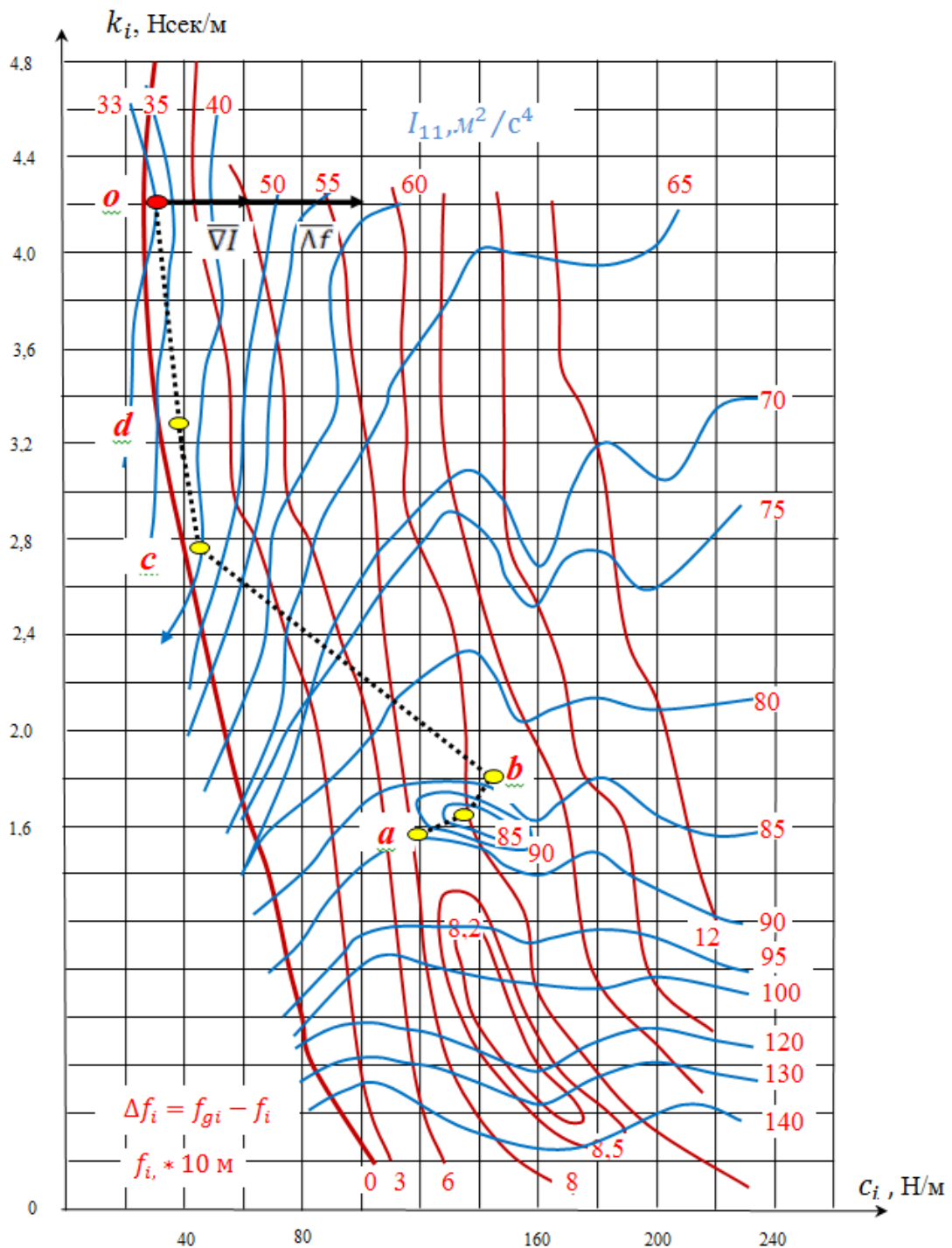


Рис. 2. Поля функционалов $I(U_i)$ и $f(U_i)$ в двухмерном пространстве (шасси КамАЗ 43114, 60 км/ч, грунтовая дорога)

Из начальной точки «*a*» процесс оптимизации был направлен по статистическому антиградиенту в сторону локального минимума, но благодаря свойству инерционности применяемого алгоритма, он не остановился в этой стационарной точке, а по наилучшей пробе переместился в точку «*b*». Откуда в новом целесообразном направлении по методу наискорейшего спуска процесс оптимизации подошел к границе, где алгоритм был переключен на подпрограмму движения вдоль границы по вектору $\Gamma(U_i)$. В точке «*d*» была произведена корректировка направления вектора $\Gamma(U_i)$, а в точке «*o*» было получено

минимальное значение критерия качества типа I_{11} [1]. Дальнейшие рабочие шаги к успеху не привели. Кроме того, как показал анализ, в точке « O » векторы $\overline{\nabla I}$ и $\overline{\nabla f}$ коллинеарные. Таким образом, были выполнены все три условия окончания процесса оптимизации. В связи с этим точка « O » была принята за глобальный оптимум. Об этом свидетельствует и структура полей функционалов $I(U_0)$ и $f(U_0)$.

Изменение величин оптимизируемых параметров c_i и k_i по рабочим шагам в процессе оптимизации методом случайного поиска показано на рис. 3. Характер графиков свидетельствует о том, что в пределах 18...20 рабочих шагов был преодолен локальный минимум.

Результаты практического применения разработанных шаговых алгоритмов для оптимизации ВС АБШ и МО свидетельствуют о том, что сходимость процессов оптимизации и затраты на поиск экстремума в значительной степени зависят от величин пробных и рабочих шагов. Так, при выборе слишком мелкого размера шагов (рис. 3) улучшение функционала качества происходит весьма медленно, процесс оптимизации становится неустойчивым, так как в этом случае большое влияние на него начинают оказывать различного рода помехи. При чрезмерно больших шагах процесс становится избыточно инерционным, малочувствительным к особенностям пространства оптимизируемых параметров.

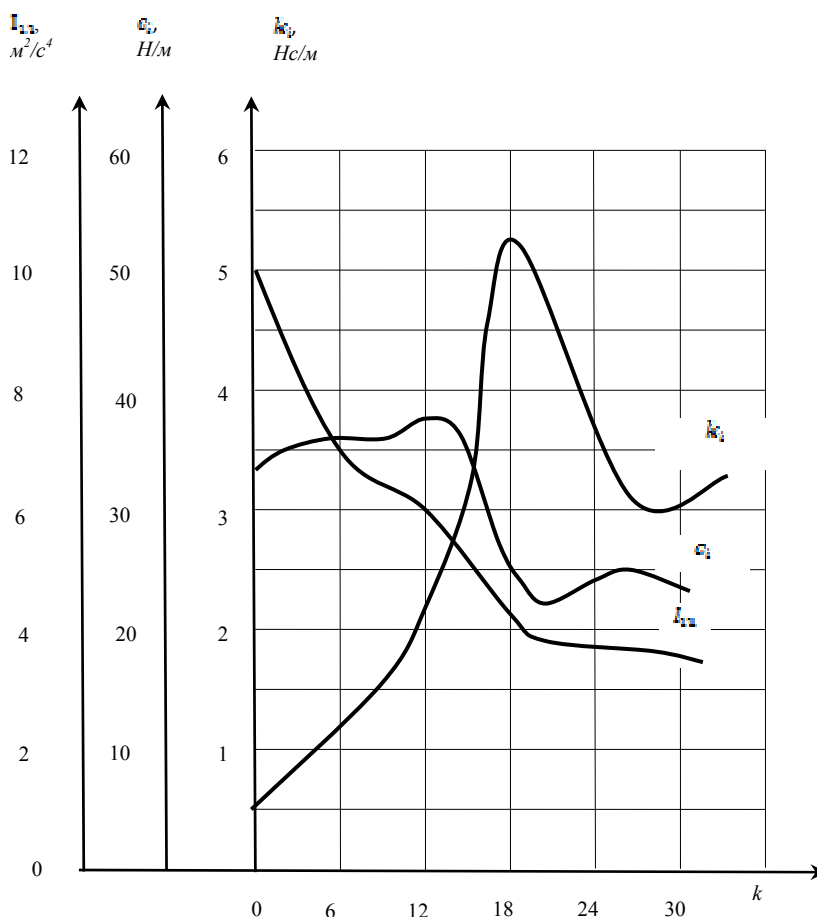


Рис. 3. Характер изменения критерия качества I_{11} и параметров c_1 и k_1 упругой опоры монтируемого оборудования (АЦ-5-40, шасси КамАЗ 43114, 60 км/ч, грунтовая дорога)

Проведенные исследования показали, что при движении по дорогам основные нагрузки, действующие на узлы и агрегаты ПСА, определяются колебаниями корпусов элементов. Поэтому оптимальные параметры систем упругого закрепления существенным образом зависят от характеристик этих весьма сложных динамических процессов. Низкочастотные колебания корпусов элементов АБШ и МО ($v \leq 100$ Гц), для которых характерны большие перемещения, в основном определяются случайными возмущающими функциями дорог. Явления «пробоев» подвесок шасси, а также возмущения, возникающие при ударах выступов протекторов колес о грунт, приводят к появлению составляющих колебаний корпуса с частотами $v \leq 100 \dots 250$ Гц и перемещениями обычно не более 0,01...0,15 м. При частотах $v \leq 250 \dots 300$ Гц колебания корпуса определяются внутренними возмущениями, которые по характеру близки к полигармоническим процессам, с амплитудами перемещений менее $(0,5-1,0) \times 10^{-4}$ м. Таким образом, законы распределения перемещений корпусов элементов АБШ и МО при движении по дорогам, даже при интенсивных пробоях подвески шасси, близки к нормальным, что подтверждено экспериментально [3].

Синтез вторичных ВС МО по среднеквадратическому параметру типа I_{11} [1] показывает, что определяющее влияние на оптимальные характеристики упругих опор МО в рассматриваемых случаях оказывают низкочастотные составляющие колебаний корпуса. При увеличении скорости движения ПСА частоты этих составляющих возрастают, что приводит к повышению жесткости упругих элементов и, следовательно, парциальных собственных частот оптимальных линейных ВС МО (рис. 4 а, б). Некоторое исключение из общих правил представляют те случаи, когда при определенных скоростях движения основные частоты дорожных возмущений становятся близкими к собственным частотам кузова или рамы шасси. Возникающие при этом явления, близкие к резонансным, вызывают интенсивные колебания, что, в свою очередь, приводит к более резкому возрастанию оптимальной жесткости упругих опор МО. При дальнейшем увеличении скорости, когда резонанс исчезает, оптимальные значения c_p^* и ω_p^* могут несколько уменьшаться.

Демпфирующие характеристики оптимальных линейных систем упругого закрепления элементов АБШ и МО (коэффициент неупругого сопротивления k_i^* , коэффициент затухания h_i^*) также с увеличением скорости движения возрастают, но менее интенсивно, чем жесткостные параметры (рис. 4 в, г).

Оптимальные значения коэффициентов аperiodичности ($\varphi_i^* = h_i^* / \omega_i^*$) в пределах эксплуатационных скоростей движения остаются примерно постоянными, так как величины ω_i^* и h_i^* в зависимости от скорости изменяются аналогичным образом. При этом даже для различных типов дорог величины ψ^* находятся в пределах 0,5 ... 0,7.

Оптимальные упругие и демпфирующие характеристики вторичных ВС в значительной степени зависят от типа и состояния дорог, по которым происходит движение ПСА. По мере увеличения дисперсии возмущающих функций дорог, а, следовательно, и интенсивности колебаний корпуса агрегата коэффициенты c_i^* , k_i^* , ω_i^* , h_i^* возрастают.

Применение на ПСА вторичных ВС МО с оптимальными параметрами позволяет существенно уменьшить действующие динамические нагрузки (рис. 5).

Применение на ПСА систем упругого закрепления МО приводит также к снижению динамических нагрузок, действующих на элементы корпусов агрегатов (рис. 5). Объясняется это тем, что упруго закрепленные агрегаты и оборудование представляют собой динамический гаситель колебаний ПСА.

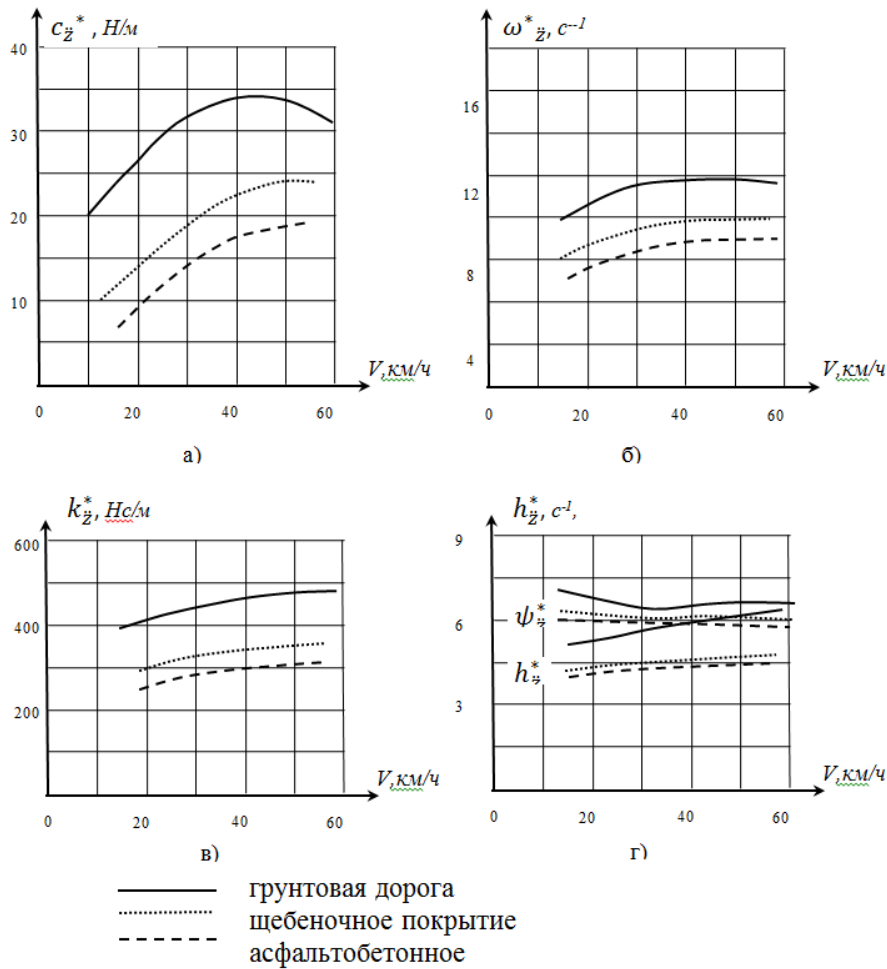


Рис. 4. Зависимость оптимальных параметров упругих опор монтируемого оборудования от скорости движения (АЦ-5-40, шасси КамАЗ 43114)

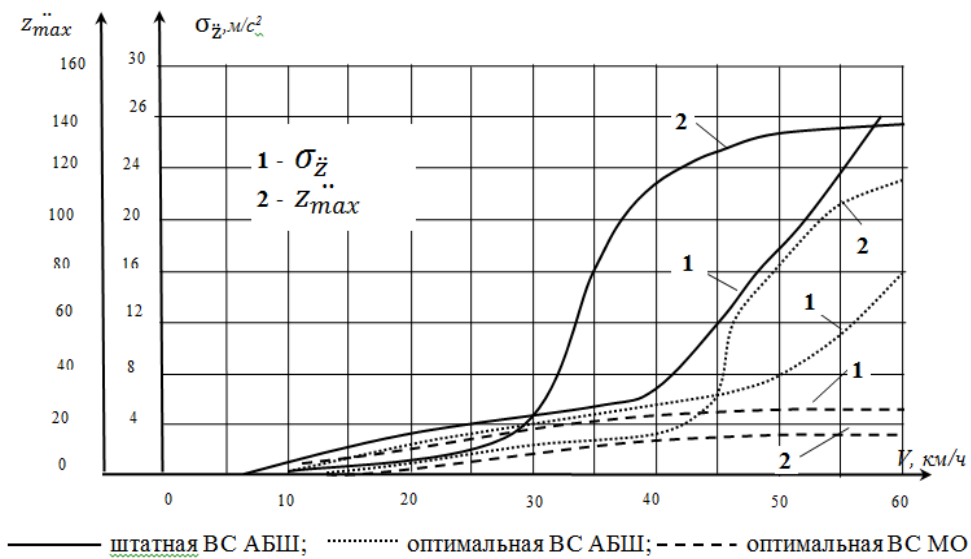


Рис. 5. Зависимость максимальных и средних квадратических отклонений ускорений АБШ и МО от скорости движения (грунтовая дорога, АЦ-5-40, шасси КамАЗ 43114)

Наличие оптимальной вторичной ВС приводит также к значительному снижению спектральных плотностей ускорений элементов МО $S(v)_{\text{МО}}$ и элементов шасси $S(v)_{\text{АБШ}}$ (рис. 6). В области низких частот спектральные плотности ускорений МО при его жестком закреплении на раме АБШ имеют два максимума (рис. 6), положение которых определяется собственными частотами подрессоренных и неподресоренных масс. При упругом закреплении МО спектральные плотности $S(v)_{\text{АБШ}}$ и $S(v)_{\text{МО}}$ имеют три характерных максимума (рис. 6), которые соответствуют собственным частотам МО, АБШ и неподресоренных элементов АБШ.

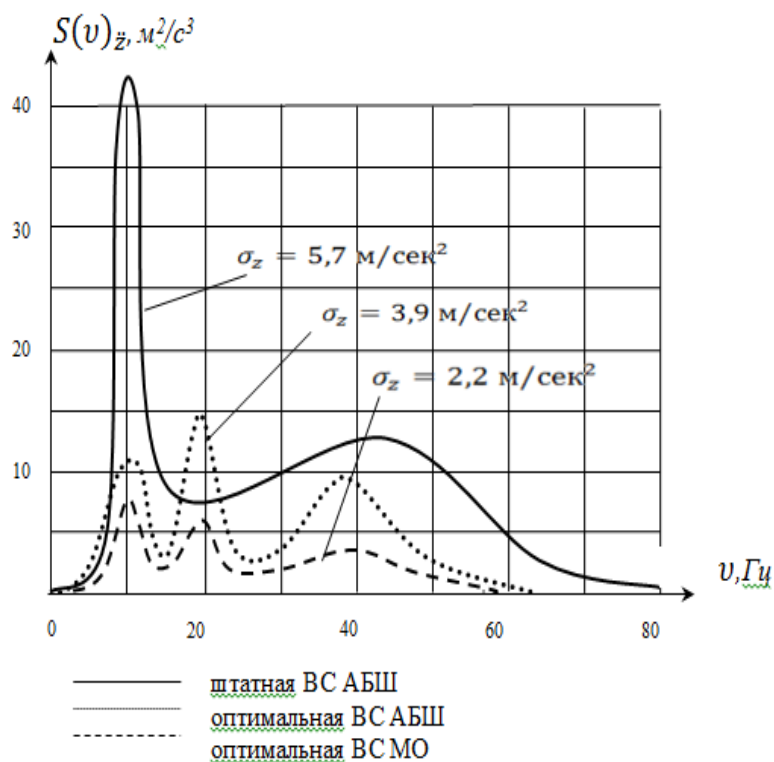


Рис. 6. Спектральные плотности ускорений элементов АБШ и МО при движении (АЦ-5-40, шасси КамАЗ 43114, 60 км/ч, грунтовая дорога)

Проведенные исследования [4] показывают, что снижение интенсивности (дисперсии σ_q^2 и основных частот v_q) дорожных возмущений приводит к уменьшению жесткости и демпфирования оптимальных вторичных ВС МО. Так, для условий движения АЦ-5-40 на базе КамАЗ 43114 со скоростью $V=60$ км/ч по булыжным и асфальтированным шоссе оптимальные жесткости и коэффициенты демпфирования упругих опор МО снижаются соответственно в 1,35...1,4 и 1,60...1,65 раза по сравнению со случаями движения по проселочным дорогам. Величины коэффициентов аperiodичности изменяются в рассматриваемых случаях сравнительно мало.

Динамические нагрузки упруго закрепленного МО могут быть существенно снижены при увеличении предельных деформаций упругих опор f_{gt} . С увеличением f_{gt} оптимальные значения упругих и демпфирующих параметров ВС уменьшаются, что приводит к снижению дисперсии ускорений МО и их максимальных величин.

Исследования показывают, что оптимальные собственные частоты систем упругого закрепления всегда меньше основных частот возмущений, и чем в большей степени удастся увеличить разницу между этими частотами, в основном за счет конструктивного набора больших f_{gt} , тем выше качество виброзащиты.

В случае значительного снижения частоты дорожных возмущений эффективность вторичных пассивных ВС снижается, а при сравнительно небольших величинах f_{gr} эти системы могут вообще не приводить к существенному снижению низкочастотных динамических нагрузок элементов МО. При этом собственные частоты становятся больше основных частот возмущений, и значительно возрастает демпфирование в связи с необходимостью уменьшения резонансных максимумов в амплитудно-частотной характеристике по ускорениям ВС. Оптимизация характеристики вторичных ВС показывает, что при отсутствии высоких частот в составе возмущений оптимальные коэффициенты неупругого сопротивления k_i^* резко возрастают, что приводит к блокированию упругих элементов опор МО, то есть свидетельствует о целесообразности в данном случае ее жесткого закрепления. При этом эквивалентные поверхности в пространстве оптимизируемых параметров не касаются поверхности ограничений, а только пересекают ее, что соответствует положению оптимальной точки при $k_i^* \rightarrow \infty$.

Большое влияние на величины оптимальных характеристик упругих опор МО и на параметры исследуемых колебательных процессов оказывает выбор координаты, относительно которой составляется функционал качества ВС. В частности, оптимизация вторичной ВС МО по критериям качества типа I_{11} , составленным для координат вертикальных перемещений центра тяжести ПСА и точки ее расположения относительно переднего моста, привела к различным результатам. При критерии типа I_{11} ВС МО имела большую жесткость и примерно в два раза большую дисперсию ускорений. Если элементы МО имеют какой-либо слабый узел, то оптимизацию вторичной ВС следует проводить по наиболее «опасной» координате. В случае если необходимо минимизировать динамические нагрузки ПСА в целом, то оптимизация должна проводиться по векторному критерию другого вида [1]. При этом в качестве скалярных критериев Λ_i целесообразно использовать критерии I_{11} , составленные для координат точек ПСА, где размещены упругие опоры. Если эти точки выбраны таким образом, что колебания участков ПСА над опорами становятся независимыми, то оптимизация характеристик каждой из упругих опор может проводиться самостоятельно, без учета колебаний ПСА над другой опорой.

Результаты оптимизации характеристик упругих опор элементов МО в области нелинейных функций показывают, что нелинейные вторичные ВС по сравнению с линейными системами не позволяют существенно снизить динамические нагрузки.

Таким образом, применение систем упругого закрепления МО на ПСА с оптимальными нелинейными характеристиками по сравнению с линейными оптимальными ВС обеспечивает сравнительно небольшое снижение средних квадратических отклонений ускорений.

Особенно это касается малых скоростей движения агрегатов, для которых уменьшение составляет 1,5...2,5 %. При больших скоростях эффективность нелинейных ВС увеличивается, но в этих случаях снижение не превышает 6,5...7,5 %. Применение в составе ВС упругих опор с нелинейными характеристиками приводит к появлению в колебаниях МО составляющих с более высокими частотами.

Сравнительно небольшое снижение ускорений перемещений элементов МО за счет применения упругих опор с нелинейными характеристиками объясняется в основном тем, что движения ПСА по дорогам представляют собой случайные процессы, которые по своим характеристикам близки к стационарным нормальным функциям. В этом случае при интегрально-квадратических критериях качества наилучшими из всех возможных являются линейные системы, и поиск оптимума в области нелинейных характеристик не улучшает их качества.

Результаты исследования показывают, что оптимизация ВС ПСА в линейной области обычно не приводит к существенному искажению величин и характера упругих и демпфирующих сил по сравнению с оптимальным линейными упругими опорами.

Особенно это справедливо для сравнительно небольших допустимых прогибов упругих элементов и малых скоростей движения агрегатов.

Экспериментальная проверка эффективности действия оптимальных систем упругого закрепления МО была проведена на АЦ-5-40 (шасси КамАЗ 43114, цистерна заполнена) с помощью измерительного комплекса [3]. Испытания проводились на закреплении насоса на штатных опорах и на изготовленных упругих опорах. Результаты эксперимента показывают, что при наличии упругих опор действующие на насос динамические нагрузки могут быть снижены в 1,5...2 раза (рис. 7) по сравнению с ее жестким закреплением как при периодических, так и при единичных воздействиях. Эти данные достаточно хорошо согласуются с результатами проведенных теоретических исследований.

Таким образом, проведенный анализ показывает, что при синтезе вторичных ВС МО по критериям качества первой группы по среднеквадратическому критерию I_{11} оптимальные характеристики систем упругого закрепления элементов МО должны изменяться в зависимости от типа дорог, скорости движения агрегатов.

Величины максимально-допустимых скоростей движения ПСА были получены при условиях $\sigma_{\theta t} = \sigma_{\theta qt}$ и $V = V_g$. При этом данные эксперимента (Приложение А) свидетельствуют о том, что скорости движения по различным дорогам могут быть несколько повышены по сравнению с нормативами, но, как правило, не более чем на 20...25 %. Существенное увеличение скоростей движения ПСА может быть достигнуто за счет применения систем упругого закрепления узлов и агрегатов АБШ и МО с оптимальными регулируемыми характеристиками. При этом средние технические скорости движения ПСА для принятого распределения пробега увеличатся более чем в два раза и достигнут величин, соответствующих современным требованиям.

Следует отметить, что регулирование характеристик упругих опор по скорости движения приводит к усложнению конструкций и к удорожанию ПСА. Если синтез вторичных ВС МО проводится по критерию второй группы, то регулирование оптимальных характеристик упругих опор должно производиться лишь при изменении типа дороги и степени загрузки ПСА. Это регулирование может быть сравнительно легко осуществлено при использовании в конструкциях ВС пневматических и пневмогидравлических упругих элементов за счет изменения их рабочего состояния. Применение такого типа упругих опор АБШ и МО не приведет к уменьшению максимально-допустимых скоростей движения ПСА, но увеличит динамические нагрузки элементов АБШ при скоростях $V_j < V_{jmax}$. Это не скажется на средних технических скоростях движения. Однако некоторое увеличение динамической нагрузки может привести к снижению допустимой продолжительности их эксплуатации и дальности выезда.

Следует подчеркнуть, что при синтезе ВС элементов АБШ и МО по критериям качества типа I_{11} и I_{21} [1] решается проблема оптимизации по критерию типа $I_{22} = \max L_j$ [1], связано это с тем, что $\max L_j = \max(V_j \times T_j)$.

Оптимизация характеристик ВС по критерию $I_{11} = \min \sigma_{\theta t}^2$ приводит не только к максимизации скорости движения ПСА (V_j), но и продолжительности их эксплуатации, так как величина T_j монотонно возрастает при уменьшении $\sigma_{\theta t}^2$ и эффективной частоты v_g . Снижение эффективной частоты v_g динамических нагрузок ПСА при ее упругом закреплении объясняется фильтрующим действием вторичной ВС в отношении высокочастотных составляющих возмущений.

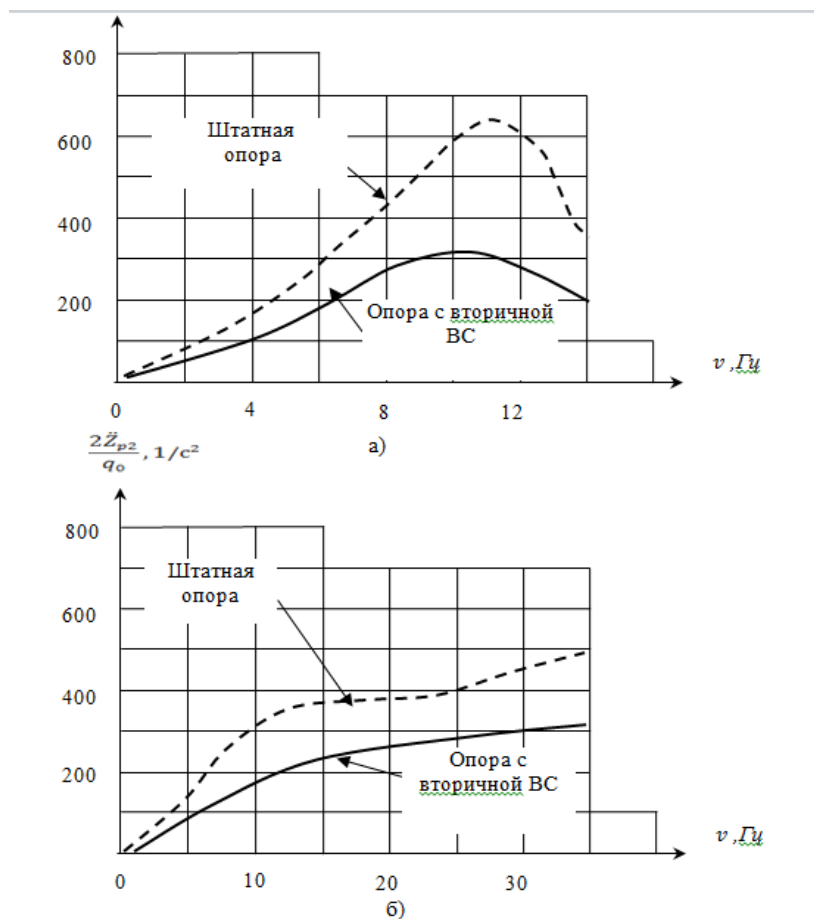


Рис. 7. Экспериментальные данные по величинам относительных ускорений МО (насос ПН-40УВ) со штатной опорой и с оптимальной вторичной ВС при периодических (а) и единичных (б) воздействиях

Применение таких ВС позволяет значительно снизить динамическую нагрузку элементов МО в низкочастотном и особенно в высокочастотном диапазонах, предохранить МО от опасного повышения нагрузок, возникающих при «пробоях» подвесок АБШ, и, как результат, значительно повысить скорости передвижения, допустимые по динамическому нагружению. При этом ПСА могут двигаться со скоростями, соответствующими их тягово-динамическим характеристикам (до 80 км/ч), а не ограничиваться их динамической нагруженностью. Так же, благодаря применению ВС с оптимальными характеристиками, снижается степень воздействия факторов динамических перегрузок, оказывающих негативное влияние на физиологическое состояние экипажа.

Таким образом, применение ВС с оптимальными характеристиками на ПСА, в конечном итоге, положительно сказывается на обеспечении пожарной безопасности в целом.

Литература

1. Иванов К.С., Широухов А.В., Романов В.В. Эмпирические критерии качества виброзащитных систем пожарно-спасательной техники // Проблемы управления рисками в техносфере. 2014. № 3 (31). С. 29–36.
2. Иванов К.С., Широухов А.В. Оптимизационные задачи синтеза виброзащитных систем элементов автомобильных базовых шасси пожарно-спасательной техники // Проблемы управления рисками в техносфере. 2015. № 3 (35) С. 92–98.
3. Широухов А.В. Методика синтеза оптимальных систем защиты узлов и агрегатов пожарно-спасательных автомобилей от динамических перегрузок: приложения к дис. ... канд. техн. наук. СПб., 2017. 23 с.

4. Широухов А.В. Анализ динамических нагрузок в элементах базовых шасси пожарно-спасательной техники // Надежность и долговечность машин и механизмов: сб. материалов VI Всерос. науч.-практ. конф. Иваново, 2015.

КРИТЕРИИ ГРУППОВОЙ ДИАГНОСТИКИ НЕФТЕПРОДУКТОВ В МАТЕРИАЛАХ РАЗЛИЧНОЙ ПРИРОДЫ НА НЕФТЕГАЗОВЫХ ОБЪЕКТАХ НА ОСНОВЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ТЕРМИЧЕСКОГО ЛЮМИНЕСЦЕНТНОГО АНАЛИЗА

А.С. Павлова;

А.С. Крутолапов, доктор технических наук, доцент.

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России.

А.А. Решетов, кандидат технических наук.

Главное управление МЧС России по городу Санкт-Петербургу

Предложено использовать метод термической экстракции в сочетании с молекулярной люминесценцией для оценки пожароопасных свойств веществ и материалов. Разработана установка и проведены испытания по новому, ранее не применявшемуся в экспертных исследованиях, экспресс-методу термического люминесцентного анализа с целью установления возможности выявления в различных материалах присутствия следов легковоспламеняющихся жидкостей и горючих жидкостей. Предлагаемая методика позволяет, варьируя условия эксперимента, отдельно диагностировать органические компоненты матрицы объекта носителя и занесенные извне нефтепродукты.

Ключевые слова: термический анализ, люминесцентный анализ, нефтепродукты, пожарная безопасность

CRITERIA OF GROUP DIAGNOSTICS OF OIL PRODUCTS IN MATERIALS OF VARIOUS NATURE ON OIL AND GAS OBJECTS ON THE BASIS OF RESULTS OF THE THERMAL LUMINESCENT ANALYSIS

A.S. Pavlova; A.S. Krutolapov.

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

A.A. Reshetov. Main Department of EMERCOM of Russia in Saint-Petersburg

In work it is offered to use a method of thermal extraction in combination with a molecular luminescence for an assessment of fire-dangerous properties of substances and materials. Installation is developed and tests by the new, earlier not applied in expert researches express method of the thermal luminescent analysis for the purpose of establishment of a possibility of identification in various materials of presence of traces of oil products are carried out. The offered technique allows, varying experimental conditions, to separately diagnose organic components of a matrix of an object of the carrier and the oil products brought from the outside.

Keywords: thermal analysis, luminescent analysis, oil products, fire safety

Для получения достоверной информации о наличии и качественном составе нефтепродуктов в различных материалах необходимо не только располагать результатами аналитических определений, но и иметь надежную систему их математической обработки, позволяющую делать однозначные выводы. В настоящей работе в качестве аналитического

метода использован метод молекулярной люминесценции. Молекулярный люминесцентный анализ обладает высокой чувствительностью и низким пределом обнаружения по отношению к компонентам нефтей и товарных нефтепродуктов, является экспрессным, воспроизводимым, не требует применения дорогостоящего оборудования. Обычно реализация этого метода анализа предусматривает жидкостную экстракцию, а получение спектров сопряжено с целым рядом методических ограничений (гашение люминесценции, связанное с различными факторами; собственная люминесценция растворителя, наложение люминесценции извлекаемых органических компонентов матрицы) [1]. В настоящей работе для пробоподготовки к люминесцентному анализу используется метод термический газовой экстракции.

В целом последовательность проведения термического люминесцентного анализа при изучении нефтепродуктов, содержащихся в различных материалах на нефтегазовых объектах, представлена на рис. 1. В результате проведения полной последовательности процедур анализа в распоряжении аналитика оказываются четыре фракции и, соответственно, четыре спектра люминесценции. Это спектры люминесценции газовой и конденсированной фаз термоэкстракта, выделенного при температурах 200 и 600 °С, и спектры люминесценции газовой и конденсированной фаз термоэкстракта, полученного при 200 и 600 °С.

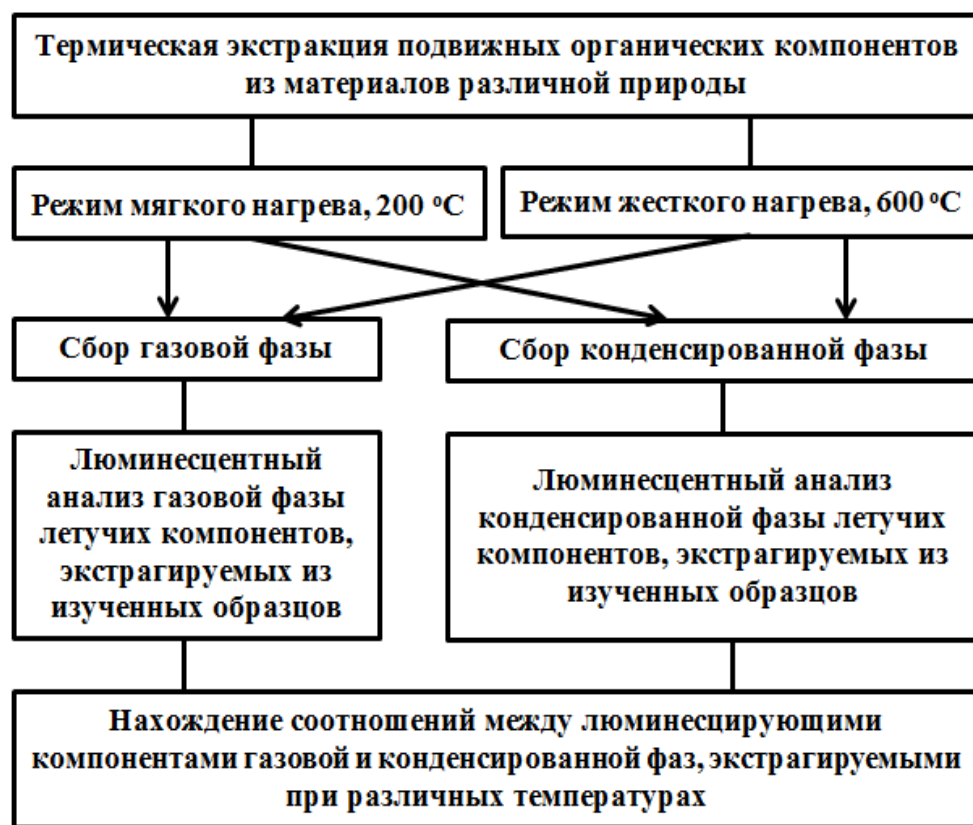


Рис. 1. Последовательность проведения термического люминесцентного анализа при изучении нефтепродуктов, содержащихся в различных материалах на нефтегазовых объектах

Для интерпретации получаемых результатов в настоящей работе предложены расчетные критерии групповой диагностики люминесцентных характеристик термоэкстрактов исследуемых материалов. Под критерием обычно понимают признак, на основании которого производится оценка или классификация чего-либо. Вводимые критерии позволяют относить изученные образцы к определенной группе, классу, типу. Для расчета предложенных критериев использованы спектральные характеристики спектров люминесценции.

Обычный вид спектров люминесценции термоэкстрактов образцов, содержащих инородный нефтепродукт, показан на рис. 2.

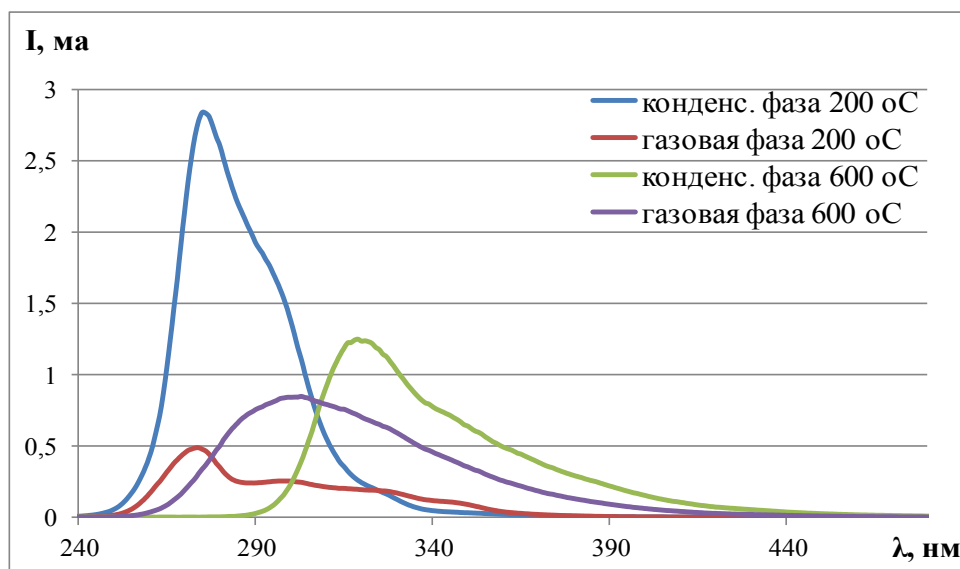


Рис. 2. Спектры люминесценции газовой и конденсированной фаз термоэкстрактов почвы с дизельным топливом, полученные при различных условиях

На рис. 3 показанные аналогичные спектры для другого типа образцов – антипирированной сосновой древесины.

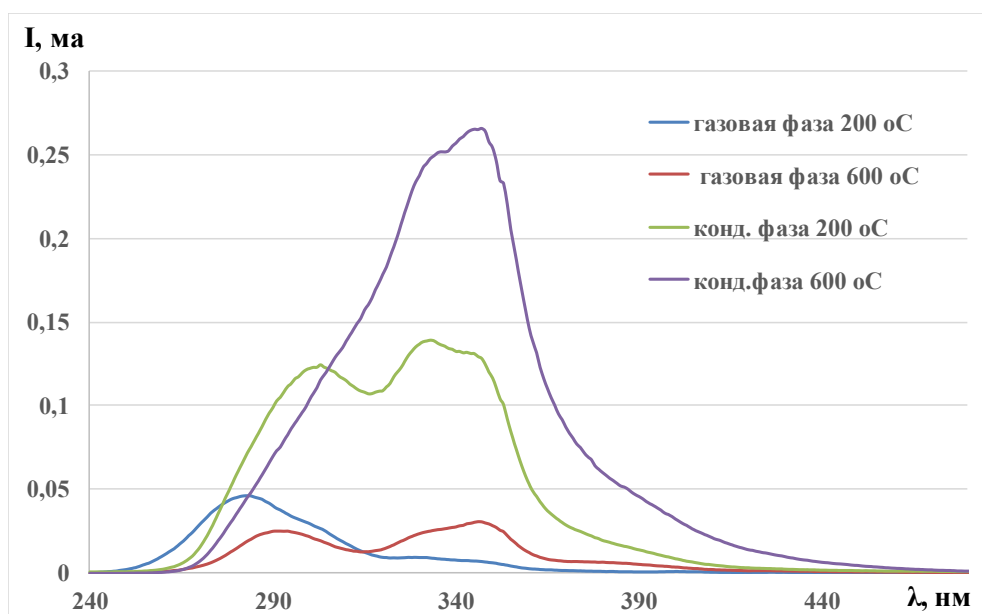


Рис. 3. Спектры люминесценции газовой и конденсированной фазы термоэкстрактов антипирированной сосновой древесины, полученные при температурах 200 и 600 °С

Обработка спектров проводилась с использованием функции Лоренца, позволяющей обрабатывать сложные спектры, состоящие из нескольких перекрывающихся пиков различной формы и интенсивности [2].

Функция Лоренца имеет вид:

$$y = y_0 + \frac{2A}{\pi} \frac{\omega}{4(x-x_c)^2 + \omega^2}$$

где y – значение функции в точке максимума (фототок детектора – I , ма); y_0 – смещение;
 $H=y - y_0$ – высота спектрального максимума (фототок детектора – I , ма); λ_c – длина волны
 спектрального максимума, нм; ω – полуширина спектрального максимума, нм;
 A – интегральная интенсивность спектрального максимума.

Основными характеристиками единичных спектров являются длина волны
 спектрального максимума и интегральная интенсивность (площадь спектрального максимума).

При $x = \lambda_c$ интегральная интенсивность:

$$A = H\omega\pi/2.$$

Таким образом, площадь спектрального максимума больше площади равнобедренного
 треугольника, используемой обычно при расчете хроматограмм, в $\pi/2$ или приблизительно
 в 1,57 раз. Пример обработки спектров люминесценции с применением преобразования
 Лоренца приведен на рис. 4.

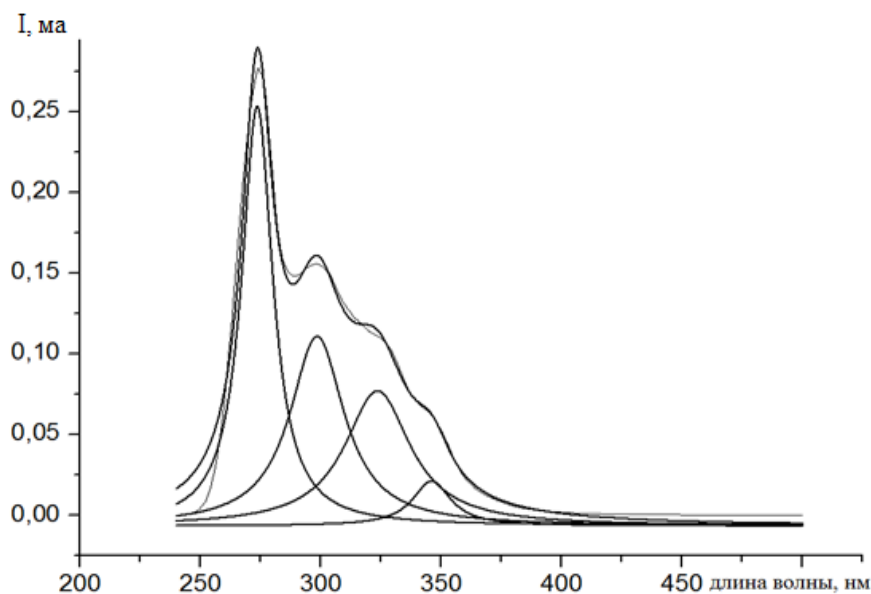


Рис. 4. Спектр люминесценции образца термоэкстракта почвы (газовая фаза, 200 °С),
 обработанный с использованием преобразований Лоренца

Полученные результаты в виде интенсивностей характеристических максимумов
 в спектрах люминесценции использованы в качестве управляющих параметров при расчете
 критериев групповой диагностики нефтепродуктов. Предлагаются четыре критерия:

1.) $K_{\text{ГАЗ } 200/600} = \frac{I_{\text{ГАЗ } 200}}{I_{\text{ГАЗ } 600}}$ – соотношение между интенсивностями

люминесценции газовой фазы при 200 °С и газовой фазы при 600 °С;

2.) $K_{\text{КОНД } 200/600} = \frac{I_{\text{КОНД } 200}}{I_{\text{КОНД } 600}}$ – соотношение между интенсивностями

люминесценции конденсированной фазы при 200 °С и конденсированной фазы при 600 °С;

3.) $K_{\text{Газ/конд 200}} = \frac{I_{\text{Газ 200}}}{I_{\text{конд 200}}}$ – соотношение между интенсивностями

люминесценции газовой фазы при 200 °С и конденсированной фазы при 200 °С;

4.) $K_{\text{Газ/конд 600}} = \frac{I_{\text{Газ 600}}}{I_{\text{конд 600}}}$ – соотношение между интенсивностями

люминесценции газовой фазы при 600 °С и конденсированной фазы при 600 °С.

В исходных материалах наиболее высокие значения имеют критерии 1 и 3. При этом максимальные значения наблюдаются в образце стекловата. По-видимому, стекловата отличается от других материалов меньшей плотностью и лучшей способностью отдавать газовые компоненты при невысоких температурах (рис. 5).

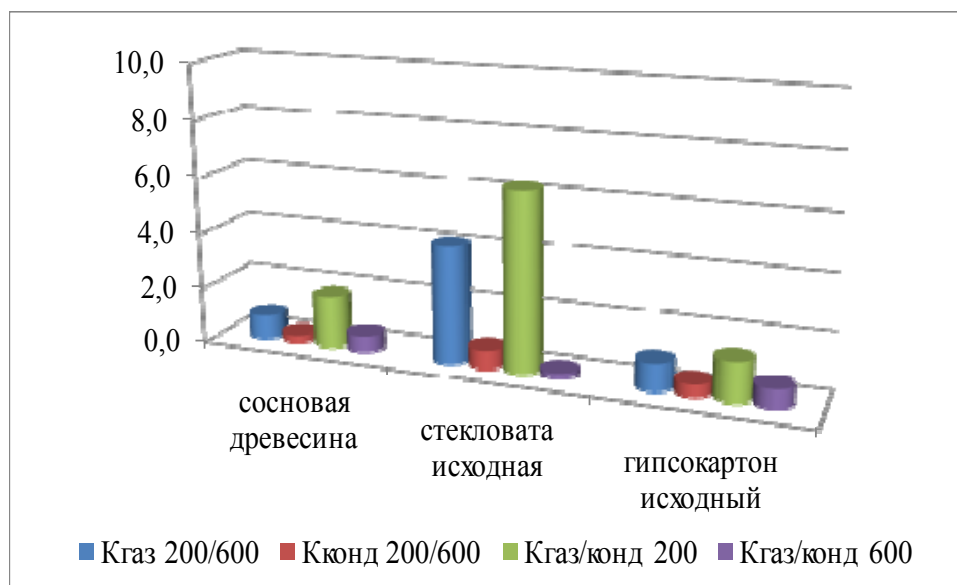


Рис. 5. Значения диагностических критериев для образцов различных материалов в исходном состоянии

В материалах, пропитанных нефтепродуктами, высокие значения имеют критерии 2 и 4. При этом в образцах с бензином преобладает критерий 2, а в образцах с дизельным топливом – критерий 4. Это может являться диагностическими признаками наличия различных типов нефтепродуктов в исследуемых материалах (рис. 6, 7).

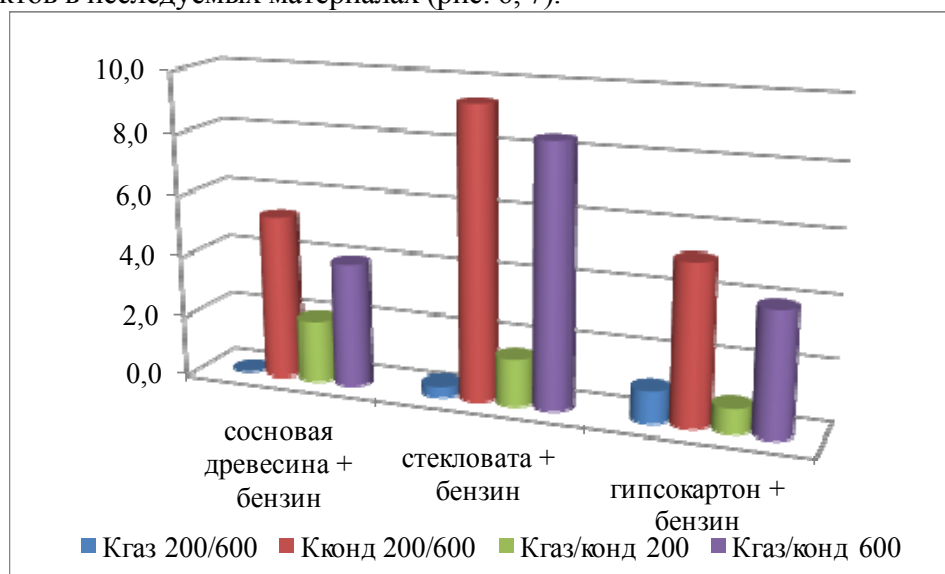


Рис. 6. Значения диагностических критериев для образцов различных материалов, пропитанных бензином

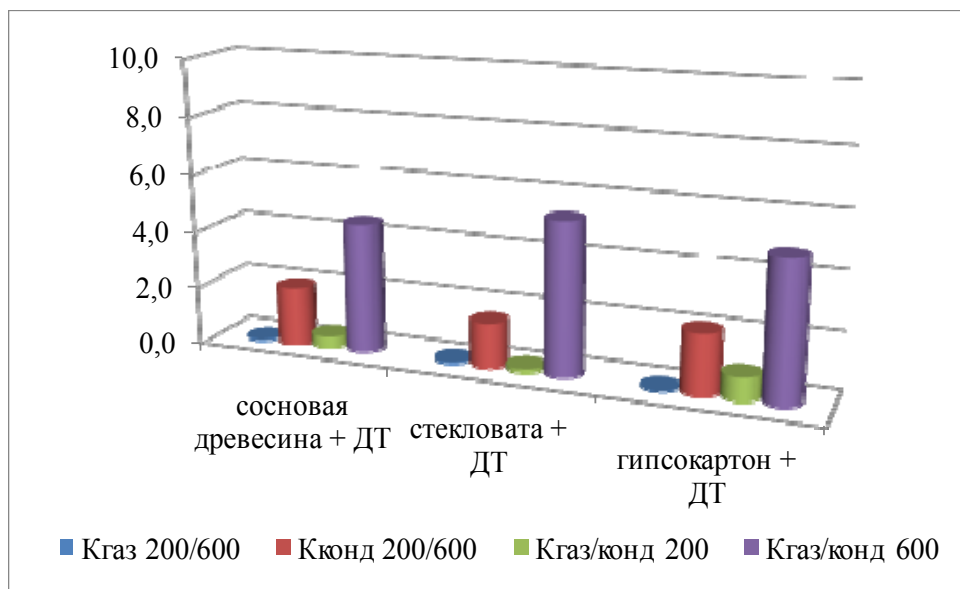


Рис. 7. Значения диагностических критериев для образцов различных материалов, пропитанных дизельным топливом

Таким образом, установлено, что с использованием предложенного метода выявляются качественные и количественные люминесцентные характеристики термоэкстрактов исследуемых соединений органической природы, что позволяет устанавливать в объектах исследования наличие инородных нефтепродуктов и диагностировать их на групповом уровне. Метод может быть использован для экспрессного определения нефтепродуктов в окружающей среде и в объектах инфраструктуры на предприятиях поиска, разведки и добычи нефти и газа при анализе экологического и пожароопасного состояния этих объектов.

Предложенным методом проведен также анализ результатов изучения люминесценции термоэкстрактов почв (рис. 8). Значения соотношений между интенсивностями люминесценции газовой и конденсированной фаз термоэкстрактов исходных почв показывают их заметное отличие от люминесценции термоэкстрактов конструкционных материалов. В почвах высокие значения имеют критерии 3 и 4, при этом их величины достигают значений, свойственных почвам с нефтепродуктами. Это может быть объяснено высоким содержанием в почвах органических веществ, сходных по составу с нефтепродуктами.

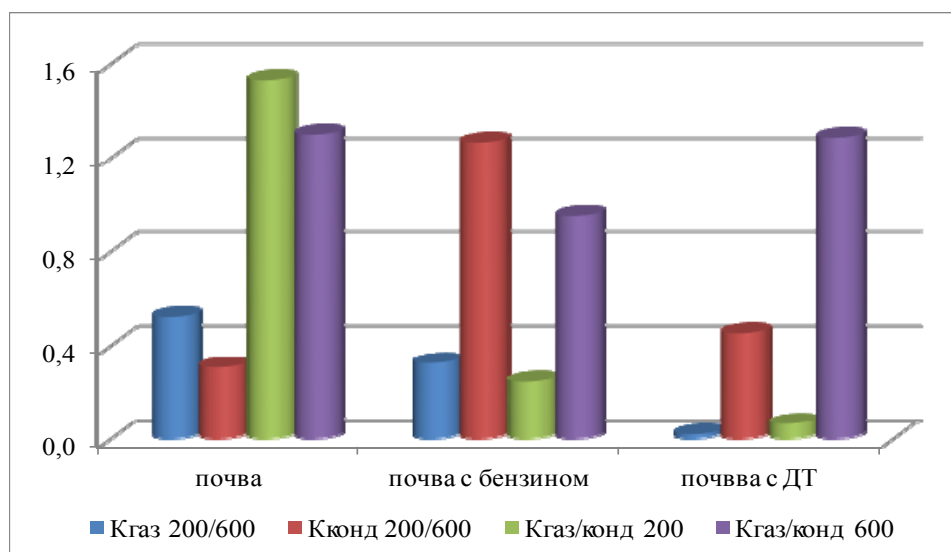


Рис. 8. Значения диагностических критериев для образцов почв в исходном состоянии и пропитанных нефтепродуктами

Значения соотношений между интенсивностями люминесценции газовой и конденсированной фаз термоэкстрактов почв, пропитанных нефтепродуктами, имеют такую же картину распределения, что и аналогичные образцы конструкционных материалов.

Помимо изучения спектров люминесценции образцов различных материалов, насыщенных и нефтепродуктами, в работе проводились исследования антипирированных древесных материалов (рис. 9). В газовой фазе суммарная интенсивность люминесценции у неантипирированной древесины при температурах от 100 до 500 °С превышает таковую у антипирированной древесины в 4÷9 раз (табл.). Наблюдается линейный рост интенсивности люминесценции с повышением температуры термической экстракции до 500 °С.

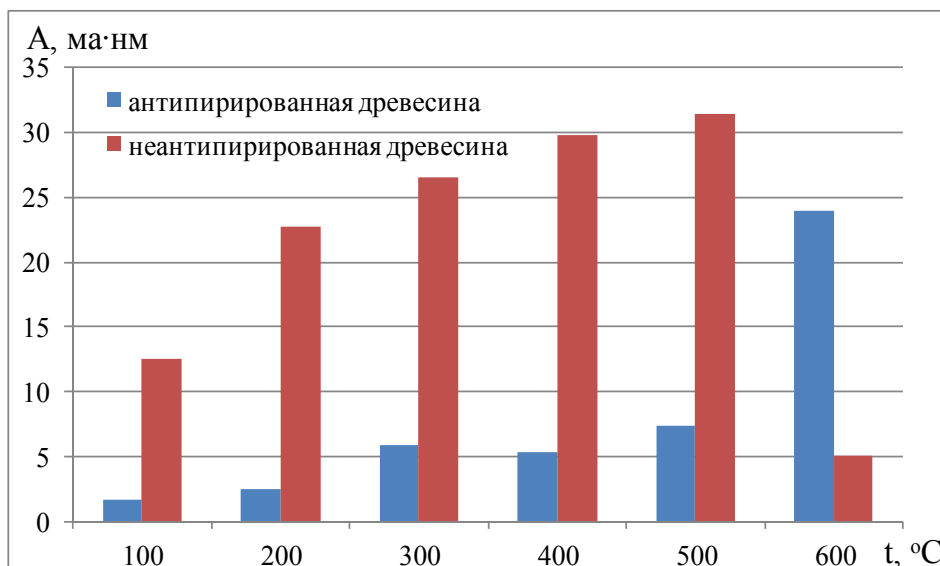


Рис. 8. Значения суммарной интенсивности люминесценции газовой фазы термоэкстрактов древесины при различных температурах термической экстракции

Таблица. Соотношения между интенсивностями люминесценции в газовой и конденсированной фазах термоэкстрактов неантипирированной и антипирированной древесины

t, °C		100	200	300	400	500	600
газовая фаза	$A_{\text{неантипир.}}/A_{\text{антипир.}}$	7,6	9,1	4,6	5,6	4,2	0,2
конденсированная фаза	$A_{\text{неантипир.}}/A_{\text{антипир.}}$	0,7	1,2	1,8	2,0	2,0	1,5

Линейная регрессионная зависимость роста интенсивности люминесценции в газовой фазе в интервале температур 100÷500 °С у неантипирированной древесины выражается зависимостью:

$$y=4,50x+11,10$$

при достоверности аппроксимации $R^2=0,92$;
у антипирированной древесины:

$$y=1,43x+0,24$$

при достоверности аппроксимации $R^2=0,90$.

Выявленные особенности характера люминесценции термоэкстрактов древесины позволяют рекомендовать для изучения качества антипирирования использование только газовой фазы термической экстракции древесины. Дополнительным преимуществом при этом станет сокращение времени анализа. В целом методом термолюминесценции удастся довольно уверенно различать образцы неантипирированной и антипирированной древесины. Положительными особенностями метода являются его высокая экспрессность и очень малое количество требуемого образца. Для проведения анализа требуется не более 0,1 г, что практически не влияет на внешний вид изучаемых изделий. Последнее обстоятельство часто имеет решающее значение при проведении пожарно-технических исследований.

Литература

1. Егориков П.Н., Решетов А.А., Галишев М.А. Методическая система криминалистического исследования нефтепродуктов в судебной экспертизе // Науч.-аналит. журн. «Вестник С.-Петерб. ун-та ГПС МЧС России». 2012. № 4. С. 140–146.
2. Решетов А.А., Галишев М.А., Шарапов С.В. Использование информационных ресурсов спектрального анализа путем представления графической информации в численном виде методом нелинейной аппроксимации функцией Лоренца // Науч.-аналит. журн. «Вестник С.-Петерб. ун-та ГПС МЧС России». 2013. № 4. С. 66–73.



ПОЖАРНАЯ ТАКТИКА, ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОЦЕССОВ ГОРЕНИЯ И ТУШЕНИЯ

ПОДГОТОВКА МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ОБЪЕКТОВ ПЕРЕРАБОТКИ, ХРАНЕНИЯ И ТРАНСПОРТИРОВКИ УГЛЕВОДОРОДОВ К НАПЫЛЕНИЮ ИЗОЛЯЦИОННЫХ ПОКРЫТИЙ

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

М.Т. Пелех, кандидат технических наук, доцент;

Е.Н. Кадочникова, кандидат технических наук.

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

Рассмотрены методы подготовки металлических поверхностей объектов переработки, хранения и транспортировки углеводородов при напылении изоляционных покрытий и предъявляемые к ним требования. Проведен анализ влияния геометрических и физико-химических параметров металлической поверхности на адгезию изоляционного покрытия и его долговечность.

Ключевые слова: покрытие, напыление, углеводороды

PREPARING THE METALLIC SURFACES OBJECT CONVERSIONS, KEEPING AND TRANSPORTATIONS HYDROCARBON TO EVAPORATION INSULATING COVERING

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

M.T. Pelekh; E.N. Kadochnikova.

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

The considered methods of preparing the metallic surfaces object conversions, keeping and transportations hydrocarbon at evaporation insulating covering and presented requirements to him. The analysis of the influence geometric and physico-chemical parameter to metallic surface on adhesion of the insulating covering and his(its) longevity.

Keywords: covering, evaporation, hydrocarbons

Объекты переработки, хранения и транспортировки углеводородов чаще всего представляют собой крупногабаритные стальные металлоконструкции (емкости, цистерны, резервуары). Основной причиной возникновения аварий стальных металлоконструкций является коррозия, приводящая к механическим повреждениям и потере герметичности

оборудования. Утечки углеводородов причиняют значительный ущерб окружающей среде, приводят к взрывам и пожарам. Совершенствование антикоррозионной защиты металлических конструкций объектов переработки, хранения и транспортировки углеводородов является актуальной проблемой. Широкое применение для пассивной защиты от коррозии металлических конструкций получили напыленные изоляционные покрытия, эффективность применения которых зависит от качества подготовки металлической поверхности к напылению.

Напыление изоляционных покрытий на металлические конструкции выполняют в заводских или в полевых условиях при проведении строительно-монтажных работ или ремонте. Современные изоляционные покрытия представляют собой многослойную систему, сочетающую последовательно нанесенные функциональные слои (грунтовочный, промежуточный, покрывной) и обеспечивающую длительную антикоррозионную защиту в заданных условиях эксплуатации [1, 2].

Типовой технологический процесс нанесения многослойного изоляционного покрытия включает следующие операции:

1. Подготовка защищаемых поверхностей металлической конструкции к напылению изоляционного покрытия.

1.1. Анализ состояния защищаемых поверхностей, выбор последовательности и метода их обработки.

1.2. Удаление оксидных пленок, ржавчины и окалины.

1.3. Удаление пыли, частиц грунта, стружки.

1.4. Обезжиривание металлических поверхностей.

1.5. Удаление влаги или конденсата (в случае ее образования).

1.6. Контроль подготовки защищаемых поверхностей.

2. Напыление многослойной системы изоляционного покрытия.

2.1. Подготовка компонентов покрытия и оборудования к работе.

2.2. Напыление на металлические поверхности грунтовочного слоя.

2.3. Сушка и отверждение грунтовочного слоя.

2.4. Напыление на грунтовочный слой промежуточного слоя.

2.5. Сушка и отверждение промежуточного слоя.

2.6. Напыление на промежуточный слой покрывного слоя.

2.7. Сушка и отверждение покрывного слоя.

3. Контроль многослойного изоляционного покрытия.

Уровень адгезии между изоляционным покрытием и металлической поверхностью зависит от площади контакта между ними, который во многом определяется качеством подготовки металлической поверхности к напылению. Площадь контакта между напыленной жидкой пленкой, состоящей из компонентов покрытия, и металлической поверхностью зависит от их физических и химических свойств, обуславливающих смачиваемость металлической поверхности жидкостью, ее способностью заполнять неровности на металлической поверхности, вытесняя при этом воздух. Оказавшиеся между напыленной жидкой пленкой и металлической поверхностью пузырьки воздуха, находящиеся в углублениях металлической поверхности, частицы пыли, оксидные пленки, окалина, жировые пятна и другие загрязнения существенно уменьшают площадь контакта, снижая адгезию. Таким образом, полнота контакта между жидкой пленкой и металлической поверхностью зависит от размеров неровностей на границе контакта, наличия загрязнений и от их физико-химических свойств.

Металлическая поверхность характеризуется отклонением формы (неплоскостность, цилиндричность), волнистостью, шероховатостью, субшероховатостью и физико-химическими свойствами (рис. 1).

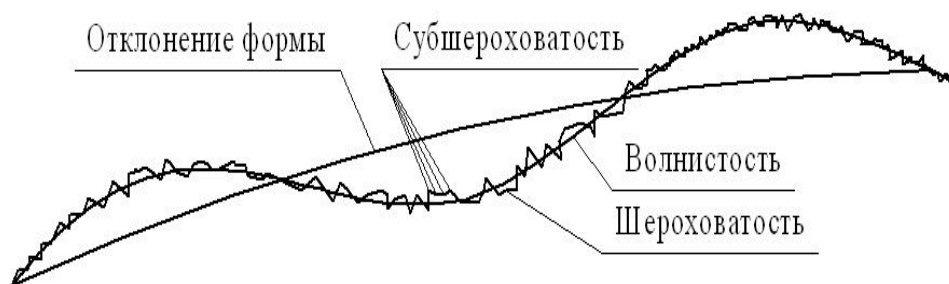


Рис. 1. Геометрические характеристики металлической поверхности

Отклонения формы и волнистость считают макроскопическими неровностями, их размеры рассматривают в диапазоне 10^{-3} – 10^{-4} м. Шероховатость относят к микронеровностям, ее измеряют на участках с размерами 10^{-5} – 10^{-6} м. Микронеровности характеризуют субшероховатостью, ее размеры сравнимы с размерами молекул, порядка 10^{-8} – 10^{-9} м.

Шероховатость и субшероховатость обусловлены особенностями структуры поверхностного слоя, содержащего различные дефекты (поры, трещины, капилляры), появляющиеся в результате процессов механической и термической обработки, структурообразования, старения.

После отверждения напыленной жидкой пленки формируется полимерное покрытие, которое может характеризоваться несколькими типами структурных образований на границе раздела: глобулы, фибриллы, пачки. Глобулы состоят из одной или нескольких свернутых полимерных молекул, пачечно-фибрилярный тип структур характерен для хорошо упорядоченных полимеров. В некоторых полимерах из пачек, фибрилл и глобул образуются кристаллиты и сферолиты, которые, в свою очередь, могут объединяться в более крупные агрегаты.

Таким образом, достижение высокой адгезии возможно при наличии значительной площади контакта между молекулами и образованными из них более крупными структурами полимерного покрытия с элементами металлической поверхности, характеризующейся шероховатостью и субшероховатостью, зависящих от метода ее обработки (табл. 1) [2–4].

Таблица 1. Шероховатость стальной поверхности, обработанной разными способами

Способ обработки стальной поверхности	Шероховатость поверхности, мкм		Адгезия, г/см ²	
	Ra	Rz	Эпоксидное покрытие	Покрытие на основе сополимера винилхлорида
Обработка наждачной бумагой	0,06–5,0	0,3–20	–	–
Обработка иглофрезами	2,5–7,5	10–30	–	–
Обработка песком	0,4–8,0	2–32	463	376
Обработка галтовкой	0,8–4,0	4–16	–	–
Гидропескоструйная обработка	0,24–5,0	1,2–20	475	378
Дробеструйная обработка	1,0–12,5	5–50	–	420
Дробеметная обработка	7,5–20	30–80	–	–
Термическая	20–50	80–200	–	–

Существенное влияние на долговечность изоляционного покрытия оказывает операция подготовки защищаемых поверхностей металлической конструкции к напылению. Из практики эксплуатации изоляционных покрытий известно, что их долговечность на 80 % определяется качеством подготовки металлической поверхности (табл. 2) [2–4].

Таблица 2. Влияние метода обработки стальной поверхности на долговечность изоляционного покрытия (толщина изоляционного покрытия 100 мкм)

Метод обработки	Срок эксплуатации покрытия, годы	Примечания
Без обработки	0,5–1,5	При окраске по плотной тонкой окалине
Щетками (вручную)	1,0–1,5	На поверхности остается до 250 мг/дм ² ржавчины
Механизированным инструментом	2,0–2,5	–
Травление	6,0–8,0	–
Пескоструйная	10,0–11,0	–

Качество подготовки металлической поверхности к нанесению изоляционного покрытия регулируется нормативными документами [5–12].

В отечественном стандарте ГОСТ 9.402–2004 выделяют четыре степени очистки поверхностей от окалины и продуктов коррозии:

- при осмотре с шестикратным увеличением окалину и ржавчину не обнаруживают;
- при осмотре невооруженным глазом не обнаруживают окалину, ржавчину, пригар и другие неметаллические образования;
- не более чем на 5 % поверхности имеются пятна и полосы плотно сцепленной окалины, видимые невооруженным глазом. На любом из участков поверхности изделия окалиной занято не более 10 % площади 25×25мм;
- с поверхности удалены ржавчина и отслаивающаяся окалина.

В нашей стране широко применяют международные и общеевропейские стандарты подготовки поверхностей металлических конструкций. Часто используют следующие стандарты (табл. 3) [5–12]:

- национальная ассоциация инженеров по проблемам коррозии (NACE);
- совет по окраске металлоконструкций (SSPC);
- шведская ассоциация стандартов ISO (Sa, St).

Таблица 3. Сравнение степени очистки металлической поверхности в разных стандартах

№ п/п	SSPC	ISO	NACE	ГОСТ 9.402–2004	Характеристика
1	SSPC-SP-1	–	–	–	Очистка с помощью растворителя
2	SSPC-SP-2	St2	–	–	Очистка ручным инструментом
3	SSPC-SP-3	St3	–	–	Очистка механизированным инструментом
4	SSPC-SP-4	–	–	–	Термическая очистка
5	SSPC-SP-5	Sa3	NACE 1	1	Очистка до чистого металла
6	SSPC-SP-6	Sa2	NACE 3	3	Коммерческая очистка
7	SSPC-SP-7	Sa1	–	4	Удаляющая очистка
8	SSPC-SP-8	–	–	–	Протравливание
9	SSPC-SP-9	–	–	–	Очистка после абразивоструйной обработки
10	SSPC-SP-10	Sa2½	NACE 2	2	Очистка до почти чистого металла

Наиболее полную градацию по степени очистки металлической поверхности имеет стандарт SSPC.

SSPC-SP-1. Очистка с помощью растворителя. Удаление частиц, масел, жиров, солей, красок, стружки и других загрязнений с металлической поверхности, с помощью растворителей, эмульсий, чистящих составов.

SSPC-SP-2. Очистка ручным инструментом. Удаление окалины, отслаивающейся ржавчины и краски стальными щетками или другим ручным инструментом. Металлическая поверхность должна иметь тусклый металлический блеск, недопустимы загрязнения в виде масла, жира, солей.

SSPC-SP-3. Очистка механизированным инструментом. Удаление окалины, краски и ржавчины механизированными инструментами или шлифованием. Металлическая поверхность должна иметь четкий металлический блеск, недопустимы загрязнения в виде масла, жира, солей.

SSPC-SP-4. Термическая очистка. Удаление окалины, ржавчины, краски нагреванием металлической поверхности горелками.

SSPC-SP-5. Очистка до чистого металла. Удаление окалины, ржавчины, краски, других загрязнений с металлической поверхности абразивоструйной обработкой. Поверхность, очищается до «чистого металла», имеет серо-белый металлический цвет, недопустимы загрязнения в виде масла, жира, солей.

SSPC-SP-6. Коммерческая очистка. Удаление окалины, ржавчины, краски и других загрязнений, с металлической поверхности абразивоструйной обработкой. На поверхности может наблюдаться изменение цвета, вызванное ржавчиной, окалиной, остатками старой краски. Возможны небольшие остатки ржавчины или краски на дне углублений, имеющихся на металлической поверхности. 70 % площади должны быть свободны от всех видимых загрязнений, на 30 % площади допустимо небольшое изменение цвета, недопустимы загрязнения в виде масла, жира, солей.

SSPC-SP-7. Удаляющая очистка. Удаление до определенной степени отслаивающейся окалины, ржавчины, краски и других загрязнений с металлической поверхности абразивоструйной обработкой. На поверхности допустимы плотные загрязнения в виде окалины, ржавчины и краски, при этом недопустимы загрязнения в виде масла, жира, солей.

SSPC-SP-8. Протравливание. Удаление окалины, ржавчины, краски химическим воздействием. Металлическая поверхность должна быть полностью очищена от окалины, ржавчины и других загрязнений. Кроме того, поверхность должна быть очищена от реагентов и продуктов реакции, недопустимы загрязнения в виде масла, жира, солей.

SSPC-SP-9. Очистка после абразивоструйной обработки. Удаление всех частиц пыли, окалины и ржавчины после абразивоструйной обработки, например, обдувкой сжатым воздухом.

SSPC-SP-10. Очистка до почти чистого металла. Удаление практически всей окалины, ржавчины, краски и других загрязнений абразивоструйной обработкой. Металлическая поверхность очищена до почти чистого металла, отсутствуют следы масла, жира, солей. Допустимо изменение цвета, вызванное ржавчиной, окалиной, краской. 95 % площади поверхности должно быть очищено от всех видимых загрязнений, на 5 % может наблюдаться небольшое изменение цвета.

Также широко используют в нефтегазовой отрасли нормативы Шведской ассоциации стандартов ISO (Sa, St), в которых металлические поверхности характеризуются следующими параметрами и показателями [5–12].

Качество подготовки металлической поверхности контролируют по следующим показателям:

- степень очистки от оксидных пленок, ржавчины и окалины;
- шероховатость поверхности;
- степень удаления пыли;
- содержание солей.

По стандарту ISO 4628-3:2003 степень ржавления Ri металлической поверхности оценивают, сравнивая ее внешний вид с эталонными изображениями, приведенными в этом стандарте (табл. 4).

Таблица 4. Степень ржавления в зависимости от приблизительной площади ржавления

Степень ржавления	Площадь ржавления, %
Ri 0	0
Ri 1	0,05
Ri 2	0,5
Ri 3	1
Ri 4	8
Ri 5	40–50

Для оценки металлической поверхности до и после ее очистки от оксидных пленок, ржавчины и окалина используют эталонные изображения, приведенные в стандарте ISO 8501-1:2007 (табл. 5).

Таблица 5. Степень ржавления металлической поверхности

Обозначение	Характеристика
A	Вся поверхность покрыта окалиной, ржавчины почти нет
B	Поверхность начала ржаветь, началось отслаивание окалина
C	Поверхность почти полностью покрыта ржавчиной, окалина почти исчезла. На поверхности наблюдается небольшая питтинговая (точечная) коррозия
D	Поверхность покрыта ржавчиной и питтинговой (точечной) коррозией

Степень удаления ржавчины и оксидных пленок с металлической поверхности определяют по внешнему виду поверхности, обработанной механизированным или ручным методом, сравнивая его с эталонными изображениями ISO 8501-1:2007 (табл. 6, 7).

Таблица 6. Степень удаления ржавчины и оксидных пленок с поверхности при механизированной обработке

Обозначение	Характеристика
Sa 1	Легкая струйная очистка
Sa 2	Тщательная струйная очистка
Sa 2 ^{1/2}	Очень тщательная струйная очистка
Sa 3	Струйная очистка до визуально чистого металла

Таблица 7. Степень удаления ржавчины и оксидных пленок с поверхности при ручной обработке

Обозначение	Характеристика
St 2	Тщательная очистка ручным и механизированным инструментом
St 3	Очень тщательная очистка ручным и механизированным инструментом

Степень удаления пыли оценивают по размерам частиц, определяя их класс, и визуально, сравнивая вид металлической поверхности с эталонными изображениями по стандарту ISO 8502-3:1992 (табл. 8).

Таблица 8. Классы по размеру частиц пыли

Класс	Описание частиц пыли
0	Частицы, не видимые при увеличении в 10 раз
1	Частицы, видимые при увеличении в 10 раз, но не видимые при нормальном или скорректированном зрении (обычно частицы до 50 мкм)
2	Частицы, видимые при нормальном или скорректированном зрении (обычно частицы диаметром от 50 до 100 мкм)
3	Частицы, хорошо видимые при нормальном или скорректированном зрении (частицы диаметром до 0,5 мм)
4	Частицы диаметром от 0,5 до 2,5 мм
5	Частицы диаметром более 2,5 мм

Покрытые ржавчиной металлические поверхности, особенно степени С или D (ISO 8501-1 (табл. 5), даже после абразивоструйной обработки соответственно степени подготовки Sa 3 (ISO 8501-1, ISO 8501-2 (табл. 6, 7) могут быть загрязнены продуктами коррозии железа. Эти соединения локализованы в углублениях металлической поверхности и являются причиной возникновения интенсивной коррозии на стыке с изолирующим покрытием, что приводит к существенному уменьшению адгезии. На поверхностях, очищенных в соответствии со степенью подготовки ниже Sa 2½, есть вероятность, что растворимые продукты коррозии железа будут скрыты под оксидными слоями.

В полевых условиях трудно определить точную концентрацию растворимых солей на металлической поверхности. Для оценки содержания солей на стальной поверхности существует ряд методов, которые могут быть с успехом применены в полевых условиях. Например, при использовании методов протирки обнаруживаемая поверхностная концентрация ионов железа составляет величину порядка 10 мг/м². Практика показывает, что, полученные в полевых условиях, результаты для концентрации менее 15 мг/м² приемлемы для большинства изоляционных покрытий. При концентрации ионов железа более 250 мг/м² нанесение изоляционных покрытий малоэффективно и приводит к его разрушению в течение короткого промежутка времени. Поверхности, имеющие высокий уровень содержания солей, интенсивно корродируют, особенно при высокой относительной влажности.

Перед напылением изоляционного покрытия металлическую поверхность очищают от жировых пленок, средств консервации, смазочно-охлаждающих жидкостей, окалины, ржавчины, солей и прочих загрязнений. При необходимости металлическую поверхность обрабатывают различными химическими, механическими и реже термическими методами, формируя физико-химические свойства, улучшающие адгезию [2–12].

Ручная подготовка металлических поверхностей скребками и щетками широко распространена из-за низкой стоимости проведения работ и технологической простоты. Однако этот метод малоэффективен при удалении окалины, ржавчины и оксидных пленок, качество подготовки поверхности низкое. Ручная очистка характеризуется низкой производительностью и высокой трудоемкостью.

Механизированная подготовка (отбойниками, шарошками, электро- и пневмоинструментами) используется для удаления толстых слоев ржавчины и позволяет получить металлическую поверхность с необходимой шероховатостью, обеспечивающей высокие адгезионные свойства.

Абразивоструйная подготовка выполняется направленным потоком абразива (диоксид алюминия, шлак медеплавильного производства, топочный шлак или стальная дробь с размером частиц от 0,2 до 2,8 мм, а также кварцевый песок 1К 20303 по ГОСТ 2138–91), подаваемым на металлическую поверхность высокоскоростным потоком воздуха. При повышенной взрыво- и пожароопасности применяют гидроструйную обработку подаваемой под высоким давлением струей воды с абразивом. Имеющие высокую скорость частицы абразива, ударяясь о металлическую поверхность, удаляют ржавчину, окалину, оксидные пленки и другие загрязнения, придавая металлической поверхности требуемую

шероховатость и высокие адгезионные свойства. Абразивоструйная обработка характеризуется высокой производительностью и мобильностью оборудования.

Абразивоструйную обработку крупногабаритных металлических конструкций проводят поэтапно для исключения окисления подготовленных поверхностей. Интервал между подготовкой поверхности и напылением изоляционного покрытия не должен превышать 6 ч. После абразивоструйной обработки с металлических поверхностей конструкции вакуумным отсосом или струей сжатого воздуха удаляют отработанный абразив и пыль [2–12].

Обезжиривание заключается в очистке металлической поверхности от жировых веществ, консервационных смазок, солей и других загрязнений. Выделяют три степени за жиренности металлической поверхности (табл. 9).

Таблица 9. Классификация металлических поверхностей по степени за жиренности

Степень за жиренности	Характеристика поверхности	Масса за грязнений, г/м ²
Слабая	Легкие неравномерные за грязнения маслами и пылью при межоперационном хранении	до 1
Средняя	Небольшой равномерный слой смазки, охлаждающих эмульсий с металлической стружкой; образуется при механической обработке	1–5
Сильная	Слой нагаров масла после термообработки, толстые слои консервационной смазки, трудноудаляемые графитовые смазки	5–20

Выбор метода обезжиривания определяется видом за грязнений, требуемой степенью очистки, воздействием моющего состава на обрабатываемый металл, безопасностью при работе и стоимостью. Наибольшее распространение получили методы обезжиривания органическими растворителями, щелочными растворами и эмульсионными составами.

Обезжиривание органическими растворителями (бензин, уайт-спирит) эффективно при удалении минеральных масел, консистентных и консервационных смазок. Их использование связано с взрыво- и пожароопасностью, поэтому их заменяют негорючими растворителями – хлорированными углеводородами со сравнительно низкой температурой кипения: трихлорэтилен, перхлорэтилен и хлористый метилен (метиленхлорид), которые токсичны. Обезжиривание проводят протиркой, окунанием или распылением. Иногда очистку проводят, обрабатывая металлическую поверхность парами растворителя.

Щелочное обезжиривание осуществляют водными щелочными растворами, содержащими поверхностно-активные вещества (ПАВ). Адсорбированные на металлической поверхности ПАВ увеличивают скорость обмена веществ между металлом и моющим раствором, обеспечивая высокую степень очистки. Качество щелочного обезжиривания зависит от состава моющего раствора и ряда факторов (табл. 10).

Таблица 10. Основные факторы, влияющие на качество обезжиривания, и их воздействие

Фактор	Характер воздействия
Температура моющего средства	При повышении температуры до 70 °С ускоряется процесс очистки; дальнейшее повышение нецелесообразно
pH моющего раствора	Влияет на моющее действие, выбирают в зависимости от состава раствора и очищаемого металла
Жесткость воды	Ухудшает качество очистки
Чувствительность металла к коррозионному воздействию моющего раствора	Требует специального выбора pH и состава моющего раствора

Моющие растворы содержат неорганические соли (тринатрий фосфат, карбонат натрия, силикаты) и набор ПАВ (до 10 %). Применение нашли анионоактивные (сульфонол-додецилбензолсульфонат) и неионогенные (ОП-7, ОП-10 – продукты оксиэтилирования моно- и диалкилфенолов) ПАВ. Соли удаляют, смывая их водой. Остатки солей на металлической поверхности способствуют проникновению влаги под изоляционное покрытие, развитию коррозии и уменьшению адгезии.

Эмульсионные составы – это стабилизированные ПАВ эмульсии растворителей в воде, их используют для очистки от трудноудаляемых загрязнений: консистентных и консервационных смазок, нагаров масел, старых покрытий. Чаще других используют эмульсии хлорированных углеводородов с ПАВ, которые негорючи и невзрывоопасны.

Травление выполняют слабыми растворами серной и соляной кислот для удаления оксидных пленок, окалины и ржавчины с металлической поверхности. Скорость травления зависит от состава травильного раствора, толщины загрязнений и метода нанесения травильного раствора. Наибольшая скорость травления достигается в 25 %-й серной и 20 %-й соляной кислоте. В последнее время применяют различные составы на основе ортофосфорной кислоты. Травление проводят окунанием изделий в ванны, распылением травильных растворов кислот или применяют травильную пасту, которую наносят шпателем. Высокую производительность имеет травление распылением. После травления поверхность металла нейтрализуют щелочными растворами, промывают водой и просушивают. Травление – дорогостоящий и экологически вредный процесс, поэтому его применяют, когда невозможно провести очистку металлической поверхности другими методами.

Фосфатирование, хроматирование, пассивирование. Фосфатирование и хроматирование проводят после обезжиривания для улучшения защитных свойств и адгезии изоляционного покрытия. Неметаллические неорганические покрытия формируют при окунании изделия в ванну или распылением.

На качество фосфатного слоя оказывает большое влияние состав моющего раствора и параметры процесса обезжиривания, не рекомендуется применять сильнощелочные моющие растворы, содержащие силикаты. Фосфатирующий состав представляет собой смесь фосфорной и азотной кислот, оксида цинка и целевых добавок. Фосфатирование является экономически целесообразным, так как позволяет увеличить срок службы изоляционного покрытия на 30–50 %.

По сравнению с фосфатированием хроматирование обладает более высокой коррозионной стойкостью в сочетании с аналогичным изоляционным покрытием. Недостатком хроматирования является наличие хрома, попадающего в сточные воды при промывке изделий и представляющего опасность для окружающей среды.

Последней стадией подготовки поверхности является пассивирование. После фосфатирования или хроматирования около 0,2 % металлической поверхности приходится на долю пор, в которых металл находится в активном состоянии. Для устранения этих пор применяют обработку различными окислителями, например соединениями хрома или нитрита натрия, что значительно повышает коррозионную стойкость [2–12].

Термический метод обработки металлической поверхности основан на ее нагреве пламенем горелки. В качестве горючего газа чаще всего используют пропан или ацетилен, а окислителя – кислород. Поверхность очищаемого металла нагревают до температуры 150 °С, что не вызывает структурных превращений в металле. Отделение окалины происходит вследствие различия коэффициентов линейного расширения стали и оксидов железа. При нагреве происходит обезвоживание ржавчины и растрескивание окалины, которые легко отделяются от металла, сгорают и отслаиваются различные органические загрязнения. Термический метод применим для изделий с толщиной стенки не менее 6 мм, так как при меньшей толщине стенки может наблюдаться коробление изделий [2–12].

Таким образом, для антикоррозионной защиты металлических конструкций объектов переработки, хранения и транспортировки углеводородов применяют напыленные многослойные изоляционные покрытия, долговечность которых обусловлена качеством подготовки металлических поверхностей к напылению.

Адгезия изоляционного покрытия к металлической поверхности зависит от площади контакта между ними, определяемой геометрическими (отклонение формы, волнистость, шероховатость, субшероховатость) и физико-химическими свойствами металлической поверхности.

Металлическую поверхность перед напылением изоляционного покрытия обрабатывают различными химическими, механическими и реже термическими методами. Выбор метода обусловлен видом загрязнений, требуемой степенью очистки, воздействием на обрабатываемый металл, безопасностью при работе и стоимостью.

Литература

1. Здания, сооружения и их устойчивость при пожаре: учеб. / В.Н. Демехин [и др.]. М.: Акад. ГПС МЧС России, 2003. 656 с.
2. Сухоткин А.М., Арчаков Ю.И. Нефтеперерабатывающая промышленность. Коррозионная стойкость оборудования химических производств. Справочное руководство. Л.: Химия, 1990. 399 с.
3. Елисаветский А.М., Ратников В.Н., Дорошенко В.Г. Лакокрасочные покрытия. Технология и оборудование: справочник. М.: Химия, 1992. 416 с.
4. Кац Н.Г., Стариков В.П., Парфенова С.Н. Химическое сопротивление материалов и защита оборудования нефтегазопереработки от коррозии. М.: Машиностроение, 2011. 436 с.
5. ГОСТ Р 51164–98. Трубопроводы стальные магистральные. Общие требования к защите от коррозии // ЭЛЕКТРОННЫЙ ФОНД правовой и нормативно-технической документации. URL: <http://www.docs.cntd.ru> (дата обращения: 21.05.2017).
6. ГОСТ 9.602–2005. Сооружения подземные. Общие требования к защите от коррозии // ЭЛЕКТРОННЫЙ ФОНД правовой и нормативно-технической документации. URL: <http://www.docs.cntd.ru> (дата обращения: 21.05.2017).
7. ГОСТ 9.402–2004. Покрытия лакокрасочные. Подготовка поверхностей к окрашиванию // ЭЛЕКТРОННЫЙ ФОНД правовой и нормативно-технической документации. URL: <http://www.docs.cntd.ru> (дата обращения: 21.05.2017).
8. РД-05.00-45.21.30-КТН-005-1-05. Правила антикоррозионной защиты резервуаров.
9. РД-23.040.00-КТН-189-06. Правила антикоррозионной защиты надземных трубопроводов, конструкций и оборудования магистральных нефтепроводов.
10. ОТТ-25.220.01-КТН-215-10. Магистральный трубопроводный транспорт нефти и нефтепродуктов. Наружное антикоррозионное покрытие труб, соединительных деталей и механотехнологического оборудования.
11. РД-23.020.00-КТН-184-10. Правила антикоррозионной защиты резервуаров для хранения нефти и светлых нефтепродуктов.
12. РД-23.040.01-КТН-149-10. Правила антикоррозионной защиты надземных трубопроводов, конструкций и оборудования объектов магистральных нефтепроводов.

ДИАГНОСТИРОВАНИЕ СУЛЬФАТАЦИИ ПЛАСТИН СВИНЦОВЫХ АККУМУЛЯТОРОВ

**М.Д. Маслаков, доктор технических наук, профессор,
заслуженный работник высшей школы Российской Федерации.
Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России**

Предлагается способ диагностирования сульфатации пластин свинцового аккумулятора, основанный на измерении электродвижущей силы свинцового аккумулятора сразу после прекращения 10-часового режима разряда, проведенного до конечного разрядного напряжения, и повторного измерения электродвижущей силы этого аккумулятора через 4 ч стоянки без тока. Указана точность измерения электродвижущей силы. По измеренным значениям электродвижущей силы определяется плотность электролита в порах пластин

по известной формуле и вычисляется разность плотностей электролита в порах пластин, измеренных сразу после выключения разряда и через 4 ч стоянки аккумулятора без тока. Величина этой разности плотностей позволяет судить о сульфатации пластин свинцового аккумулятора.

Ключевые слова: сульфатация пластин, плотность электролита, электродвижущая сила аккумулятора, конечное разрядное напряжение, поры пластин, разность плотностей электролита, свинцовый аккумулятор

DIAGNOSTICS OF SULPHATATION OF PLATE OF LEAD BATTERY

M.D. Maslakov. Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia

The author offers the way of diagnosing of sulphation of plates of the lead accumulator based on measurement of electromotive force of the lead accumulator right after the termination of the 10-hour mode of the category which is carried out up to the final digit tension, and repeated measurement of electromotive force of this accumulator in 4 hours of the parking without current. Accuracy of measurement of electromotive force is specified. On the measured values of electromotive force electrolyte density in a time of plates is determined by a known formula and the difference of density of electrolyte in a time of the plates measured to a staz after switching off of the category and in 4 hours of the parking of the accumulator without current is calculated. The size of this difference of density allows to judge sulphation of plates of the lead accumulator.

Keywords: sulphation of plates, density of electrolyte, accumulator electromotive force, final digit tension, time of plates, difference of density of electrolyte, lead accumulator

Сульфатация пластин свинцовых аккумуляторов происходит из-за того, что сернокислый свинец $PbSO_4$ при нахождении аккумуляторов свыше 10 сут в бездействии кристаллизуется. А кристаллы $PbSO_4$ трудно поддаются восстановлению в активные вещества Pb на отрицательном электроде и PbO_2 – на положительном. Вследствие этого снижается емкость аккумулятора.

Другой причиной сульфатации пластин свинцовых аккумуляторов являются недозаряды. В этом случае невосстановленный на пластинах в активные вещества $PbSO_4$ также кристаллизуется, и пластины сульфатируются.

Можно указать еще три причины сульфатации пластин свинцовых аккумуляторов. Свинцовые аккумуляторы должны периодически подвергаться перезарядам и лечебным циклам. Перезаряды предназначены для компенсации недозарядов в процессе эксплуатации. Лечебные циклы также предназначены для компенсации недозарядов и нарушения условий эксплуатации. Невыполнение этого условия может приводить к сульфатации пластин.

Сульфатация пластин свинцовых аккумуляторов происходит также при их эксплуатации с повышенной плотностью электролита на $0,010 \text{ г/см}^3$ и более по сравнению с номинальной.

Наконец, сульфатация происходит при наличии коротких замыканий в аккумуляторах между электродами.

Исследования, проведенные автором, которые отражены в работе [1], показали, что после различных режимов разряда электродвижущая сила (ЭДС) свинцового аккумулятора принимает установившееся значение через 2–3 ч после прекращения разряда. При этом чем больше ток разряда, тем быстрее ЭДС аккумулятора принимает установившееся значение. Это можно объяснить тем, что с увеличением тока разряда увеличивается разность концентраций электролита в порах пластин и в баке аккумулятора. Следовательно, увеличивается интенсивность процесса диффузии электролита разной концентрации. Необходимо отметить, что ЭДС свинцового аккумулятора принимает установившееся значение после прекращения разряда в связи с тем, что происходит выравнивание плотности электролита в порах и баке аккумулятора. При этом ЭДС аккумулятора определяется плотностью электролита в порах пластин.

К концу срока эксплуатации свинцового аккумулятора происходит постепенная закупорка пор пластин серноокислым свинцом $PbSO_4$, который имеет больший удельный объем, чем PbO_2 и Pb , что затрудняет процесс диффузии электролита и увеличивает время для принятия ЭДС аккумулятора установившегося значения после прекращения разряда до 3–4 ч.

Для определения ЭДС свинцового аккумулятора имеется известная эмпирическая формула, которая дает хорошее приближение:

$$E = 0,84 + d_{25}, \quad (1)$$

где d_{25} – плотность электролита при температуре $25\text{ }^{\circ}\text{C}$, $\text{г}/\text{см}^3$.

Если измерение плотности электролита производилось при другой температуре, то измеренную плотность d_t надо привести к температуре $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ по формуле:

$$d_{25} = d_t + 0,00075(t - 25),$$

где d_t – плотность электролита аккумулятора при температуре $t\text{ }^{\circ}\text{C}$, $\text{г}/\text{см}^3$ [2].

Однако можно считать, что ЭДС свинцового аккумулятора практически не зависит от температуры, поскольку при изменении температуры, например на $25\text{ }^{\circ}\text{C}$, она изменится только на $0,01\text{ В}$.

Из формулы (1) имеем:

$$d_{25} = E - 0,84, \text{ г}/\text{см}^3. \quad (2)$$

Следует остановиться еще на одном обстоятельстве. Расчеты, проведенные автором, показывают, что при изменении установившейся ЭДС на $0,001\text{ В}$ вычисленная по формуле (2) плотность электролита изменяется на $0,001\text{ г}/\text{см}^3$. Следовательно, если нужно определять плотность электролита с допустимой погрешностью $\pm 0,005\text{ г}/\text{см}^3$, то измерение ЭДС свинцового аккумулятора необходимо производить с точностью до тысячных долей вольта. В качестве измерительного устройства, которое обеспечивает такую точность измерения напряжения, можно использовать цифровой вольтметр, например типа В7-34 А. Указанный вольтметр после прогрева обеспечивает на шкале $0\div 10,0\text{ В}$ погрешность измерения не более:

$$\Delta = \pm [0,006 + 0,002 \left(\frac{U_{КХ}}{U_X} - 1 \right)]\%,$$

где $U_{КХ}$ – конечное значение на верхнем пределе измерения, В; U_X – номинальное значение измеряемой величины, В [3].

Подставив $U_{КХ} = 10,0\text{ В}$ и $U_X = 3\text{ В}$, получим предельную погрешность:

$$\Delta = \pm [0,006 + 0,002 \left(\frac{10}{3} - 1 \right)] = \pm 0,01\%,$$

то есть погрешность измерения $3,0\text{ В}$ на шкале $0\div 10,0\text{ В}$ составляет $\Delta = \pm 0,0003\text{ В}$. Следовательно, данный вольтметр обеспечивает требуемую точность измерения ЭДС свинцового аккумулятора.

На техническое решение определения плотности электролита свинцового аккумулятора по установившейся ЭДС и температуре электролита получено Авторское свидетельство СССР № 1777190 [4].

Поэтому для определения сульфатации пластин свинцового аккумулятора можно предложить следующий алгоритм.

У новых введенных в эксплуатацию свинцовых аккумуляторов после 10 циклов заряд-разряд, в течение которых идет доработка активной массы пластин, проводим разряд 10-часовым режимом до конечного разрядного напряжения и сразу после прекращения разряда измеряем ЭДС аккумулятора (аккумуляторов) и по формуле (2) определяем плотность электролита в порах пластин. Эту плотность электролита фиксируем. Затем через 4 ч стоянки аккумулятора (аккумуляторов) без тока, в течение которых плотность электролита в порах пластин за счет диффузии выравнивается с плотностью электролита в баке аккумулятора

(аккумуляторов), снова измеряем ЭДС аккумулятора (аккумуляторов) и опять по формуле (2) определяем плотность электролита в порах пластин. Вычисляем разности полученных двух плотностей электролита для аккумулятора (аккумуляторов) и фиксируем их.

В процессе эксплуатации аккумуляторов периодически, например через три месяца, проводим аналогичный 10-часовой разряд аккумуляторов до конечного разрядного напряжения и опять измеряем ЭДС аккумулятора (аккумуляторов) сразу после выключения разряда и через 4 ч стоянки аккумулятора (аккумуляторов) без тока и вычисляем плотности электролита в порах пластин аккумулятора (аккумуляторов), полученных сразу после выключения разряда и через 4 ч стоянки аккумулятора (аккумуляторов) без тока, вычисляем разности этих плотностей и сравниваем их с разностями плотностей электролита, которые получены для нового аккумулятора (аккумуляторов) и хранятся в памяти.

У аккумулятора (аккумуляторов), у которых разности плотностей возрастут на $0,020 \text{ г/см}^3$ и более, можно диагностировать сульфатацию пластин.

Блок-схема алгоритма диагностирования сульфатации пластин свинцового аккумулятора (аккумуляторов) представлена на рисунке.

По данной блок-схеме алгоритма можно составить программу определения сульфатации пластин свинцовых аккумуляторов для конкретной аккумуляторной батареи и конкретной вычислительной техники.

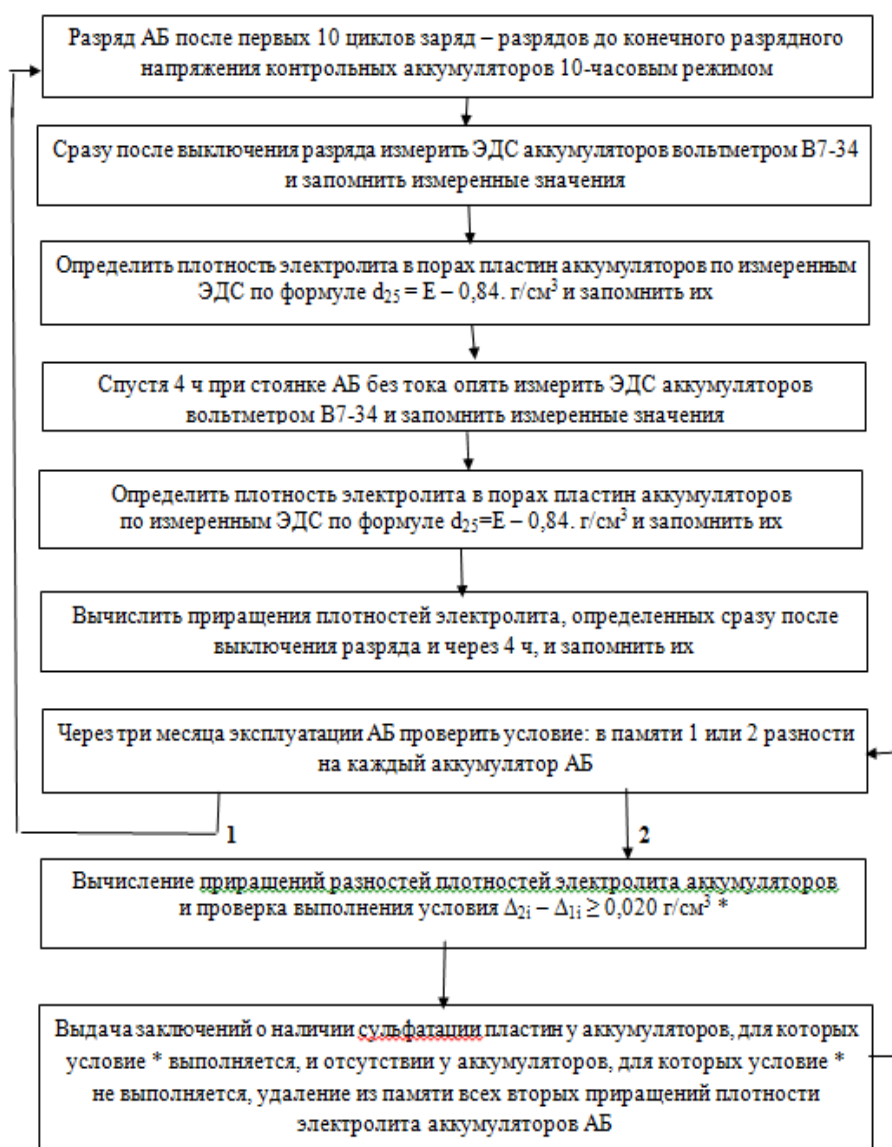


Рис. Блок-схема алгоритма диагностирования сульфатации пластин аккумуляторной батареи свинцовых аккумуляторов

Литература

1. Маслаков М.Д. Методология определения параметров и диагностировании свинцовых АБ ПЛ с использованием косвенных методов: дис. ... д-ра техн. наук. СПб.: Рукопись, 1994.
2. Ютт В.Е. Электрооборудование автомобилей: учеб. для вузов. 4-е изд. перераб. и доп. М.: Горячая линия – Телеком, 2009.
3. Техническое описание В7-34. – Тг 2.710.010 ТО.
4. А.с. № 1777190 СССР. Способ определения плотности электролита свинцово-кислотного аккумулятора / Ю.В. Малахов, М.Д. Маслаков, Ю.В. Скачков. Опубл. 23.11.92, Бюл. № 43.

ИЗМЕРЕНИЕ СТЕПЕНИ ЧЕРНОТЫ ПОВЕРХНОСТИ МЕТОДОМ СРАВНЕНИЯ РАДИАЦИОННЫХ ПОТОКОВ

А.С. Некрасов;

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

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

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

Рассматриваются различные аспекты реализации лабораторной установки по измерению степени черноты поверхности твердого тела методом сравнения радиационных потоков. Анализируются предлагаемые конструктивные решения, а также методы обработки проводимых измерений.

Ключевые слова: метод сравнения, тепловое излучение, радиационный поток, тепловая устойчивость, степень черноты, экспериментальная установка

MEASURING THE DEGREE BLACK SURFACE BY COMPARISON RADIATIVE FLUX

A.S. Nekrasov; A.A. Kuzmin; N.N. Romanov.

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

The article discusses the various aspects of the implementation of the laboratory installation to measure the degree of blackness of the solid body surface by comparing the radiative fluxes. Analyze proposed designs, as well as the measurements processing methods.

Keywords: comparison method, thermal radiation, radiation flow, thermal stability, emissivity, experimental installation

При решении практических задач пожарной безопасности по расчету тепловой устойчивости материалов, механизмов, оборудования, защитной одежды возникает проблема оценки радиационных потоков, создаваемых нагретыми поверхностями различной формы. Излучение – один из основных поражающих факторов на пожаре. Доля тепловой энергии, выделяемой при пожаре в виде теплового излучения, может достигать 90 % от общего объема [1]. Уровень тепловой нагрузки также будет определять и время защитного действия боевой одежды спасателей, и безопасное расстояние в условиях пожаров [2]. Ряд международных и отечественных стандартов [3–5] регламентирует параметры испытаний материалов для боевой одежды пожарного. Так, ГОСТ Р 53264–2009 требует от боевой одежды пожарного (БОП) устойчивости к воздействию теплового потока 5 кВт/м² в течение 240 с. А от специальной защитной одежды пожарного (СЗО) устойчивости к воздействию теплового потока вплоть до 40 кВт/м² в течение 120 с. Значительное место при разработке

и испытаниях оборудования и обмундирования, которое может быть использовано при ликвидации пожара, занимают вопросы измерения степени черноты теплопоглощающих поверхностей. От коэффициента черноты напрямую зависит время, которое в условиях пожара оборудование проработает, а боевая одежда пожарного обеспечит жизнедеятельность пожарного.

С одной стороны, рассматриваемая область теории теплообмена достаточно хорошо изучена, получены надежные данные, которые можно использовать для решения конкретных практических задач. С другой стороны, эта область проблемная, так как использование новых веществ, расширение диапазона условий их применения требует создания более надежных методов расчета и новых исследований. В ряде случаев единственным возможным методом исследований является экспериментальный. В свою очередь, особенностью теплотехнического эксперимента является то, что он проводится на установках индивидуального изготовления. Поэтому в данной работе создаются специальные стенды, на которых имеется возможность проведения не только ряда лабораторных работ, но и экспериментальных исследований процесса теплообмена.

В большинстве случаев для определения коэффициента черноты используют методы, основанные на двух принципах: калориметрический и радиационный.

Калориметрический метод основан на измерении количества теплоты Q , передаваемой от разогретого образца исследуемого материала к теплоприемнику посредством излучения, и определении средних температур взаимодействующих поверхностей. Установка может представлять собой две концентрические трубки, где внутренняя поверхность внешней трубки является тепловоспринимающей поверхностью, а внешняя поверхность внутренней трубки – излучающей. Обе поверхности (излучающая и тепловоспринимающая) имеют одинаковый коэффициент черноты. Для реализации метода внутри осевой трубки установлен электрический нагреватель, нагрев которого определяет тепловой поток через цилиндрическую поверхность осевого образца. Для минимизации осевых тепловых потерь используется теплоизоляция торцов. Тепловой поток, передаваемый от внутреннего цилиндрического тела внешнему, определяется посредством показаний амперметра и вольтметра, включенных непосредственно в цепь с встроенным нагревателем. Температуры излучающей и тепловоспринимающей поверхностей определяются с помощью датчиков температур, например термомпар.

К недостаткам описанного метода можно отнести необходимость учитывать конвективный теплообмен в кольцевом зазоре или исключать его вакуумирование этого зазора. Вакуумирование является более предпочтительным вариантом, так как таким образом теплообмен посредством кондукции и конвекции можно снизить до уровня, которым можно пренебречь. Выполнение эксперимента с воздухом в зазоре также является возможным, но необходимость учета конвективного и кондуктивного теплообмена снижает точность определения лучистой составляющей.

Радиационный метод основан на сравнении лучистых тепловых потоков, испускаемых нагретыми телами – исследуемым с неизвестным коэффициентом черноты и эталонным, коэффициент черноты которого известен. Для измерения степени черноты некоторых покрытий металлических поверхностей на кафедре физико-технических основ обеспечения пожарной безопасности Санкт-Петербургского университета Государственной противопожарной службы МЧС России была создана экспериментальная установка, в основу работы которой был положен метод сравнения радиационных потоков. Внешний вид и ее конструктивная компоновка установки представлены на рис. 1. В экспериментальной установке используются три исследуемых и один эталонный образец одинаковой геометрической формы – круговой цилиндр, изготовленные из одного и того же материала.

Эталонный образец черного цвета имеет известную степень черноты. Исследуемые образцы могут иметь различное качество обработки поверхности (например полированная, шлифованная, окрашенная различными красками в разнообразные цвета).

Внутри образцов смонтированы электрические нагреватели, обеспечивающие равномерное выделение теплоты по длине трубок.



Рис. 1. Конструктивная компоновка установки для измерения степени черноты поверхности методом сравнения радиационных потоков

Нагреватели питаются от сети постоянного тока с возможностью регулировки мощности. Тепловой поток, создаваемый электронагревателем и проходящий через стенку трубы в окружающий воздух, определяется по мощности нагревателя. Для предотвращения утечек теплоты в окружающую среду в торцы трубок установлены теплоизолирующие заглушки.

Принципиальная схема установки изображена на рис. 2.

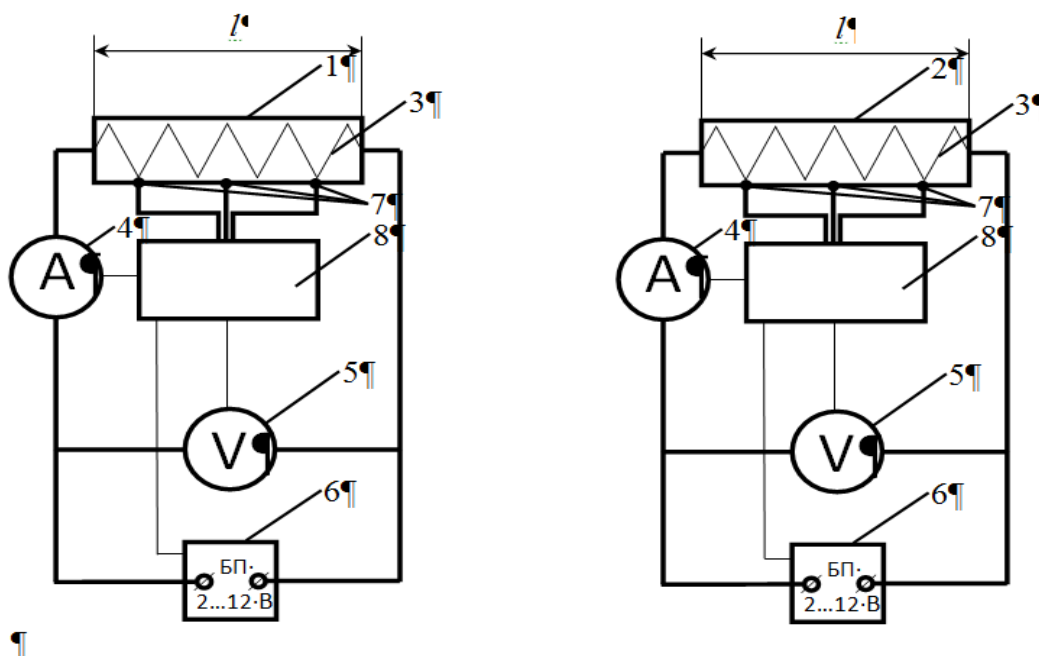


Рис. 2. Принципиальная электрическая схема установки для измерения степени черноты поверхности методом сравнения радиационных потоков:

- 1 – эталонная труба; 2 – экспериментальная труба; 3 – нагревательная спираль;
- 4 – амперметр; 5 – вольтметр; 6 – регулируемый блок питания;
- 7 – датчики температуры; 8 – контроллер и блоки отображения

Основные характеристики экспериментальной установки следующие:

- геометрические размеры экспериментальной установки: 1 000x300x700 мм;
- образцы изготовлены из стальных труб длиной 300 мм и диаметром 30 мм (материал конструкционная сталь СТ15), на которых смонтированы по три датчика температуры: один из них закреплен посередине трубы, а остальные два на удалении 25 мм от концов;
- эталонная и исследуемые трубы закреплены в горизонтальном положении при помощи металлических кронштейнов на расстоянии 50 мм от вертикальной монтажной поверхности экспериментальной установки;
- теплоизоляция наружной поверхности труб от посадочной поверхности кронштейнов осуществляется за счет применения фторопластовых прокладок толщиной 5 мм;
- датчики температуры эталонной и исследуемых труб коммутируются к цифровым панелям, проградуированных в °С, при этом максимальная измеряемая температура на поверхности труб, ограниченная мощностью электронагревателей, не должна превышать 125 °С;
- электрическое питание установки осуществляется от сети 220 В, 50 Гц;
- нагреватели внутри образцов рассчитаны на работу при напряжении от 2 до 12 В постоянного тока;
- максимальная мощность, выделяемая на образцах, определяется косвенно по показаниям соответствующих цифровых панелей амперметра и вольтметра, отображающих устанавливаемое напряжение на концах электронагревателей и протекающую через них силу тока, и может достигать 20 Вт;
- масса экспериментальной установки не превышает 25 кг;
- погрешность определения температуры 0,5 °С;
- погрешность определения силы тока 2 %;
- погрешность определения напряжения 2 %.

Отличительной особенностью установки является использование микропроцессорного контроллера для управления процессом эксперимента (рис. 3).



Рис. 3. Пример микроконтроллера для учебной установки

Применение микропроцессорных средств контроля и управления в лабораторных установках расширяет возможности как практического эксперимента, так и учебного. Использование современных технологий позволяет сделать эксперимент более простым, безопасным, информативным, а, главное, более качественным.

Применение микропроцессорного контроллера позволяет автоматизировать измерения температуры, напряжения и силы тока, что значительно упрощает эксперимент. При включении возможности подключения персонального компьютера к контроллеру установки появляется возможность автоматической обработки экспериментальных данных. Применение автоматического сбора экспериментальных данных в эксперименте также уменьшает случайную погрешность измерений.

Вопрос безопасности актуален при использовании лабораторных установок, включающих в себя нагревательные элементы, различные силовые модули и прочие устройства, способные нанести травму пользователю установки.

Применение контроллера совместно с персональным компьютером позволит не допустить использование установки без предварительного ознакомления с инструкцией по технике безопасности, инструкцией по правилам применения, общим порядком использования установки при проведении эксперимента и подтверждения этих знаний прохождением теста. Таким образом, пользователю без достаточных знаний доступ к работе с установкой будет ограничен. Использование программно-аппаратных средств в лабораторной установке позволит вести постоянный контроль за параметрами работы установки, чтобы не допустить выходы за определенные техникой безопасности диапазоны.

Использование контроллера в лабораторной установке в учебных экспериментах позволяет удаленно контролировать преподавателем порядок и качество выполнения работы обучаемыми посредством проводной либо беспроводной связи. В зависимости от типа выполняемой работы возможно проводить входное и выходное тестирование с контролем качества. Также для более наглядного усвоения материала возможно графическое отображение на экране установки либо подключенного к контроллеру персонального компьютера экспериментальных данных (температура, время и др.).

Совместной работой всех вышеперечисленных факторов достигается повышение качества обучения. Применение микропроцессорных контроллеров позволяет создавать учебные лабораторные установки полного цикла обучения.

Таким образом, применение микроконтроллеров в лабораторных установках позволит:

- связать виртуальный и натуральный эксперимент в один;
- проводить тестирование знаний по работе и технике безопасности;
- отображать данные эксперимента на экране компьютера для их последующей обработки;
- использовать наглядные цифровые аудиовизуальные пособия;
- удаленно контролировать процесс проведения работы;
- проводить несколько типов лабораторных работ на одной установке по заданному алгоритму (в зависимости от типа лабораторной работы);
- корректировать программное обеспечение лабораторной установки с целью добавления новых возможностей без вмешательств в аппаратную часть.

Проблема экспериментального определения степени черноты поверхности твердого тела состоит в том, что в условиях лаборатории в процессе теплопередачи участвуют все виды передачи теплоты, таким образом, суммарный тепловой поток Q , выделившийся электронагревателем будет равен:

$$Q = Q_{\text{л}} + Q_{\text{к}} + Q_{\text{кон}},$$

где $Q_{\text{л}}$ – радиационная составляющая теплового потока; $Q_{\text{к}}$ – конвективная составляющая теплового потока; $Q_{\text{кон}}$ – кондуктивная составляющая теплового потока, минимизированная наличием фторопластовых прокладок.

Учитывая малую величину площадей контактных поверхностей измерительных труб ($S = 5 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$) и значение коэффициента теплопроводности асбестового полотна $\lambda = 0,25 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$, можно утверждать, что в данном эксперименте соблюдаются соотношения $Q_{\text{л}} \gg Q_{\text{м}}$ и $Q_{\text{к}} \gg Q_{\text{м}}$, поэтому с большой степенью точности можно утверждать, что:

$$Q \approx Q_l + Q_k.$$

Используемый в лабораторной работе метод определения степени черноты предполагает сравнение тепловых потоков от исследуемого тела Q_u и эталонного тела $Q_э$. Тогда для обоих тел должно выполняться условие:

$$Q_u = Q_{ли} + Q_{ки}; \quad Q_э = Q_{лэ} + Q_{кэ},$$

где $Q_{ли}$ и $Q_{лэ}$ – тепловые потоки, передаваемые излучением с поверхности исследуемого и эталонного тела, соответственно; $Q_{ки}$ и $Q_{кэ}$ – тепловые потоки, передаваемые конвективным теплообменом с поверхности исследуемого и эталонного тела, соответственно.

При соблюдении определенных условий конвективные тепловые потери с наружных поверхностей экспериментальной и эталонной труб будут равны. Такими условиями являются:

- одинаковые геометрические размеры исследуемой и эталонной труб;
- аутентичное взаимное расположение исследуемой и эталонной труб относительно вертикальной монтажной поверхности установки;
- одинаковая температура окружающей среды (то есть воздуха) вблизи наружных поверхностей исследуемой и эталонной труб;
- исключение процесса вынужденной конвекции вблизи наружных поверхностей исследуемой и эталонной труб;
- сохранение постоянного значения температуры окружающей среды в течение отрезка времени, достаточного для ее уравнивания с температурой ограждающих конструкций помещения лаборатории;
- одинаковая средняя температура на наружных поверхностях исследуемой и эталонной труб.

По условиям опыта излучение исследуемого и эталонного тел производится в пространстве, ограниченном стенами лаборатории. Площадь теплоизлучающей поверхности значительно меньше площади тепловосприятия. Тогда тепловые потоки для исследуемого и эталонного тел можно представить как:

$$Q_{лэ} = C_0 \varepsilon_э \varepsilon F \left[\left(\frac{T_w}{100} \right)^4 - \left(\frac{T}{100} \right)^4 \right];$$

$$Q_{ли} = C_0 \varepsilon_u \varepsilon F \left[\left(\frac{T_w}{100} \right)^4 - \left(\frac{T}{100} \right)^4 \right],$$

где $\varepsilon_э$, ε_u и ε – степени черноты эталонной, исследуемой трубы и стен лаборатории, соответственно; $Q_э = I_э U_э$, Вт – тепловой поток, выделившийся электронагревателем эталонной трубы; $Q_u = I_u U_u$, Вт – тепловой поток, выделившийся электронагревателем экспериментальной трубы; F , м² – площадь теплоизлучающих поверхностей экспериментальной и эталонной труб; $C_0 = 5,67$ Вт/(м²К⁴) – коэффициент излучения абсолютно черного тела; T_w , К – средняя температура наружных поверхностей экспериментальной и эталонной труб; T_f , К – температура окружающей среды.

При условии равных конвективных составляющих тепловых потерь Q_k с наружных поверхностей экспериментальной и эталонной труб можно утверждать, что разность тепловых потоков, выделенных электронагревателями эталонной и экспериментальной труб, будет равна разности радиационных потоков с их наружных поверхностей, которая, в свою очередь, обусловлена различными величинами степеней черноты этих поверхностей:

$$\Delta Q = Q_э - Q_u.$$

Тогда для вычисления степени черноты поверхности методом сравнения радиационных потоков рабочая формула будет иметь вид:

$$\varepsilon_u = \varepsilon_9 - \frac{Q_9 - Q_u}{C_o F \left[\left(\frac{T_w}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_f}{100} \right)^4 \right]}$$

На погрешность определения степени черноты влияют, прежде всего, погрешность определения температуры и погрешность определения мощности. Так как мощность определяется косвенно, то при расчете необходимо учитывать погрешность силы тока и напряжения. Погрешности определения площади поверхности и коэффициента черноты эталонного тела принимаем за ничтожно малые. Тогда погрешность определения степени черноты поверхности методом сравнения можно оценить по формуле:

$$\frac{\Delta \varepsilon_{\text{н}}}{\varepsilon_{\text{н}}} = \sqrt{2 \left(\frac{\Delta I}{I} \right)^2 + 2 \left(\frac{\Delta U}{U} \right)^2 + 8 \left(\frac{\Delta T}{T} \right)^2}$$

На созданном лабораторном стенде был проведен ряд контрольных измерений. Целью этих испытаний являлась не только проверка работоспособности стенда, но и определение необходимых мощностей нагревателя (5–20 Вт), рабочих температурных диапазонов (35–80 °С), а также оценка необходимых временных интервалов для выхода на стационарный температурный режим (60–80 мин), которые необходимо учитывать при проведении учебных занятий.

Литература

1. Сухинин А.И., Конев Э.В. Вопросы лесной пирологии. Красноярск, 1972.
2. СП 4.13130.2013. Системы противопожарной защиты. Ограничение распространения пожара на объектах защиты. Требования к объемно-планировочным и конструктивным решениям. Утвержден и введен в действие Приказом Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий (МЧС России) от 24 апреля 2013 г. № 288 // МЧС России. URL: <http://www.mchs.gov.ru> (дата обращения: 11.06.2017).
3. ГОСТ Р ИСО 6942–2007. Система стандартов безопасности труда. Одежда для защиты от тепла и огня. Методы оценки материалов и пакетов материалов, подвергаемых воздействию источника теплового излучения // ЭЛЕКТРОННЫЙ ФОНД правовой и нормативно-технической документации. URL: <http://www.docs.cntd.ru> (дата обращения: 11.06.2017).
4. ГОСТ ИСО 9151–2007. Система стандартов безопасности труда. Одежда для защиты от тепла и огня. Метод определения теплопередачи при воздействии пламени // ЭЛЕКТРОННЫЙ ФОНД правовой и нормативно-технической документации. URL: <http://www.docs.cntd.ru> (дата обращения: 11.06.2017).
5. ГОСТ Р 53264–2009. Техника пожарная. Специальная защитная одежда пожарного. Общие технические требования. Методы испытаний // ЭЛЕКТРОННЫЙ ФОНД правовой и нормативно-технической документации. URL: <http://www.docs.cntd.ru> (дата обращения: 11.06.2017).

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ НЕФТЯНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПРИ АНАЛИЗЕ СИСТЕМЫ ВОЗДУШНАЯ СРЕДА – ПОЧВЕННЫЙ СЛОЙ НА ОБЪЕКТАХ НЕФТЕГАЗОВОГО КОМПЛЕКСА

М.И. Ведзижев;

В.Я. Трофимец, доктор технических наук.

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России.

Э.А. Ожегов, кандидат технических наук.

Уральский институт ГПС МЧС России

Описаны процессы поведения нефтяного загрязнения в почвах. Определены значения проницаемости почв различного типа в исходном состоянии и загрязненных нефтепродуктом. Определены значения проницаемости почвенных отложений, отобранных с территории объекта нефтегазового комплекса с установлением зависимости проницаемости от степени нефтяного загрязнения. Изучены летучие компоненты нефтепродуктов, выделяющихся в газовую фазу из загрязненных почв или грунтов и влияющие на экологическое состояние воздушного бассейна на территориях объектов нефтегазового комплекса.

Ключевые слова: нефтяное загрязнение, почвы, проницаемость, состояние воздушного бассейна

PILOT STUDY OF PARAMETERS OF OIL POLLUTION IN THE ANALYSIS OF SYSTEM THE AIR ENVIRONMENT – THE SOIL LAYER ON OBJECTS OF THE OIL AND GAS COMPLEX

M.I. VedzijeV; V.Ya. Trofimets.

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

E.A. Ozhegov. Ural institute of State fire service of EMERCOM of Russia

Processes of behavior of oil pollution in soils are described. Values of permeability of soils of various type in an initial state and polluted by oil product are defined. Values of permeability of the soil deposits which are selected from the territory of an object of an oil and gas complex with establishment of dependence of permeability on extent of oil pollution are defined. Flying components of the oil products which are emitted in a gas phase from the polluted soils or soil and influencing an ecological condition of the air basin in territories of objects of an oil and gas complex are studied.

Keywords: oil pollution, soils, permeability, condition of the air basin

Нефтяная промышленность является одной из наиболее опасных отраслей, являющихся загрязнителями окружающей среды. В процессе добычи, транспортировки, переработки и использовании нефти и нефтепродуктов происходит загрязнение воздушной среды и почвы на больших территориях. При разливах в процессе добычи и аварийных разрывах трубопроводов, протечки резервуаров, нефть проникает в глубокие слои почвы вплоть до грунтовых вод, что приводит непосредственно к ухудшению свойств почв, вплоть до полной деградации. Специфичность нефтяного загрязнения связана, в основном, с особенностями химического состава нефти [1].

Почвенный покров Земли является одним из основных компонентов биосферы. Именно почвенная оболочка определяет многие процессы, происходящие в биосфере. Обладая адсорбционно-поглощающей способностью, почвенный покров выполняет функции биологического поглотителя, разрушителя и нейтрализатора различных загрязнений, а также почве отведена особая роль в жизни общества, так как она представляет собой источник продовольствия, обеспечивающий 95–97 % продовольственных ресурсов для населения планеты. Если эта часть биосферы будет разрушена, то установившееся функционирование биосферы необратимо нарушится.

Мониторинг параметров состояния воздушной среды на территории нефтегазоперерабатывающих предприятий осуществляется в основном в целях контроля содержания в воздухе вредных веществ как в условиях нормального производственного процесса объектов нефтегазового комплекса, так и при возникновении чрезвычайных ситуаций. Однако в условиях постоянного негативного воздействия различных загрязняющих веществ на территориях нефтегазоперерабатывающих предприятий может произойти их накопление в почвах в концентрациях, превышающих предельно-допустимые, часть из которых, находясь в состоянии динамического равновесия с приземным слоем атмосферы, может привести к возникновению тяжелой экологической обстановки.

Ведение контроля за состоянием и загрязненностью почв на территории объектов нефтегазового комплекса, особенно на предприятиях с длительным сроком эксплуатации, крайне необходимо, поскольку они представляют собой потенциальную экологическую опасность, связанную с естественной дегазацией почвенного слоя.

Нефть, попадая в почву, опускается вертикально вниз под действием гравитационных сил и распространяется вширь под влиянием поверхностных и капиллярных сил [2]. Скорость продвижения нефти зависит от ее свойств, грунта и соотношения нефти, воздуха и воды в многофазной движущейся системе. Важное значение при этом имеют тип нефти, ее количество, характер нефтяного загрязнения. Чем меньше доля нефти в такой системе, тем труднее ее фильтрация в грунте. В результате этих процессов насыщенность грунта нефтью (при отсутствии новых поступлений) постепенно снижается. При содержании в грунте 10–12 % (уровень остаточного насыщения) нефть становится неподвижной. Движение также прекращается при достижении нефтью уровня грунтовых вод. Нефть начинает перемещаться в направлении уклона поверхности грунтовых вод. Для предотвращения миграции разлитой нефти бурят серию скважин и извлекают загрязненные грунтовые воды. В отдельных случаях на пути движения грунтовых вод устанавливается водонепроницаемый барьер (резиновые гидроизолирующие мембраны). Нефть, накопившаяся около барьера, удаляется при помощи специального оборудования.

Проявление капиллярных сил хорошо прослеживается при значительной проницаемости и пористости грунта. Пески и гравийные грунты, например, благоприятны для миграции нефти, а глина и ил – неблагоприятны. Между тем не установлена зависимость проницаемости почв от степени нефтяного загрязнения. Поэтому важной задачей представляется разработка методики определения проницаемости почвенных отложений и выявления зависимости между уровнем нефтяного загрязнения и проницаемостью почв.

Проницаемостью называют физическое свойство породы, которое позволяет жидкости перемещаться через сообщающиеся между собой поры, то есть ее эффективную пористость, без нарушения или смещения частиц породы. Другими словами, проницаемость является критерием проводимости жидкостей в породе и наиболее важным параметром коллектора. В геологии нефти проницаемость не абсолютная величина, а относительная. Порода считается проницаемой, если через нее за малый промежуток времени (скажем, 1 ч) проходит заметный объем жидкости, и непроницаемой, если скорость миграции жидкости ничтожна. Если рассматривать горные породы с точки зрения длительных периодов геологического времени, а также газов и жидкостей с малой вязкостью, то все они обладают некоторой проницаемостью. Зависимость скорости фильтрации флюида от градиента напора выражается

законом Дарси [3], по имени Генри Дарси, который в 1856 г. проводил эксперименты над фильтрацией жидкостей в пористой среде. В работе на основании экспериментальных данных рассчитан коэффициент проницаемости почвенных образцов ($k[m^2]$):

$$k = \frac{q \cdot \mu}{dp/dx} \cdot 10^{-10}, [m^2],$$

где q – линейный расход жидкости (предполагается горизонтальное течение, [см/сек]);
 μ – вязкость жидкости, [Па·с]; $\frac{dp}{dx}$ – гидравлический градиент, разность в давлении (p)

в направлении течения [Па/см].

В системе измерения СИ 1 дарси эквивалентен 1 мкм^2 [4].

Пористая среда обладает проницаемостью 1 мкм^2 , когда однофазная жидкость с вязкостью 1 Па·с, полностью заполняющая пустоты среды, проходит через нее при ламинарном течении в 1 с, со скоростью 1 см/см² площади поперечного сечения, при давлении или эквивалентном гидравлическом градиенте 1 Па/см. При ламинарном режиме течения скорость тока так низка, что пропорциональна перепаду давления.

Проницаемость средних пород-коллекторов обычно колеблется между $5-1000 \cdot 10^{-10} \text{ м}^2$. Порода-коллектор с проницаемостью $5 \cdot 10^{-10} \text{ м}^2$ или меньше в зависимости от состава называется «непроницаемым песком» или «плотным известняком». Проницаемость образцов определялась по воде в стеклянной бюретке, заполненной почвой на 10 см высоты. Для начала образец высыпал на бумагу и оставляем на 24 ч, чтобы высох. Затем помещаем в конец бюретки вату, размельчаем образец и засыпаем его в бюретку, уплотняя методом постукивания, после открытия крана вода самотеком поступает в бюретку. Краном регулируем уровень воды 10 см над почвой и как только вода просочится через почву и первая капля упала в пробирку засекаем время. Фиксируем время, необходимое для прохождения 1 см^3 воды через почву каждого последующего миллилитра воды. Для расчетов принималось среднее время прохождения 1 см^3 воды через слой почвы 10 см с гидравлическим градиентом $10 \text{ см}^3 \text{ H}_2\text{O}$. Разницей в атмосферном давлении между верхней и нижней частями бюретки пренебрегаем.

Для определения проницаемости были проведены три эксперимента. Измерения проводились для фракций почвы с разными размерами частиц в исходном состоянии и загрязненных нефтепродуктами и почвенными отложениями, отобранных с территории объекта нефтегазового комплекса. Эксперименты проводились с почвами следующих типов:

– грунт «Селигер» – это земельная смесь, используемая для посева, черенкования, выращивания комнатных растений и цветочных культур в различных условиях. Как любые торфянистые почвы, характеризуется мелким гранулометрическим составом. На вид, как чистый чернозем, темно-коричнево цвета;

– песок мелкозернистый;

– супесь (смесь фракции мелкозернистого песка с суглинком в массовом соотношении 7/93);

– смешанная почва «селигер»+песок+глина в соотношении 1:1:1.

В первом эксперименте проводилось исследование проницаемости исходных почв разного типа. Во втором эксперименте проводилось исследование проницаемости почв разного типа, загрязненных нефтепродуктом. В качестве нефтепродукта использовался бензин АИ-95 компании «SHEL» в концентрациях 0,25 %, 0,5 %, 1 %, 5 % на массу образца.

Экспериментальные значения скорости просачивания воды через почвы представлены на рис. 1–3.

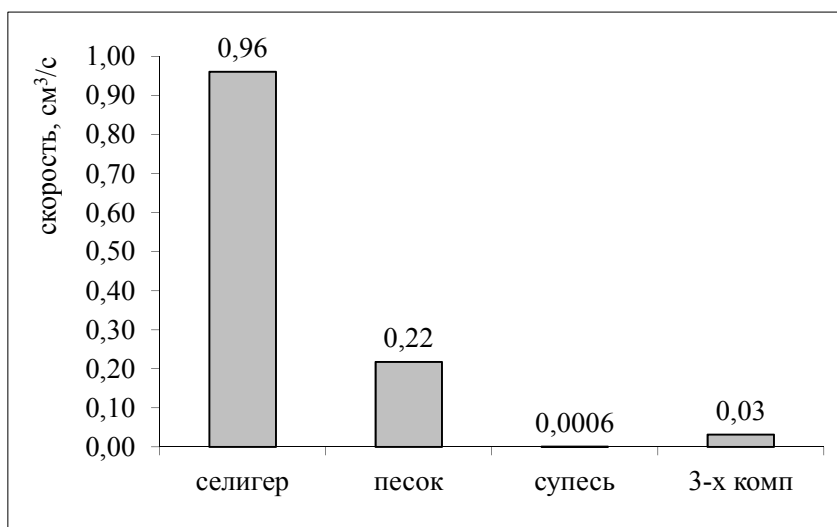


Рис. 1. Значения скорости просачивания воды через исходные почвы различного типа

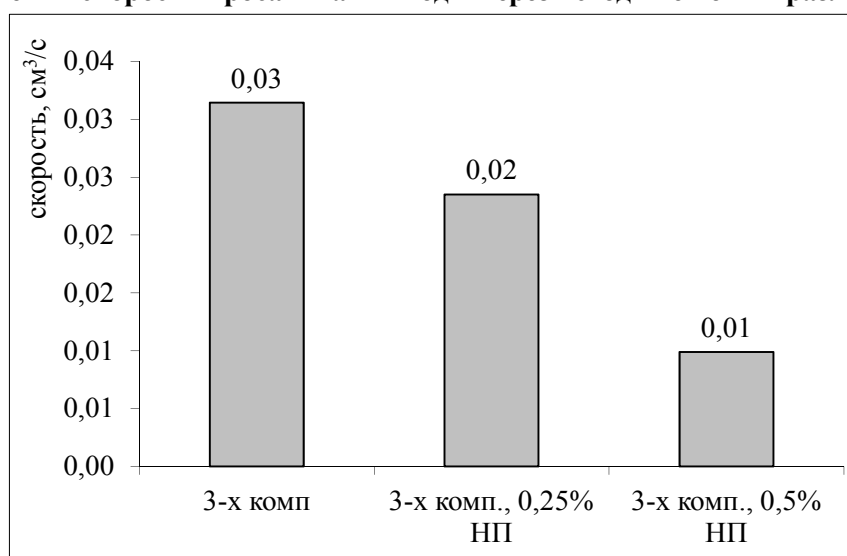


Рис. 2. Значения скорости просачивания воды в трехкомпонентной почве (исходной и загрязненной нефтепродуктом)

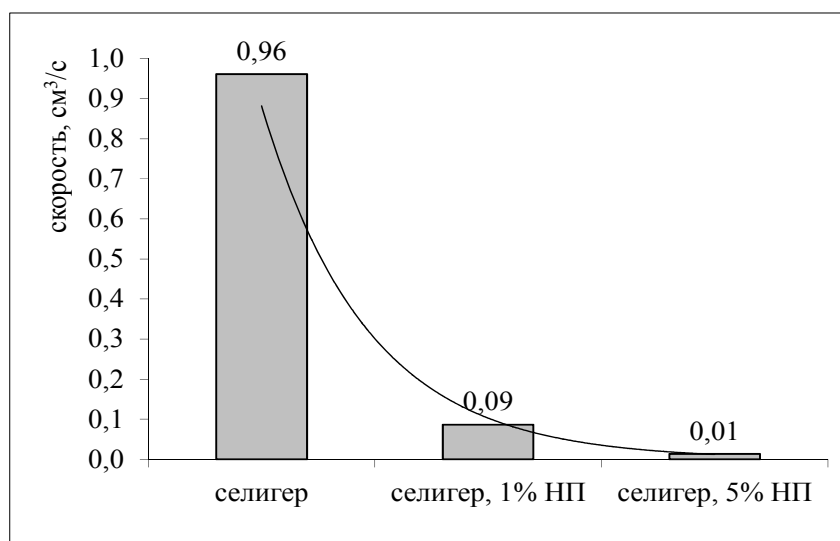


Рис. 3. Значения скорости просачивания воды в почве «Селигер» (исходной и загрязненной нефтепродуктом)

Получена регрессионная зависимость скорости просачивания воды в почве «Селигер» от концентрации нефтепродукта (рис. 3). Зависимость имеет экспоненциальный характер вида:

$$y=7,5e^{-2,2} \quad (2)$$

при достоверности аппроксимации $R^2=0,99$.

В третьем эксперименте была исследована проницаемость почв, отобранных на объекте нефтегазового комплекса. Было исследовано девять образцов почвенных отложений, отобранных на территории центрального пункта подготовки нефти (ЦППН) г. Карабулак Республики Ингушетия. Технологическая схема ЦППН г. Карабулак Республики Ингушетия и места отбора проб (отмечены красными точками) приведены на рис. 4, 5.

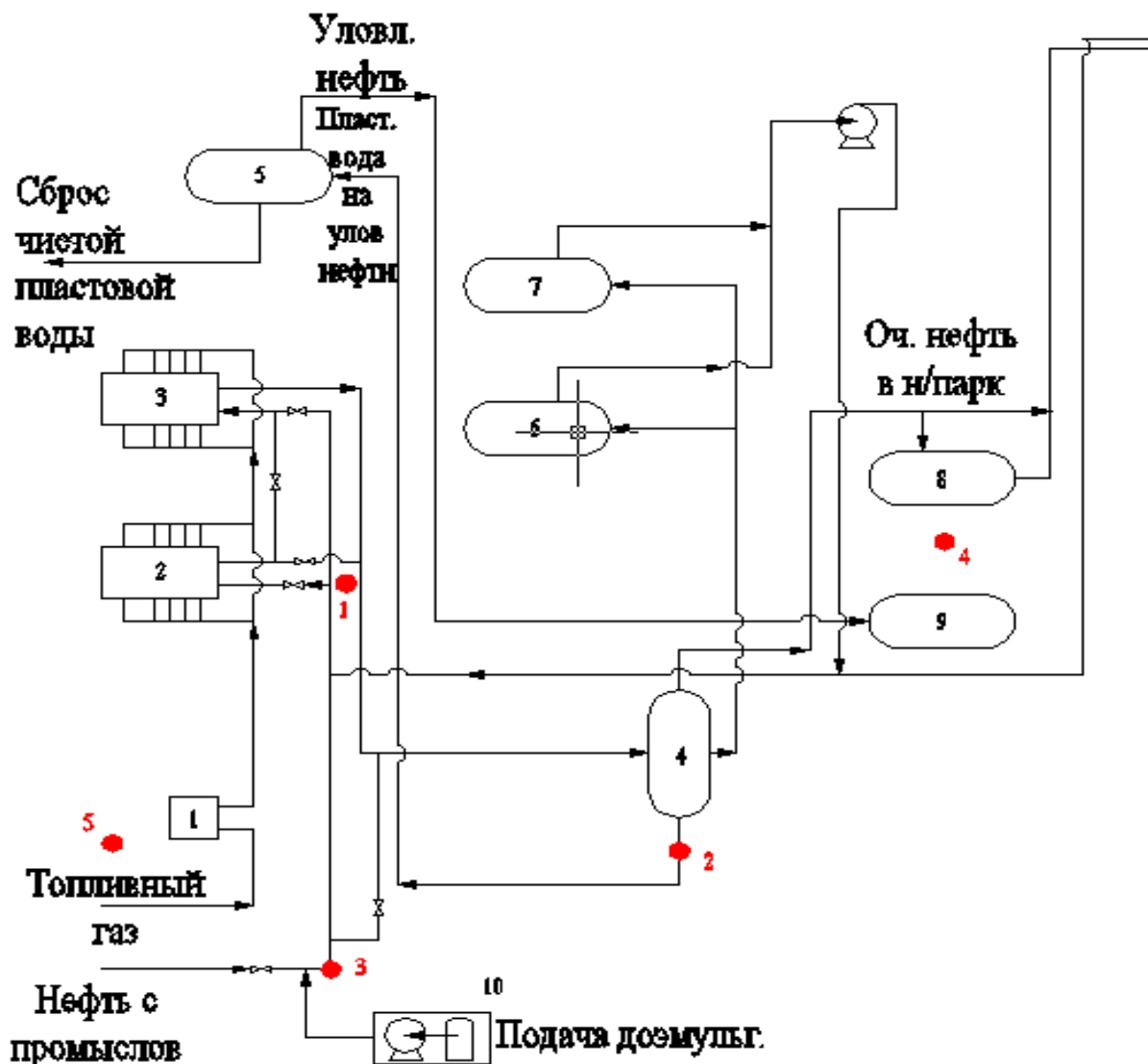


Рис. 4. Схема отбора проб на территории ЦППН г. Карабулак Республики Ингушетия:
 1 – ГРП; 2 – Печь П-1; 3 – Печь П-2; 4 – Колонна; 5 – Нефтеотдел; 6 – Емкость эмульсии;
 7 – Емкость эмульсии; 8 – Булит; 9 – Сливная эстакада;
 10 – Дозаторная; 11 – Насосная; 12 – Манифольд

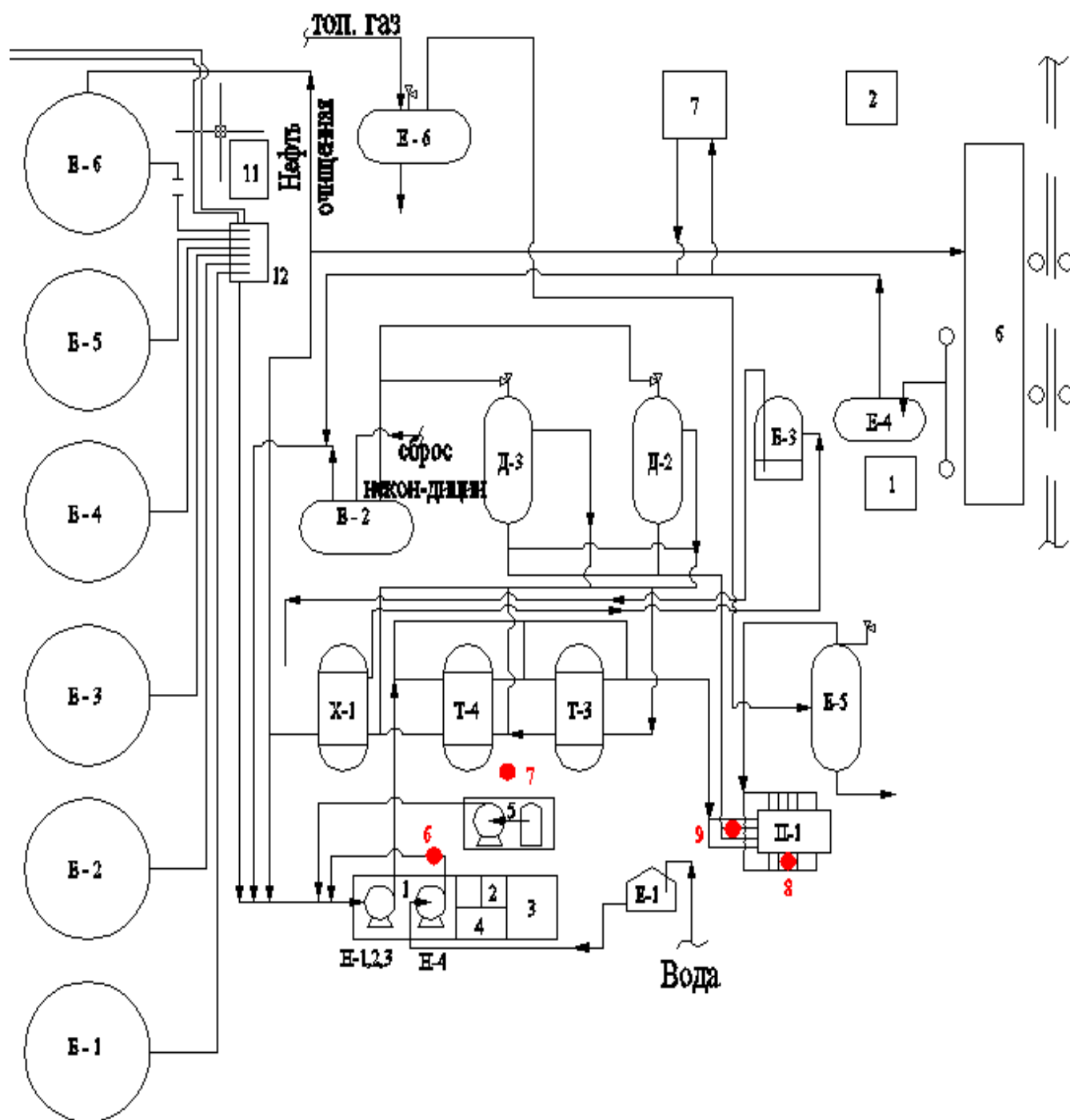


Рис. 5. Фрагмент схемы отбора проб на территории ЦППН
г. Карабулак Республики Ингушетия:

- 1 – Насосная; 2 – Операторная; 3 – Подстанция; 4 – Вентиляционная; 5 – Дозаторная;
- 6 – Эстакада; 7 – Нефтеотдел; П-1 – Печь; Д-2,3 – Термодозаторы;
- Т-3,4 – Теплообменник; Х-1 – Холодильник

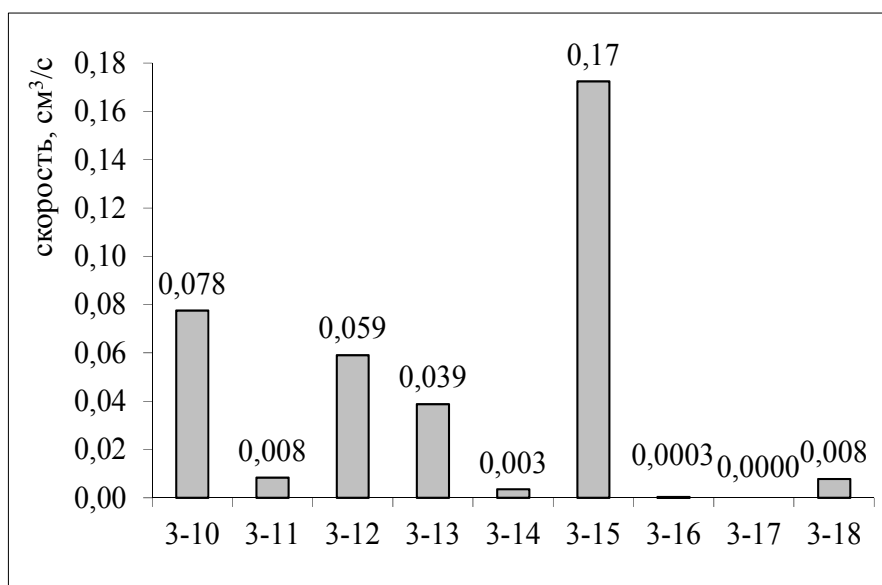


Рис. 6. Значения скорости просачивания воды в почвах, отобранных на объекте ЦППН г. Карабулак Республики Ингушетия

По результатам проделанных экспериментов и построенных на их основании зависимостей (рис. 6) можно установить, что:

- в образце 3-10, взятом на расстоянии один метр от установки по обезжириванию и обессоливанию (точка 6 на рис. 5), почва содержит в себе крупнозернистый песок, камни и чернозем, содержание нефтепродуктов небольшое, скорость просачивания воды сохраняется хорошей, что наглядно представлено на рис. 6;

- в образце 3-11, взятом рядом со сливным колодцем (точка 7 на рис. 5), почва состоит из мелкозернистого песка, камней и большого количества нефтепродуктов, скорость просачивания низкая, что наглядно показано на рис. 6;

- в образце 3-12, взятом на расстоянии три метра от печи П-1 (точка 8 на рис. 5), почва содержит крупнозернистый песок с малым содержанием глинистой породы и нефтепродуктов, скорость просачивания воды ниже по сравнению с образцом 3-10, что наглядно представлено на рис. 6;

- в образце 3-13, отобранном под подступающим каналом на печь П-1 (точка 9 на рис. 5), почва состоит из чернозема с примесью мелких камней, содержание нефтепродуктов большое, содержание камней обеспечивает почве хорошую скорость просачивания, что наглядно представлено на рис. 6;

- в образце 3-14, отобранном между печью № 1 и буллитами (точка 1 на рис. 4), проба почвы содержит в себе плотный компонент (мелкозернистый песок), который снижает скорость просачивания, что наглядно представлено на рис. 6;

- в образце 3-15, взятом на расстоянии один метр от центробежного насоса (точка 2 на рис. 4), проба почвы содержит в себе камни и крупнозернистый песок, что придает почве высокую скорость просачивания воды, как наглядно показано на рис. 6;

- в образце 3-16, взятом под подступающей линией (точка 3 на рис. 4), почва содержит в себе два плотных компонента (глина и мелкозернистый песок), которые снижают скорость просачивания, что наглядно представлено на рис. 6;

- в образце 3-17, отобранном между буллитами (точка 4 на рис. 4), почва на вид липкая глина, скорость просачивания равна нулю, что наглядно представлено на рис. 6;

- в образце 3-18, отобранном между операторской и лабораторией (точка 5 на рис. 4), почва состоит из смеси таких компонентов, как песок, глина, которые уменьшают скорость просачивания, что наглядно представлено на рис. 6.

На основании полученных экспериментальных данных следует, что:

– чем больше почва содержит в себе более плотные компоненты (такие как: глина, мелкозернистый песок), тем существенно меньше ее значение скорости просачивания воды (проницаемость) (рис. 1);

– чем больше почва загрязнена нефтепродуктами, тем так же ниже ее значение скорости просачивания воды (проницаемости) (рис. 2, 3).

Оценка загрязнения почвенного слоя, влияющего на состояние приземного слоя атмосферы, позволяет по их количественному содержанию косвенно оценивать потенциальное состояние воздушного бассейна на объектах нефтегазового комплекса и выделять наиболее опасные зоны. С этой целью были изучены продукты дегазации почвенных отложений, прокачиваемых микрокомпрессором через газовый анализатор фотоионизационного типа [5].

Измерения проводились над местами отбора проб почвы. Одновременно с этим газоанализатор был использован в качестве пробоотборника, для этого на входной штуцер газоанализатора присоединялась стеклянная трубка с сорбентом. В качестве сорбента используется силикагель АСК с размером фракции 0,25–1мм. После сбора паров нефтепродуктов на сорбент трубка закрывалась стеклотканью и герметизировалась. Выбор силикагеля обусловлен не только его эффективностью при сорбировании паров нефтепродуктов, но и возможностью проводить термодесорбцию исследуемых компонентов при невысоких температурах.

Во всех пробах в больших или меньших количествах зафиксированы следы инородных нефтепродуктов. Характер распределения легких углеводородов в паровой фазе, свойственный автомобильным бензинам, зафиксирован в образце 3–18, отобранном между операторской и лабораторией. Газовая фаза образца почвы 3–14, отобранного между печью № 1 и буллитами, имеет типичный характер распределения углеводородов, свойственный тяжелым бензинам.

Полученные результаты могут быть использованы при оценке загрязнения почвенных отложений на объектах нефтегазового комплекса при расследовании пожаров и загрязнения окружающей среды. Результаты работы позволяют положительно оценивать возможность определять устойчивые параметры долгосрочного состояния системы почвенный слой – воздушная среда на основании количества легких углеводородов в почвенных отложениях на объектах нефтегазового комплекса, а также количественно определять и диагностировать компоненты, содержащиеся в анализируемых пробах, устанавливать на этой основе зоны наибольшего загрязнения на объектах нефтегазового комплекса.

Литература

1. Валова В.Д. Основы экологии: учеб. для высш. шк. М.: Дашков и Ко, 2001. 211 с.
2. Руэце К. Борьба с загрязнением почвы. М.: Агропромиздат, 1986. 220 с.
3. Басниев К.С., Кочина Н.И., Максимов М.В. Подземная гидромеханика. М.: Недра, 1993. 416 с.
4. Леворсен А.И. Геология нефти. М.: Гостоптехиздат, 1958. 487 с.
5. Витенберг А.Г., Иоффе Б.В. Газовая экстракция в хроматографическом анализе. Л.: Химия, 1982. 279 с.



МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ, КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ТЕОРИИ УПРАВЛЕНИЯ СЛОЖНЫХ ПРОЦЕССОВ

АНАЛИЗ ФАКТОРОВ, ПРИВОДЯЩИХ К ОШИБКАМ ПРИ ВВОДЕ ИНФОРМАЦИИ В АВТОМАТИЗИРОВАННУЮ СИСТЕМУ, МЕТОДОМ ЛИНЕЙНОЙ РЕГРЕССИИ

**А.С. Артамонов, кандидат физико-математических наук, профессор.
ООО «Биоклимат», г. Новосибирск.**

**А.Ю. Иванов, доктор технических наук, профессор.
Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России**

Обсуждается возможность использования статистической модели линейной регрессии для определения и ранжирования факторов, нарушающих целостность и достоверность информации при вводе оператором данных в автоматизированную систему, и выявления ситуаций, проводящих к возникновению ошибок и искажению информации. Представлена модель и приведены результаты линейной регрессии для анализа зависимости количества ошибок оператора от пяти параметров: стажа работы, уровня квалификации и возраста оператора, а также от длительности интервала рабочего времени и уровня сложности вводимой информации. Результаты моделирования могут быть использованы в качестве входных данных на этапе формирования политики информационной безопасности или же на последующих этапах повышения ее эффективности.

Ключевые слова: информационная безопасность, поведенческий анализ, качество информации, информационная устойчивость, линейная регрессия, коэффициент детерминации, левверидж

USING A LINEAR REGRESSION MODEL TO PREDICT DATA ENTRY ERRORS IN AUTOMATION SYSTEM

A.S. Artamonov. Bioclimate Company Ltd, Novosibirsk.

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

Usage of a linear regression models to determine and rank different factors that threaten the data integrity is discussed. A model that predicts the number of data entry errors depending on five features: working experience, qualification and age of an operator as well as the data entry time and complexity of entered information is presented. Results of modeling can be used for designing and implementing an effective information security policy

Keywords: information security, behavioral analytics, quality of information, information stability, linear regression, coefficient of determination, leverage

В последнее время в системе приоритетов отечественных и западных специалистов на первое место все чаще выходят требования обеспечения качества информации

и информационной устойчивости как способности системы поддерживать заданный уровень этого качества в различных условиях деструктивного воздействия: внутреннего и внешнего, преднамеренного и случайного.

Качество информации – это довольно сложная и многомерная категория или концепция, которая непрерывно развивается на протяжении последних 25–30 лет. Авторы предлагают разные определения [1]. Однако, несмотря на все многообразие определений качества информации, его можно обозначить как совокупность четырех основных составляющих, каждая из которых, в свою очередь, может быть разбита на отдельные более детальные характеристики. Этими компонентами являются:

– внутренние свойства информации, не обязательно зависящие от ее контекста и назначения, такие как точность, объективность, надежность, что можно объединить понятиями достоверность и полнота;

– содержательные свойства, к которым следует отнести уместность, важность, своевременность и объем – иными словами все, что делает эту информацию ценной в контексте выполнения определенных задач;

– эргономичность информации, под которой понимают форматы ее представления, совместимость с информацией из других источников, интерпретируемость;

– доступность или защищенность и разграниченность доступа к информации, не осложняющая ее использования.

Ошибки администраторов и пользователей, нарушение стандартных процедур и инструкций информационной безопасности являются одной из основных угроз автоматизированной системе как непосредственному объекту защиты в плане обеспечения полноты и достоверности информации. Поэтому не удивительно, что в последнее время все большее внимание уделяется поведенческому анализу пользователей. Целесообразно рассмотреть одного из аспектов этой проблемы, а именно нарушения целостности информации вследствие ошибок, совершенных пользователями при вводе данных.

Регрессионная модель возникновения ошибок

При построении моделей возникновения ошибок в базе данных обычно используется многофакторный дисперсионный анализ для оценки влияния различных факторов. При явных достоинствах этот подход имеет ограничения. Другим методом, предоставляющим расширенные возможности, является регрессионный анализ [2]. Он позволяет:

– рассматривать влияние факторов, принимающих непрерывные значения в заданном диапазоне;

– учитывать нелинейные эффекты (полиномиальная регрессия);

– более полно анализировать эффекты взаимодействия факторов;

– использовать переменные в номинальной шкале путем создания фиктивных переменных (*dummy variables*);

– избегать модификаций в случаях несбалансированных данных.

В наиболее общем виде линейная регрессионная модель имеет вид:

$$Y_i = \beta_0 + \sum_{k=1}^p \beta_k X_{ik} + \varepsilon_i,$$

где Y_i – показатель качества информации; $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_p$, – неизвестные коэффициенты линейной регрессии; X_1, X_2, \dots, X_p – регрессионные переменные, представляющие параметры, влияние которых на уровень ошибок в базе данных анализируется; ε – случайная величина, распределенная по закону Гаусса $N(0, \sigma)$; $i = \overline{1, n}$ – количество измерений показателя качества информации Y_i . Отметим, что термин «линейность» применительно

к данной регрессии, относится к неизвестным коэффициентам $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_p$. Нелинейные же эффекты влияния факторов могут быть легко учтены, например использованием дополнительных переменных $X_1^2, X_2^2, \dots, X_1 \cdot X_2, \dots$.

Таким образом, задача определения влияния факторов на качество информации сводится к нахождению неизвестных коэффициентов $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_p$.

Существует несколько подходов к решению этой задачи, которые можно условно разбить на параметрические и непараметрические.

К параметрическим методам относятся:

- метод наибольшего правдоподобия (maximum likelihood);
- метод наименьших квадратов (least squares criterion);
- метод частных наименьших квадратов (partial least squares);
- модификации указанных методов с применением различного рода регуляризации.

К непараметрическим методам следует отнести:

- метод ближайших соседей;
- методы «сглаживания» (splines, kernel density estimation);
- метод локальной регрессии и т.д.

Однако практически в любом подходе используется некоторая функция цели (функция потерь или обобщенное расстояние), которая подлежит оптимизации.

Далее воспользуемся наиболее часто применяемым (и в большинстве случаев обеспечивающим надежные результаты) методом, а именно методом наименьших квадратов. В этом случае коэффициенты находятся путем минимизации следующей величины:

$$Q = \sum (Y_i - \beta_0 - \beta_1 X_{i1} - \beta_2 X_{i2} \dots - \beta_p X_{ip})^2,$$

что дает следующую оценку для коэффициентов регрессии в векторной форме:

$$\vec{\beta} = (X^T X)^{-1} \cdot (X^T Y).$$

При этом сумма квадратов отклонений наблюдаемых величин от среднего может быть разложена на две составляющих, одна из которых – регрессионная (SSR), как следствие наличия линейной зависимости между переменными Y и X , а другая – результат ошибки и влияния неучтенных факторов (SSE):

$$SSR = (\beta^T X^T Y) - (1/n)(Y^T J Y)$$

$$SSE = Y^T Y - (\beta^T X^T Y),$$

где J – $n \times n$ матрица, каждый элемент которой равен 1. При этом регрессионная составляющая (обусловленная влиянием факторов) имеет $(p - 1)$ степеней свободы, в то время как случайная составляющая имеет $(n - p)$ степеней свободы.

Для того чтобы сделать вывод о наличии влияния изучаемых факторов на возникновение ошибок, то есть выбрать между двумя гипотезами:

$$H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_p = 0 \text{ и}$$

$$H_a : \exists \beta_k \neq 0 \ (k = \overline{1, p}),$$

необходимо использовать статистику:

$$F^* = \frac{SSR(n-p)}{SSE(p-1)}.$$

Если $F^* \leq F(1-\alpha; p-1; n-p)$, тогда необходимо принять гипотезу H_0 , если же $F^* > F(1-\alpha; p-1; n-p)$ – альтернативную гипотезу H_a . Здесь F – распределение Фишера с $(p-1)$ и $(n-p)$ степенями свободы; α – заданный уровень значимости, контролирующей ошибку первого рода и зависящий от уровня требований к качеству базы данных.

Важным параметром, характеризующим силу связи между зависимой переменной Y и факторами X , является коэффициент множественной детерминации R^2 – выражающий долю дисперсии зависимой переменной, объясняемой рассматриваемой моделью, то есть независимыми переменными («объясняющими» факторами). Его рассматривают как универсальную меру зависимости одной случайной величины от множества других:

$$R^2 = \frac{SSR}{SSTO} = 1 - \frac{SSE}{SSTO}.$$

Ниже приведены результаты линейной регрессии для анализа зависимости количества ошибок при вводе информации от следующих параметров:

- стаж работы;
- уровень квалификации;
- длительность интервала рабочего времени;
- возраст;
- уровень сложности информации.

В табл. 1 представлена информация о величине, статистической значимости и относительном вкладе каждого из перечисленных факторов в величину предсказанного количества ошибок, допущенных оператором, в зависимости от набора ассоциируемого с ним параметров. Величина относительного вклада параметра определяется абсолютной величиной нормированного коэффициента регрессии (станд. коэфф. β), соответствующего этому параметру. Знак вклада означает положительную или отрицательную корреляцию данного фактора с количеством ошибок. Как видно из табл. 1, наибольший вклад в вероятность совершения ошибки вносят два фактора – уровень сложности информации и уровень квалификации. Причем с увеличением уровня сложности количество допущенных ошибок растет, а с ростом уровня квалификации падает, что, собственно, и согласуется с качественным представлением о роли этих факторов.

Таблица 1. Коэффициенты линейной регрессии

Параметр	Коэфф. b	Ошибка	t -тест	p	Станд. коэф. b	Инфл. фактор VIF
Константа	15,6	1,71	9,12	<.0001	0,00	0
Возраст	0,3	0,04	8,17	<.0001	0,23	1,16
Квалификация	-2,2	0,24	-9,13	<.0001	-0,35	2,18
Время	1,0	0,14	7,18	<.0001	0,19	1,01
Сложность	5,4	0,23	23,94	<.0001	0,63	1,02
Стаж	-0,7	0,08	-8,69	<.0001	-0,33	2,07

В табл. 1 также представлена информация о так называемых инфляционных факторах (*VIF*) для каждого «объясняющего» фактора *X*. Инфляционные факторы вычисляются на основе коэффициентов множественной детерминации данного фактора со всеми остальными факторами. Правило «большого пальца» гласит: «Если минимальное значение $VIF > 5$, то делают вывод о мультиколлинеарности, которую желательно устранить для обеспечения устойчивости модели». В данном случае величина *VIF* не превышает допустимого уровня, хотя для стажа и квалификации она ощутимо больше единицы. Это указывает на наличие заметной корреляции рассматриваемых факторов между собой, что, собственно, не удивительно, поскольку стаж работы и уровень квалификации взаимосвязаны.

Для того чтобы оценить полезность построенной модели, всю совокупность наблюдений разбивают на несколько групп (обычно 10). При этом каждая группа (дециль) содержит 10 % всей совокупности. Децили ранжированы по величине предсказанного количества ошибок. Низший дециль (10) включает наблюдения, с наименьшим предсказанным количеством ошибок, высший (1) – с наибольшим. На рисунке показан график зависимости количества действительных ошибок от номера дециля.

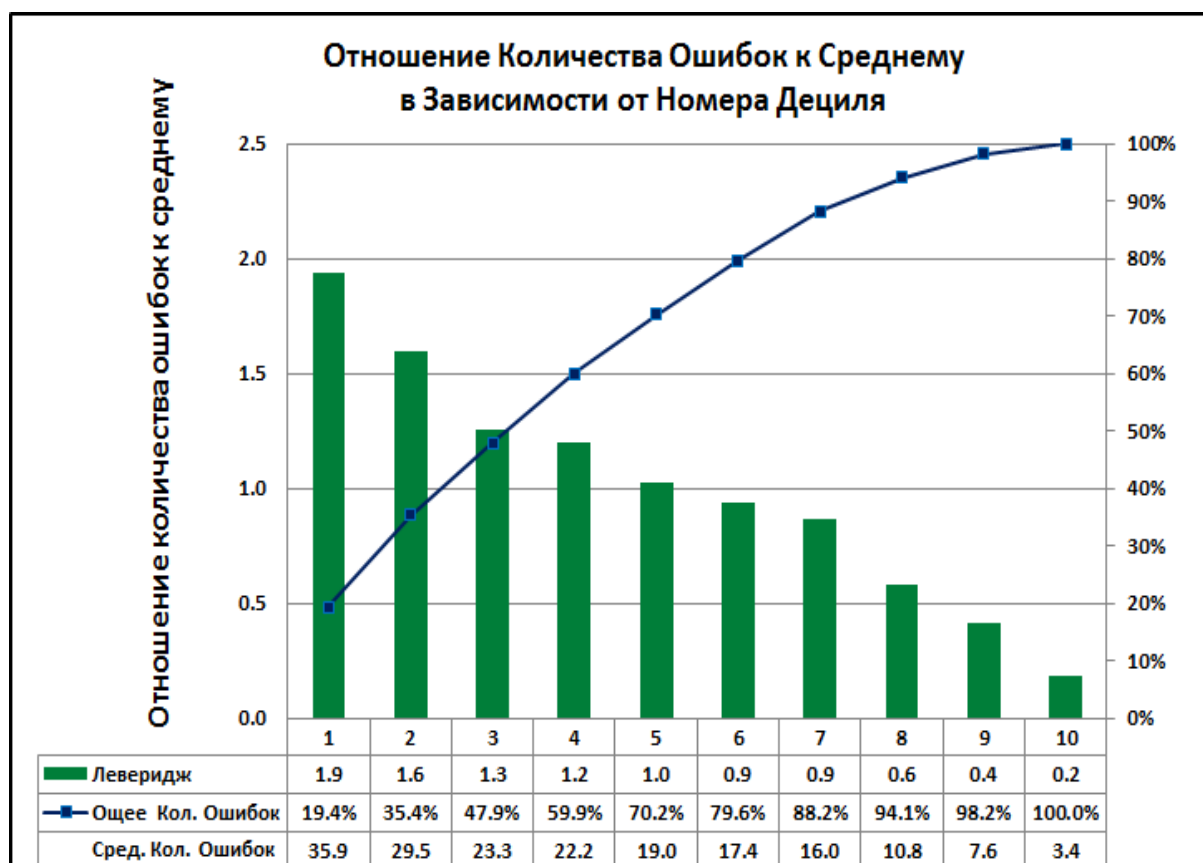


Рис. Предсказанное количество ошибок в зависимости от дециля

На графике представлены три величины для каждого дециля: среднее количество допущенных ошибок, леверидж (*gain*) – отношение среднего количества допущенных ошибок для данного дециля к среднему количеству ошибок для всех децилей (для всех наблюдений) и кумулятивный процент общего количества ошибок. Нетрудно видеть, что построенная модель обеспечивает правильное ранжирование ошибок (среднее количество ошибок монотонно убывает с номером дециля) и высокий уровень левериджа в первом дециле – почти в два раза, то есть при среднем количестве ошибок во всей выборке равном 18,5 модель позволяет идентифицировать сценарии, при которых количество ошибок возрастает в два раза – до 36. Помимо предсказательной силы модели, которая определяется величиной левериджа и качеством ранжирования, очень важными показателями являются

показатели ее надежности, то есть насколько предсказания модели стабильны в зависимости от небольших возмущений, вызванных неучтенными факторами и шумом. В табл. 2 приводятся результаты основных статистических тестов диагностики робастности построенной модели.

Таблица 2. Диагностика регрессионной модели

Название Теста	Тест	Показатель
Нормальность распределения ошибок	Колмогорова-Смирнова	0,25
Независимость ошибок от параметров	Барлетта	0,07
Некоррелированность ошибок	Дарбин-Уотсона	2

Как показано, все три теста демонстрируют хорошее согласие с гипотезами, положенными в основу построения регрессионной модели: нормальность распределения ошибок предсказания, отсутствие корреляции между ними и их независимость от исследуемых факторов (независимых переменных).

Таким образом, модель линейной регрессии может быть использована для решения следующих задач:

- определение и ранжирование факторов, нарушающих целостность и достоверность информации в базе данных;
- выявление сценариев, ситуаций и обстановки, проводящих к возникновению ошибок и искажению информации;
- определение профессиональных требований к пользователям системы и качеств «идеального» сотрудника;
- определение входных параметров для оценки рисков нарушения целостности и достоверности информации.

Набор факторов, влияющих на качество вводимой информации, не ограничивается пятью рассмотренными. Количество потенциальных факторов может быть значительным – сотни и более. В этом случае необходимо использовать методы редукции размерности во избежание мультиколлинеарности и выбора статистически значимых факторов. Существующие аналитические программные средства – коммерческие (SAS, SPSS) и некоммерческие (R, Python, Scala, Weka) – предоставляют исчерпывающий набор процедур для решения подобных задач.

В целом результаты линейного моделирования могут использоваться в качестве входных данных на этапе формирования политики информационной безопасности или в дальнейшем с целью повышения ее эффективности. Эта технология подходит для выявления факторов, влияющих на поведение пользователей, на формирование ошибок в базе данных и, в конечном счете, на обеспечение полноты и достоверности информации при ее вводе в автоматизированную систему.

Литература

1. Shirlee-ann Knight and Janice Burn. Developing a Framework for Assessing Information Quality on the World Wide Web. Australia: EdithCowan University, Perth, 2005. Vol. 8. Pp. 161–172.
2. John Neter, Michael H. Kutner, Christopher J. Nachtsheim, William Wasserman. Applied Linear Statistical Models. 4E – Illinois: WCB McGraw-Hill, 1996.

МАРШРУТИЗАЦИЯ ДВИЖЕНИЯ ПОЖАРНЫХ АВТОМОБИЛЕЙ В УСЛОВИЯХ ЗАГРУЖЕННОЙ ТРАНСПОРТНОЙ СЕТИ МЕГАПОЛИСА

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

Институт проблем транспорта им. Н.С. Соломенко

Российской академии наук.

***А.Ю. Крылатов, кандидат физико-математических наук, доцент;**

А.П. Широколобова.

Санкт-Петербургский государственный университет

Рассмотрена задача маршрутизации движения пожарных автомобилей (на примере пожарных автоцистерн) при условии переменных значений потоков между районами отправления (пожарной частью) и прибытия на объект вызова в течение всего периода маршрутизации. В основе модели лежит идея равновесного распределения потоков на транспортной сети. Произведена апробация предложенной модели на примере транспортной сети Санкт-Петербурга. Полученные результаты сравнены с результатами маршрутизации в условиях постоянных потоков. Полученные выводы говорят об эффективности применения предложенной модели в условиях загруженной транспортной сети мегаполиса.

Ключевые слова: конкурентное равновесие, распределение транспортных потоков, задача маршрутизации транспорта, пожарные автомобили

FIRE ENGINES ROUTING PROBLEM IN CONGESTED URBAN TRAFFIC AREA

I.G. Malygin. Solomenko institute of transport problems of the Russian Academy of Sciences.

A.Yu. Krylatov; A.P. Shirokolobova. Saint-Petersburg state university

This paper is devoted to the fire engines routing problem with time-dependent traffic flows on a road network during an entire period of routing between origin (a fire station) and destination (emergency object). The model is based on the user equilibrium principle of traffic flow assignment. Developed model was experimentally implemented to Saint Petersburg road network. Obtained results were compared with vehicle routing problem results in case of time-independent traffic flows. Conclusion discusses effectiveness of the proposed model under conditions of congested urban traffic area.

Keywords: user equilibrium, traffic assignment, vehicle routing problem, fire engines

***«Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект № 17-71-10069)»**

Активная автомобилизация населения в XXI в. привела к большой плотности транспортных средств на улично-дорожной сети (УДС) городов. При необходимости оказания экстренной помощи время преодоления пути от пункта отправления (пожарной части) к месту возникновения чрезвычайной ситуации (ЧС) (пожара, возгорания) играет существенную роль в эффективности и своевременности оказанной помощи, ликвидации последствий ЧС, локализации и ликвидации пожара (возгорания). Образовавшийся затор на участке маршрута движения оперативного автомобиля МЧС России может привести к трагическим последствиям. В связи с этим в современных мегаполисах остро стоит проблема маршрутизации

специализированного оперативного транспорта в условиях пробок и большого количества транспортных средств на УДС. Эвристические и метаэвристические алгоритмы, которые используются сегодня для построения маршрутов движения, как правило, не учитывают текущее состояние УДС и информацию о трафике. Это приводит к тому, что время движения пожарно-спасательных автомобилей в часы пик может резко увеличиться по сравнению со временем, прогнозируемым при помощи таких алгоритмов. В условиях загруженной транспортной сети преодоление более длинного маршрута может оказаться более быстрым способом достижения цели. Поэтому учет загрузки транспортной сети города при движении автомобилей аварийно-спасательных служб является крайне актуальной задачей при планировании маршрута.

В данной статье предложена постановка задачи маршрутизации основных пожарных автомобилей (пожарных автоцистерн) при условии переменных значений потоков между районами отправления (мест дислокации пожарных частей) и прибытия к месту вызова в течение всего периода маршрутизации. Рассмотрена реализация предложенного метода на примере транспортной сети Санкт-Петербурга.

Задача маршрутизации транспорта при переменных значениях потоков между районами отправления и прибытия

Основной идеей распределения транспортных потоков в данной задаче является поведенческий принцип конкурентного равновесия, предложенный английским ученым Джоном Вардропом в 1952 г. Согласно этому принципу любая транспортная система по истечении некоторого времени приходит в равновесное состояние, отклоняться от которого не выгодно ни одному из транспортных средств. Другими словами, время движения транспортных средств между парой районов отправления и прибытия по всем используемым маршрутам одинаково и меньше времени, которое потратил бы любой из участников движения, если бы отклонился от положения равновесия или выбрал неиспользуемый никем маршрут [1]. Поскольку каждый участник движения самостоятельно выбирает маршрут следования для снижения личных затрат и никто из водителей не может снизить свои затраты, изменив маршрут следования, принцип называется конкурентным равновесием. В качестве функции задержки (временных затрат на перемещение) в данной постановке будем рассматривать BPR-функцию, предложенную Американским бюро общественных дорог и описанную в работах [2, 3].

Будем рассматривать транспортную сеть, представленную ориентированным графом $G = (N, A)$, где N – множество узлов, пронумерованных последовательно, множество дуг данного графа G , пронумерованных последовательно, обозначено через A . Примем, что R обозначает множество районов отправления (множество соответствующих узлов), S – районов прибытия. Пусть K_{rs} – множество маршрутов, соединяющих район отправления $r \in R$ и район прибытия $s \in S$; x_a – объем транспортных средств (транспортный поток) на дуге $a \in A$; d_a – время, затрачиваемое на движение по дуге $a \in A$, в данном случае заданное в виде BPR-функции задержки. Обозначим транспортный поток по маршруту $k \in K_{rs}$ через f_{rs}^k , а совокупный транспортный спрос между районом отправления $r \in R$ и районом прибытия $s \in S$ зададим в виде F_{rs}^k . Введем булеву функцию, показывающую принадлежность ребра a маршруту $k \in K_{rs}$:

$$\delta_{ak}^{rs} = \begin{cases} 1, & \text{если дуга } a \text{ включена в маршрут } k \in K_{rs} \\ 0, & \text{иначе.} \end{cases}$$

Принцип конкурентного равновесия Вардропа можно математически формализовать в виде следующей оптимизационной задачи:

$$\min_f \sum_{a \in A} \int_0^{x_a} d_a(u) du,$$

при ограничениях:

$$\sum_{k \in K_{rs}} f_{rs}^k = F_{rs}^k \quad \forall r \in R, s \in S, \quad (1)$$

$$f_{rs}^k \geq 0 \quad \forall k \in K_{rs}, r \in R, s \in S, \quad (2)$$

$$x_a = \sum_{r \in R} \sum_{s \in S} \sum_{k \in K_{rs}} \delta_{ak}^{rs} \quad \forall a \in A. \quad (3)$$

В качестве функции задержки потока f_i на ребре $a \in A$ выберем BPR-функцию:

$$d_a(f_i) = t_i^0 \left(1 + \alpha_i \left(\frac{f_i}{p_i} \right)^{\beta_i} \right),$$

где t_i^0 – время свободного движения по ребру i ; p_i – пропускная способность ребра i . Для такой функции задержки при ограничениях (1–3) целевая функция примет вид:

$$\min_f \sum_{i=1}^{|A|} \int_0^{f_i} t_i^0 \left(1 + \alpha_i \left(\frac{u}{p_i} \right)^{\beta_i} \right) du.$$

В результате решения данной задачи минимизации получаем вектор f , показывающий, как распределится транспортный поток по ребрам ориентированного графа G . Для вычисления времени движения по какому-нибудь ребру $a \in A$ достаточно воспользоваться функциями задержки на ребрах графа. Перейдем к задаче поиска времени перемещения между произвольно выбранными районами отправления и прибытия. Для этого воспользуемся алгоритмом Дейкстры, который находит кратчайшие пути от одной из вершин графа до всех остальных. В результате применения алгоритма Дейкстры сформируем матрицу $C^* = \{c_{ij}^*\}$, где c_{ij}^* – время, затрачиваемое на движение между вершинами i и j на загруженной сети, при $i, j \in \{1, \dots, |N|\}$. Сформируем матрицу C^0 , аналогичную матрице C^* на свободной от транспорта сети. Элементами этой матрицы являются значения времени передвижения между вершинами графа G в случае, когда на сети отсутствует трафик [4].

Сформулируем задачу маршрутизации пожарных автомобилей на сети мегаполиса. Рассмотрим граф $G = (N_0, A)$, где $N_0 = \{0, 1, \dots, N\}$ – множество вершин; $A = \{(i, j) \mid i, j \in N_0\}$ – множество ребер. Вершина 0 соответствует пункту отправления (пожарная часть (ПЧ)), а узлы $N = \{1, \dots, N\}$ обозначают пункты назначений, в которые вызваны спасатели. В ПЧ имеются $V = \{1, \dots, v_{\max}\}$ пожарных машин одинакового назначения и грузоподъемности, например, основные пожарные автомобили – пожарные автоцистерны (АЦ), водяные баки которых имеют одинаковый объем. Положим, что одна АЦ может совершить только одну поездку по маршруту и может оказать помощь (потушить пожар) в нескольких местах

на маршруте, при этом объем перевозимой в баке воды (без учета пенообразователя) для пожаротушения ограничен величиной C . На каждом из мест происхождения с номером $i \in N$ есть потребность d_i в количестве воды, которое необходимо использовать для тушения пожара и этот спрос меньше максимального объема воды, перевозимого в одном пожарном автомобиле. Будем считать, что пожар надо ликвидировать за один раз, то есть каждую точку на маршруте пожарному автомобилю необходимо посетить лишь однократно. Объемы воды в АЦ достаточно для ликвидации пожара (возгорания) во всех местах вызова в соответствии с представленной тестовой задачей.

Будем рассматривать задачу маршрутизации с матрицей переменных значений времени переезда АЦ между объектами вызова в зависимости от времени суток. Это означает, что время передвижения от одного объекта до другого будет изменяться в течение периода маршрутизации. Каждому ребру $(i, j) \in A$ сопоставим функцию $t_{ij}(b_i)$ времени передвижения по нему, которая зависит от времени отправления транспортного средства b_i из узла i . Матрицы $T(b)$ получены ранее при помощи алгоритма Дейкстры. Переменными задачи будут являться моменты времени b_i , $i \in N$, которые показывают время отправления от объекта возгорания (пожара) i , при этом через b_0^v обозначим начало движения пожарной машины V . При $k = \overline{2, K}$, $\Delta_0 = \Delta_K = 0$, $\Delta_i = 5$ непрерывная кусочно-линейная функция $t_{ij}(b_i)$ имеет вид:

$$t_{ij}(b_i) = \begin{cases} c_{ij}^k, & z_{k-1} + \Delta_{k-1} \leq b_i \leq z_k + \Delta_k \\ c_{ij}^k + \frac{(c_{ij}^{k+1} - c_{ij}^k)(b_i - z_k + \Delta_k)}{2\Delta_k}, & z_k + \Delta_k \leq b_i \leq z_{k+1} + \Delta_{k+1} \end{cases}$$

Визуально можно представить функцию в следующем виде:

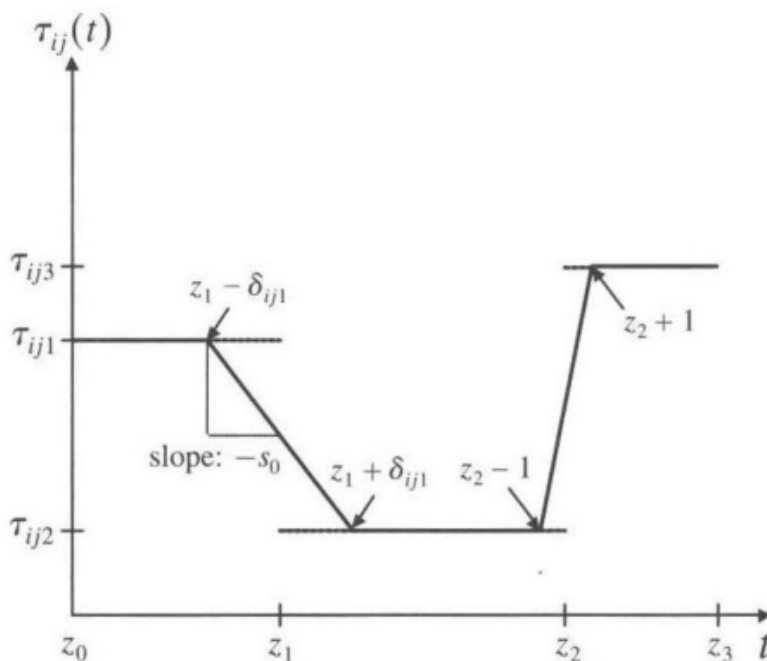


Рис. 1. Функция времени перехода по ребру (i, j)

Целью оптимизации будет являться нахождение маршрута движения для пожарных машин (в данном случае – АЦ), то есть множество маршрутов движения для каждой из машин из/в ПЧ, которые удовлетворят решению задачи по локализации и ликвидации пожара (возгорания), то есть выполнить задачу не нарушая временных ограничений на обработку вызова, следования до объекта пожара, боевого развертывания, проведения разведки, ввода первого ствола, локализации, ликвидации, сбора пожарно-технического вооружения (ПТВ) и возвращения в ПЧ, наложенных на переменные ограничений. При этом суммарное время всех машин в пути должно быть минимально для наиболее эффективного решения поставленной задачи.

Описанная выше задача будет отвечать требованиям типовой TDVRP (маршрутизации транспорта при переменных значениях потоков между районами отправления и прибытия) и может быть сформулирована в рамках целочисленного программирования. Пусть $\{x_{ij}\}_{i,j \in N_0}$ – булевы переменные, которые равны единице, если объект пожаротушения i посещается сразу за объектом j в маршрутном плане, и ноль – иначе. Целевая функция представляет собой сумму времени движения всех машин согласно построенным маршрутным планам:

$$\min_x \sum_{i \in N_0} \sum_{j \in N_0} t_{ij}(b_i) x_{ij} \quad (4)$$

при ограничениях:

$$\sum_{i \in N_0} x_{ij} = \sum_{i \in N_0} x_{ji}, \quad \forall j \in N_0, \quad (5)$$

$$\sum_{i \in N_0} x_{ij} = 1, \quad \forall j \in N, \quad (6)$$

$$\sum_{i \in N} d_i y_{ki} \leq C, \quad k = 1, \dots, K, \quad (7)$$

$$b_j \geq \sum_{i \in N} x_{ij} (b_i + t_{ij}(b_i)) + x_{0j} \sum_{v \in V} y_{jv} (b_0^v + t_{ij}(b_0^v)), \quad \forall j \in N. \quad (8)$$

Целевая функция (4) представляет собой сумму времени движения всех машин согласно построенным маршрутным планам. Ограничения (5) гарантируют непрерывность маршрутов. Ограничения (6) показывают, что каждый объект вызова должен быть обслужен одним пожарным автомобилем только один раз (то есть пожар должен быть гарантированно локализован и ликвидирован). Неравенства (7) накладывают ограничения на грузоподъемность (объем цистерны) АЦ. Последняя группа ограничений (8) представляет нижние границы временного окна, соответствующего отпращиванию от каждого объекта вызова. Для решения задачи TDVRP был выбран эвристический алгоритм ALNS.

Эксперимент на транспортной сети Санкт-Петербурга

Во время проведения эксперимента была рассмотрена транспортная сеть Санкт-Петербурга. Выбрано 109 вершин графа G , которые соединены между собой 310 ребрами. На каждом ребре были заданы BPR-функции задержки с параметрами $\alpha = 0,15$; $\beta = 4$. Время движения t^0 по незагруженному ребру вводится как частное длины ребра и скорости, принятой 40 км/ч. Пропускная способность участка сети определяется как $p_i = k\mu p_i^0$, где p_i^0 – значение пропускной способности отдельно взятой полосы; k – коэффициент многополосности; μ – коэффициент светофорного регулирования [5]. Будем определять

пропускную способность одной полосы p_i^0 как $p_i^0 = \frac{3600 v}{v + 0,7 + 0,13v^2}$, где v – средняя скорость движения по городу.

Разобьем период статистически наиболее плотного движения в Санкт-Петербурге с 16 до 20 ч на периоды $Z_k = [z_{k-1}; z_k]$, где $k = 2, \dots, K$. Пусть $K = 4$. Решим задачу распределения транспортных потоков для каждого из четырех периодов времени и сформируем четыре матрицы C^k переходов для каждого из следующих периодов:

- 1) с 16.00 до 17.00, матрица C^1 ;
- 2) с 17.00 до 18.00, матрица C^2 ;
- 3) с 18.00 до 19.00, матрица C^3 ;
- 4) с 19.00 до 20.00, матрица C^4 .

Для эксперимента были сгенерированы тестовые примеры задачи TDVRP различных размерностей от 1 до 11 объектов вызова в каждой. Время, затрачиваемое на тушение пожара, в среднем принималось равным 10 мин (так как по статистике чаще всего тушить приходится автомобили во дворах и мусорные контейнеры). Лимит времени для одного маршрута (прибытие, действия по тушению пожара, возвращение в ПЧ) варьировался в ходе эксперимента и равнялся 40 и 50 мин (с учетом того, что в соответствии с Федеральным законом от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ (в ред. от 3 июля 2016 г.) «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» регламентируется время прибытия пожарного автомобиля в городе на пожар – не более 10 мин).

В табл. 1, 2 приведено сравнение трех величин:

- суммарного времени реализации TD-решения (при переменных потоках);
- ожидаемого времени реализации простого решения (при постоянных значениях потоков между районами отправления и прибытия), полученного при помощи решения задачи коммивояжера;
- реального качества простого решения.

Таблица 1. Сравнение алгоритмов при лимите времени одного маршрута в 40 мин

TD-VRP решение			VRP-решение			
количество объектов	количество пож. машин	общее время, мин	количество пож. машин	общее время, мин		суммарное опоздание, мин
				ожидаемое	реальное	
1	1	34,73	1	31,306	39,35	0
2	2	65,22	2	54,568	97,96	18,40
3	3	95,84	2	72,01	123,18	39,18
4	3	110,88	3	98,42	153,02	39,74
5	4	140,26	3	119,46	192,96	66,96
6	5	172,38	4	143,38	208,25	61,04
7	5	194,53	4	160,89	215,42	47,42
8	6	221,86	5	186,48	290,69	81,70
9	6	228,20	5	201,29	283,71	75,95
10	7	267,26	6	225,84	294,27	56,80
11	8	300,59	6	242,28	357,20	105,20

Кроме того, приведены значения суммарного опоздания, то есть выхода за лимит нормированного времени прибытия по всем маршрутам простого решения при учете пробок.

В табл. 1, 2 – общее время – это суммарное время для: обработки вызова, сбора и следования на пожар (объект вызова), боевого развертывания, разведки, ввода первого ствола, проведения спасания и эвакуации (при необходимости), локализации и ликвидации

горения, проливки и проведения других неотложных работ (при необходимости), сбора, заправки водой (при необходимости) и возвращения в часть [6, 7].

Таблица 2. Сравнение алгоритмов при лимите времени одного маршрута в 50 мин

TD-VRP решение			VRP-решение			
количество объектов	количество пож. машин	общее время, мин	количество пож. машин	общее время, мин		суммарное опоздание, мин
				ожидаемое	реальное	
1	1	34,73	1	31,30	39,35	0
2	2	61,63	1	46,97	71,20	23,20
3	2	83,44	2	71,75	114,63	40,17
4	3	116,05	2	92,93	121,93	25,93
5	3	142,97	3	116,73	179,43	40,30
6	4	168,62	3	132,20	190,55	47,17
7	4	198,03	4	161,24	224,34	47,12
8	5	223,10	4	176,22	242,79	60,95
9	5	237,93	5	203,27	303,60	63,60
10	6	271,58	5	217,55	316,00	94,34
11	6	286,99	5	235,07	341,61	101,61

Детально разобран пример с одним объектом вызова под номером 11 и ПЧ в точке с номером 13. Рассчитывался маршрут следования от пожарной части к объекту вызова (пожара, возгорания) и обратно. Согласно результатам, рассмотренным в период дня с матрицей переходов C^3 , реализация VRP-решения на сети заняла 50 мин, TDVRP-решения – 34 мин, несмотря на визуально более длинный маршрут следования, в условиях загруженной транспортной сети он оказывается более быстрым. Маршруты движения без учета динамики изменения потоков и с учетом изображены на рис. 2, 3. Таким образом, учет динамики изменения потоков привел к существенному улучшению времени следования по маршруту.

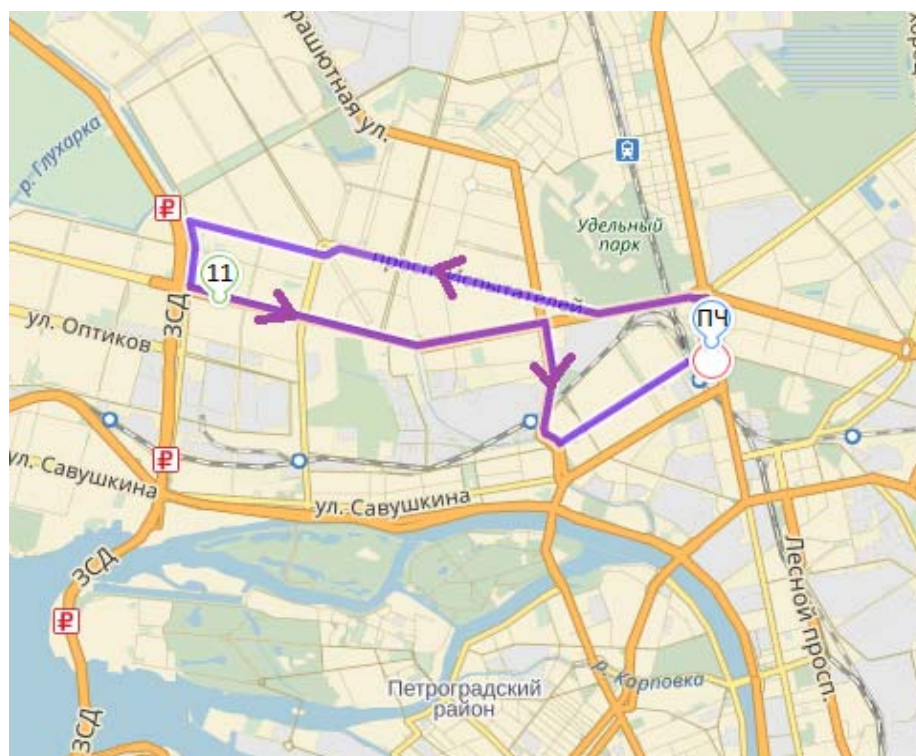


Рис. 2. VRP решение задачи с одним объектом

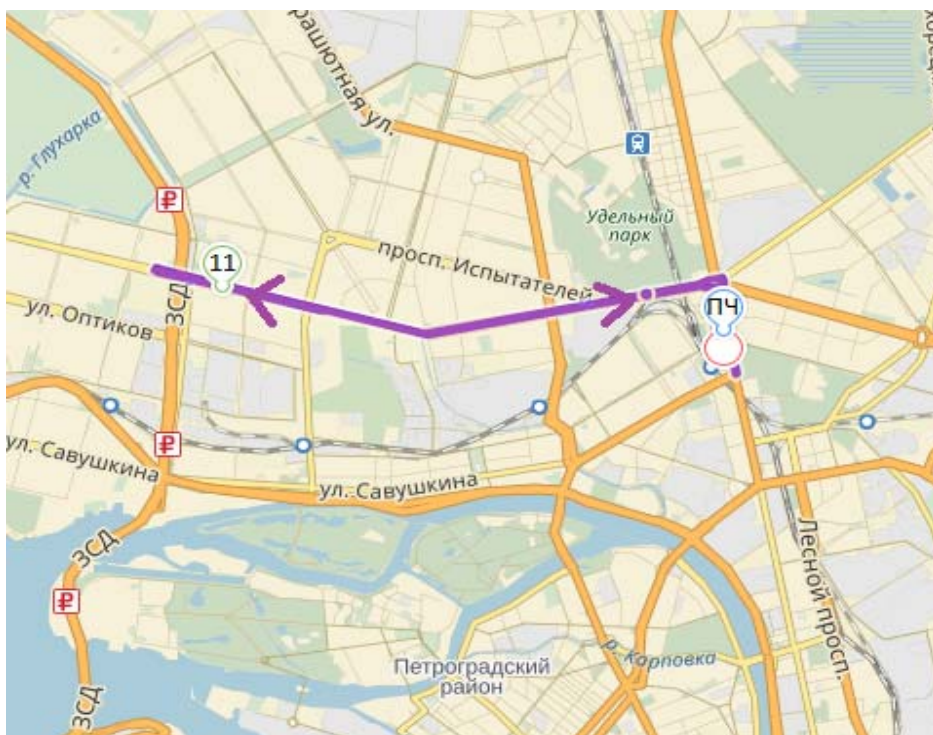


Рис. 3. TD-VRP решение задачи с одним объектом

Рассмотрена и решена задача маршрутизации пожарных автомобилей на примере дорожной сети Санкт-Петербурга при условии нахождения равновесного по Вардропу распределения транспортных потоков города. Время движения моделируется с помощью линейной BPR-функции задержки для пяти матриц корреспонденций, соответствующих разным периодам дня. Приведена формализация задачи TDVRP при условии переменных значений потоков между районами отправления и прибытия АЦ в течение всего периода маршрутизации, рассчитаны кусочно-линейные функции времени передвижения по каждому ребру графа сети Санкт-Петербурга. Задача TDVRP была успешно решена алгоритмом ALNS. Было показано, что решения задачи, которые получены без учета информации о степени загрузки сети, существенно уступают во времени маршрутам, использующим ее при генерации. Также наблюдается выход маршрутов движения за горизонт планирования, то есть имеет место суммарное опоздание при фиксированной продолжительности маршрута одной пожарной машины при движении на реальной сети, что является недопустимым при решении задачи VRP.

Литература

1. Захаров В.В., Крылатов А.Ю. Конкурентное равновесие Вардропы на транспортной сети из параллельных неоднородных маршрутов // Процессы управления и устойчивость. 2014. Т. 1 (17). С. 476–481.
2. Захаров В.В., Крылатов А.Ю. Конкурентная маршрутизация транспортных потоков поставщиками услуг навигации // Управление большими системами: сб. трудов. 2014. № 49. С. 129–147.
3. Захаров В.В., Крылатов А.Ю. Современные проблемы использования интеллектуальной базы математического моделирования при борьбе с заторами в крупных городах России // Транспорт Российской Федерации. 2014. № 4 (53). С. 69–73.
4. Мугайских А.В. О задаче коммивояжера на сети мегаполиса в условиях распределения транспортных потоков по Вардропу // Процессы управления и устойчивость. 2016. Т. 3. № 1. С. 680–684.
5. Захаров В.В. Методы и модели прикладной математической логистики // Процессы управления и устойчивость. 2015. Т. 2. № 1. С. 742–776.

6. Пожарная тактика в вопросах и ответах: учеб. пособие / И.Г. Малыгин [и др.]. СПб.: С.-Петербург. ун-т ГПС МЧС России, 2008. 187 с.

7. Малыгин И.Г., Цыганов В.В., Ближин А.А. Адаптивные механизмы управления пожарно-спасательными подразделениями: монография. СПб.: С.-Петербург. ин-т ГПС МЧС России, 2005. 89 с.

НЕЙРОСЕТЕВАЯ МОДЕЛЬ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ПОЖАРОВЗРЫВООПАСНОСТИ ЛИНЕЙНОЙ ЧАСТИ МАГИСТРАЛЬНЫХ ГАЗОПРОВОДОВ

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

Д.Ю. Минкин, доктор технических наук, профессор;

Д.А. Колесников.

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

На магистральных трубопроводах ежегодно происходят аварии различной степени тяжести, способные нанести вред здоровью и жизни людей, сопровождающиеся огромным материальным ущербом. В связи с этим исключительное значение приобретают вопросы разработки и внедрения в практику новых методов анализа надежности и способов мониторинга безопасной эксплуатации линейно-протяженных объектов. В настоящее время в решении этих вопросов большое внимание уделяется нейросетевым технологиям.

Ключевые слова: магистральный газопровод, пожаровзрывоопасность, мониторинг, нейросетевая модель, алгоритм функционирования

NEURAL NETWORK MODEL OF THE FUNCTIONING OF THE MONITORING SYSTEM OF FIRE AND EXPLOSION HAZARDS OF THE LINEAR PART OF THE MAIN GAS PIPELINES

A.P. Korolkov; D.Yu. Minkin; D.A. Kolesnikov.

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

On the main pipelines, accidents of different severity occur each year, which can damage the health and life of people, accompanied by huge material damage. In this connection, the importance of developing and implementing new methods for analyzing reliability and methods for monitoring the safe operation of linearly extended objects becomes important. Currently, in addressing these issues, much attention is paid to neural network technologies.

Keywords: main gas pipelines, fire and explosion hazards, monitoring, neural network model, algorithm of the functioning

Объекты нефтегазовой отрасли относятся к особо опасным производственным объектам, на которых хранится и транспортируется природный газ под давлением свыше 1,2 МПа или сжиженный углеводородный газ под давлением свыше 1,6 МПа. Только на магистральных трубопроводах происходит в среднем около 55 аварий в год. Возникновение аварийных ситуаций на таких объектах приводит к выходу из строя участка трубопровода или транспортной системы в целом. Поэтому повышение безопасности эксплуатации газотранспортных систем на всех этапах жизненного цикла является актуальной задачей.

В настоящее время техническое диагностирование газотранспортной системы осуществляется с применением различных методов, имеющих различную физическую природу. Несмотря на это, анализ результатов эксплуатации линейной части магистральных газопроводов (ЛЧМГ) позволяет сделать вывод о недостаточности их методического

обеспечения для оценки технического состояния в целях предотвращения аварийных ситуаций [1].

Применение информационных технологий на объектах и комплексах газовой отрасли становится одним из основных направлений технической политики ПАО «Газпром». Возрастающие требования к надежности и безопасности работы оборудования, минимизирующих постоянное присутствие и участие персонала в ходе эксплуатации объектов, становится достижимым только при условии автоматизации процессов мониторинга и диагностики технического состояния (ТС) оборудования и средств [2, 3].

Отсюда следует, что одной из важных задач проектировщика системы мониторинга является учет всех возможных аварийных ситуаций в процессе ее эксплуатации. Для недопущения аварий системы устанавливают пороговые значения измеряемых параметров. Однако пока эти значения не достигнуты, предсказать возможность возникновения неисправностей способен только опытный высококвалифицированный персонал. Поэтому необходима разработка системы, которая была бы способна информировать оператора о динамике развития неисправностей и построении алгоритма, выполняющего диагностику исследуемого объекта на основе спрогнозированных значений его параметров.

Существует множество методов диагностирования, применяемых для прогнозирования безотказной работы сложных технических систем. Каждый из них имеет свои достоинства и недостатки. Сравнительный анализ методов прогнозирования параметров безаварийной работы системы приведен в табл. 1.

Таблица 1. Сравнительный анализ методов прогнозирования параметров безаварийной работы системы

№ п/п	Наименование методов	Преимущества методов	Недостатки методов
1.	Регрессионные методы	Единообразие анализа и проектирования	Низкая адаптивность линейных моделей. Отсутствие способности моделирования нелинейных процессов
2.	Метод экспоненциального сглаживания	Единообразие их анализа и проектирования. Постоянный пересмотр прогнозных значений по мере поступления фактических	Требуют тонкости настройки сглаживающих функций. Оптимальный выбор этих функций является сложной задачей
3.	Авторегрессионные методы	Единообразие анализа и проектирования	Низкие адаптационные свойства. Большое число параметров модели. Отсутствие способности моделирования нелинейных процессов
4.	Нейросетевые методы	Способность устанавливать нелинейные зависимости. Высокие адаптационные свойства	Высокие требования к непротиворечивости обучающей выборки и ресурсоемкость процесса обучения
5.	Экспертные методы	Возможность прогнозирования в условиях наличия неопределенности в исходной информации. Возможность причинного анализа	Возможность субъективности прогноза
6.	Методы прогнозирования по аналогии	Простота реализации	Возможность отсутствия аналога. Неточность результатов в случае наличия нелинейности

В настоящее время для прогнозирования состояния систем большое внимание уделяется методам, в основе которых лежит теория нейронных сетей.

Алгоритм функционирования системы мониторинга пожаро-взрывоопасности ЛЧ МГ, построенной на базе нейронной сети, представлен на рис. 1.

Использование нейронной сети в целях повышения оперативности диагностики и надежности эксплуатации трубопроводных систем [4, 5], предполагает применение комбинированного подхода.

В процессе обучения нейронной сети возникает необходимость применения регрессионного метода для выявления причинно-следственных связей между параметрами объекта мониторинга. Для оценки параметров мониторинга, оказывающих наибольшее влияние на результативный признак, используется комплексный метод стохастического моделирования – корреляционно-регрессионный анализ. Предлагается применять его на втором шаге алгоритма функционирования системы мониторинга пожаровзрывоопасности ЛЧ МГ (рис. 1).



Рис. 1. Алгоритм функционирования системы мониторинга пожаро-взрывоопасности ЛЧ МГ

Выбор критериев для оценки состояния пожаровзрывоопасности зависит от одновременного возникновения двух событий – возможности образования зоны горючей смеси с окислителем и наличия источника инициирования горения достаточной мощности в этой зоне. Поэтому критерии оценки пожаровзрывоопасности разбиты на две группы.

В табл. 2 представлены критерии оценки пожаровзрывоопасности первой группы, имеющие место при разгерметизации МГ, рассмотрены пожаровзрывоопасные свойства веществ, входящих в состав природного газа, за исключением веществ, входящих в его состав в незначительных долях по объему, а также веществ, которые не воспламеняются, и не поддерживают горение других веществ.

К критериям второй группы оценки пожаровзрывоопасности ЛЧ МГ, которые имеют место при наличии потенциального источника инициирования горения, относятся:

- достаточная мощность источника для инициирования горения и/или взрыва многокомпонентной смеси природного газа;
- нахождение источника в зоне образования горючей смеси;
- трансформация зоны горючей смеси в направлении потенциального источника инициирования горения (опасность представляет соединение в одной точке);
- движение потенциального источника инициирования горения в направлении зоны образования горючей смеси.

Этапом, следующим за выбором параметров мониторинга и критериев оценки пожаровзрывоопасности, является построение нейронной сети. Для мониторинга пожаровзрывоопасности участков МГ предложено использовать трехслойную рекуррентную нейронную сеть.

Выбор трехслойной структуры нейронной сети обусловлен оптимальными значениями выходных параметров в сравнении с двухслойной сетью и противоречивостью результатов при использовании четырех и более слоев.

Таблица 2. Критерии оценки пожаровзрывоопасности ЛЧ МГ при разгерметизации МГ

№ п/п	Критерии пожаровзрывоопасности	Пожаровзрывоопасные компоненты природного газа			
		метан	этан	пропан	бутан
1	Группа горючести газа	1	2	2	2
2	Температура самовоспламенения (в смеси с воздухом при атмосферном давлении), °С	650	510	500	429
3	Концентрационные пределы распространения пламени (воспламенения), % об.	5–15	3,2–13	2–9,5	1,5–8,5
4	Минимальная энергия зажигания, мДж	0,29	0,24	0,26	0,26
5	Нормальная скорость распространения пламени для смеси с воздухом, м/с	0,28	0,32	0,31	0,30
6	Минимальное взрывоопасное содержание кислорода (теоретическая потребность в сухом кислороде), м ³	2,0	3,5	5,0	6,5
7	Минимальная флегматизирующая концентрация флегматизатора (СО ₂), % об.	24	34	32	29
8	Максимальное давление взрыва, кПа	706	675	843	843
9	Скорость нарастания давления взрыва, МПа/с	98,6	17,2	17,2	15,85

Выбор рекуррентной архитектуры нейронной сети (рис. 2) в качестве инструмента решения задачи мониторинга пожаровзрывоопасности ЛЧ МГ обусловлен тем, что такая сеть (сеть Элмана) позволяет прогнозировать даже на сильно зашумленных временных рядах, что особенно важно при смене значений входных сигналов на различных участках трубопроводов.

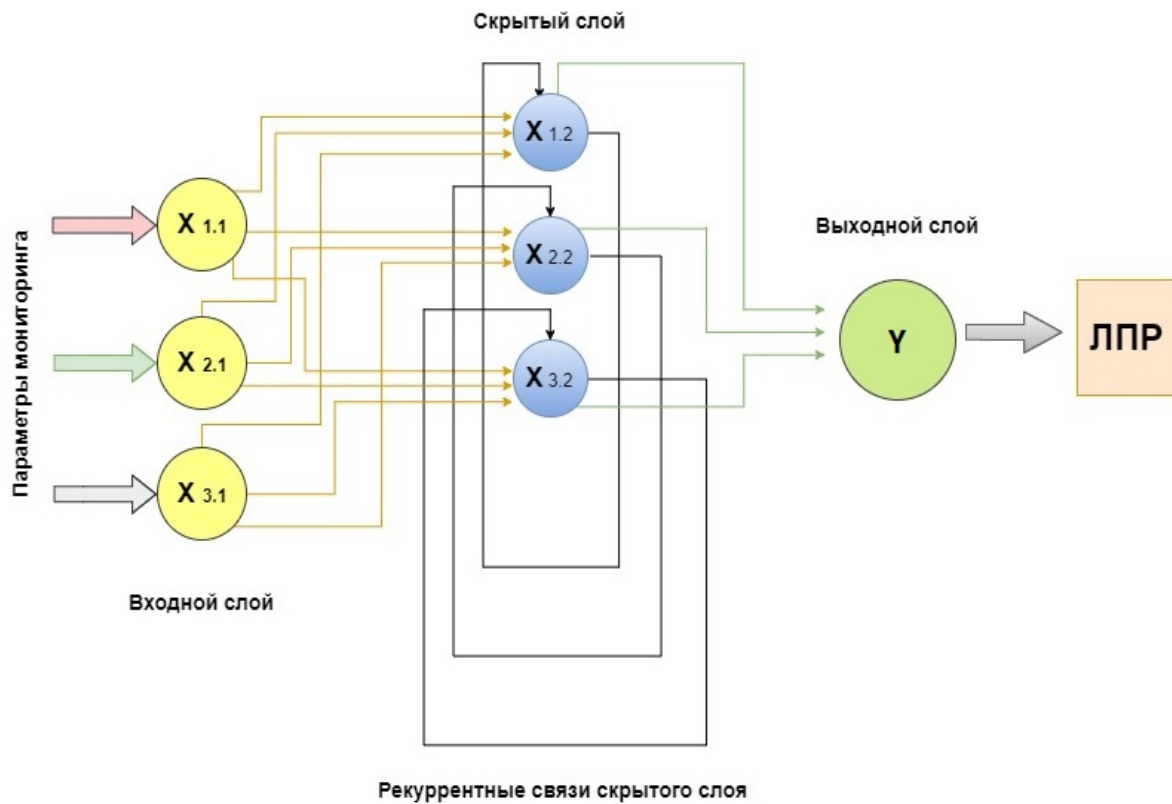


Рис. 2. Схема трехслойной рекуррентной нейронной сети

В общем виде нейронная сеть может быть представлена в следующем виде:

$$s = \sum_{i=0}^n x_i \cdot w_i ,$$

где S – взвешенная сумма входов сети; i – номер входа сети; n – номер слоя сети (1–3); x_i – значение на i входе нейронной сети; w_i – весовой коэффициент i входа сети.

Выход нейрона выражен в виде функции состояния нейронной сети:

$$Y = f(s) .$$

После предобработки на входы нейронной сети подаются текущие значения параметров мониторинга:

$P_{ЛЧМГ}$ – рабочее давление на участке МГ;

$P_{УМГ}$ – давление в МГ при образовании утечки;

$T_{РАБ}$ – температура перекачиваемого природного газа;

t_{OC} – температура воздуха в зоне участка мониторинга;

t_{MG} – средняя температура газа внутри участка мониторинга;

P_{KMG} – комплексный показатель технического состояния ЛЧ МГ;

G_L – показатель наличия утечки газа на участке газопровода;

$Q_{ПНИГ}$ – показатель наличия источника инициирования горения;

K – показатель компонентного состава газа;

V – показатель, учитывающий скорость ветра;

D_W – показатель, учитывающий направление ветра.

Требуемое количество нейронов в скрытом слое сети может быть определено по формуле:

$$\frac{N_y Q}{1 + \log_2(Q)} \leq N_w \geq N \left(\frac{Q}{N_y} + 1 \right) (N_x + N_y + 1) + N_y,$$

где N_x – размерность входного сигнала; N_y – размерность выходного сигнала; N_w – необходимое число синаптических связей; Q – число элементов множества обучающих примеров.

Архитектура нейронной сети, состоящей из трех слоев может быть описана следующим математическим выражением:

$$g_i(\theta) = y_i(\theta) = y_i(w, W) = F_i \left(\sum_{i=1}^{n_h} W_{ij} f_j \left(\sum_{l=1}^{n_\varphi} w_{lj} \varphi_l \right) + W_{i0} \right),$$

где n_φ – размерность вектора входов φ нейронной сети; n_h – число нейронов в скрытом слое; θ – вектор настраиваемых параметров нейронной сети, включающий весовые коэффициенты и смещения нейронов (w_{jl} , W_{ij}); f_j – активационная функция нейронов скрытого слоя; F_i – активационная функция нейронов выходного слоя.

Следующим этапом создания модели является обучение искусственной нейронной сети. При обучении нейронной сети каждому i входу сети присваиваются собственные весовые коэффициенты. Корректировка весовых коэффициентов обученной нейронной сети позволяет производить учет как стохастических (вероятностных) связей, так и функциональных связей (детерминированных). Это достигается выбором требуемой функции активации нейронов.

Для назначения весовых коэффициентов искусственной нейронной сети были определены критерии оценки пожаровзрывоопасности ЛЧ МГ (табл. 2).

Разработанная модель протестирована на массиве данных, полученных при оценке и прогнозе коррозионного состояния четырех участков МГ «Валдай–Псков–Рига» (0–93,0 км), «Валдай–Псков–Рига» (91,5–169,6 км), «Брянск–Смоленск» (70,0–228,9 км), «Торжок–Минск–Ивацевичи-1» (250,0–390,0 км).

На основе расчетов остаточного ресурса изоляционного покрытия, состояния металла трубопровода, результатов внутритрубной диагностики, коррозионных факторов, влияющих на состояние трубопровода, диагностических данных в местах пересечения трубопроводов с естественными, искусственными препятствиями и линиями электропередач, состояния средств электрохимической защиты трубопроводов (установок катодной, протекторной, дренажной защиты, контрольно-измерительных пунктов), данных о соблюдении охранных зон произведено формирование карты коррозионного состояния перечисленных участков МГ. С помощью карт коррозионного состояния определены потенциально опасные участки ЛЧ МГ. На этих участках многократно, в период с 1 октября по 20 декабря 2016 г., определялись

текущие значения параметров мониторинга и оценка их в основе пожаровзрывоопасности ЛЧ МГ. Результаты, полученные при анализе работы нейронной сети, позволили сделать вывод о безопасном состоянии всех исследуемых участков.

В заключении можно сделать следующие выводы:

1. Результаты моделирования, полученные в ходе исследования, позволяют сделать вывод о целесообразности применения нейронных сетей в целях предупреждения возникновения и развития аварий МГ.

2. Предложенный алгоритм определяет порядок разработки и проверки пожаровзрывоопасности ЛЧ МГ, основанной на использовании трехслойной рекуррентной нейронной сети.

3. Мониторинг параметров на участках газопровода, проведение его в реальном режиме времени позволяют проводить прогноз безаварийной работы участка и выявлять степень угрозы возникновения аварий.

Литература

1. СТО Газпром 2-2.3-253–2009. Методика оценки технического состояния и целостности магистральных газопроводов. М.: Газпром экспо, 2009. 38 с.

2. СТО Газпром 2-2.1-1043–2016. Автоматизированный газовый промысел. Технические требования к технологическому оборудованию и объемам автоматизации при проектировании и обустройстве на принципах малолюдных технологий. М.: Газпром экспо, 2016. 31 с.

3. Бувалый Г.Е., Завершинский В.С. Методы построения систем мониторинга и диагностики оборудования и средств автоматизации газовых промыслов с учетом требований нормативной документации ПАО «Газпром» // Газовая промышленность. 2017. № 3 (749). С. 85–91.

4. Корольков А.П., Колесников Д.А. Перспективы применения нейротехнологий в целях мониторинга состояния магистральных нефтепроводов в Арктической зоне // Проблемы управления рисками в техносфере. 2016. № 3 (39). С. 6–12.

5. Круглов В.В., Борисов В.В. Искусственные нейронные сети. Теория и практика. М.: Горячая линия – Телеком, 2002. 382 с.

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО КОЛЛЕКТОРА ДЛЯ ЗАЩИТЫ ГРУППЫ РЕЗЕРВУАРОВ С НЕФТЕПРОДУКТАМИ

А.А. Бондарь, кандидат технических наук;

П.Н. Марухин;

**А.А. Таранцев, доктор технических наук, профессор,
заслуженный работник высшей школы Российской Федерации.**

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России.

А.В. Клейменов, доктор технических наук.

Дирекция нефтепереработки ПАО «Газпром нефть»

Рассмотрены вопросы противопожарной защиты группы резервуаров посредством оборудования их гидравлическим коллектором с вводами от насосной станции и отводами к трубопроводам орошения стенок резервуаров и охлаждения огнепреградителей дыхательной арматуры. Приведена математическая модель гидравлической схемы коллектора. Рассмотрены методы решения задач анализа и синтеза гидравлического коллектора для обеспечения требуемых расходов воды при пожаре.

Ключевые слова: резервуарный парк, группа резервуаров, пожарная безопасность, водоснабжение

MATHEMATICAL MODEL OF HYDRAULIC MANIFOLD FOR PETROLEUM TANKS PROTECTION

A.A. Bondar; P.N. Maruhin; A.A. Tarantsev.

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

A.V. Klymenov. Directorate of oil refining PSC «Gazprom Neft»

Given the issues of fire protection of a group of tanks through the equipment of their hydraulic manifold with inlets from the pumping station and pipelines to irrigation of the walls of tanks and cooling of a flame-arrester breathing valve. Given the mathematical model of the hydraulic manifold scheme. The methods of solving problems of analysis and synthesis of hydraulic manifold to provide the required water flow in case of fire.

Keywords: reservoir park, group of tanks, fire safety, water delivery

Резервуарные парки – склады для хранения легковоспламеняющихся (ЛВЖ) и горючих жидкостей (ГЖ) [1] являются неотъемлемой частью промышленной инфраструктуры многих стран, в том числе России. В крупных резервуарных парках (категории I и II) резервуары следует объединять в группы с общим обвалованием (рис. 1).



Рис. 1. Общий вид резервуарного парка

Как свидетельствует статистика [2], полное разрушение резервуаров происходит с частотой $5 \cdot 10^{-6}$ год⁻¹, а горение в дыхательной арматуре или по всей поверхности резервуара со стационарной крышей происходит с еще большей частотой: $9 \cdot 10^{-5}$ год⁻¹ (рис. 2).



Рис. 2. Горение на дыхательной арматуре резервуара

При этом помимо собственно ущерба от пожара существует угроза взрыва резервуара с риском для жизни пожарных и третьих лиц и риском вывода из строя резервуарного парка в целом [3]. Тушение горящего резервуара также представляет значительную проблему и требует проведения пенных атак после сосредоточения требуемых сил и средств [4], а до их прибытия – охлаждения стенок горящего и соседних резервуаров и дыхательной арматуры.

В типовых сценариях развития пожара, приведенных в работах [5, 6], переход от одиночного пожара резервуара к пожару группы резервуаров возможен при горении на их дыхательной арматуре (рис. 2). Необходимость подачи лафетного ствола для охлаждения дыхательной арматуры резервуаров при пожаре прописана в работе [6] как первоочередная задача для пожарных подразделений. В соответствии с нормами [1, 7, 8] резервуары объемом 5 000 куб. м и более оборудуются только стационарными установками охлаждения стенок, резервуары меньшего объема стационарными установками охлаждения не оборудуются.

Математическая модель гидравлического коллектора для группы резервуаров

Для решения задачи противопожарной защиты группы резервуаров представляется целесообразным снабдить их гидравлической системой защиты, состоящей из общего кольцевого трубопровода (коллектора), запитываемого от насосной станции, имеющего отводы к каждому резервуару, запорной арматуры, трубопроводов и оросителей. Гидравлическая система защиты резервуаров с нефтепродуктами – совмещение стационарных установок охлаждения резервуаров, состоящих из полуколец или четвертей колец орошения стенок резервуаров с устройствами орошения огнепреградителей в дыхательной арматуре. С целью защиты коллектора при вскипании и выбросе ЛВЖ и ГЖ в обвалование, а также при взрыве резервуара его следует размещать вне обвалования. Резервуары в группе желательно размещать так, чтобы минимизировать прохождение трубопроводов в границах обвалования – на рис. 3 показан вариант группы с шестью резервуарами.

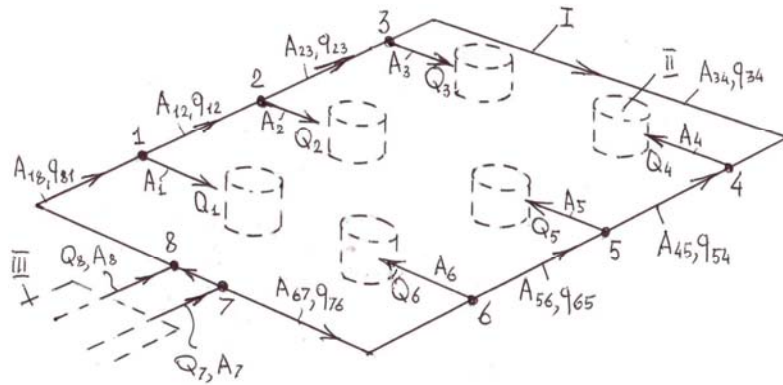


Рис. 3. Общий вид группы резервуаров с гидравлическим коллектором:
 I – коллектор; II – резервуары; III – насосная станция; 1, ..., 8 – отводы

В зависимости от сценария пожара к каждому резервуару могут подаваться различные расходы воды $\{Q\}$ – на полное или частичное орошение стенок и на охлаждение огнепреградителей дыхательной арматуры.

При проектировании гидравлического коллектора для группы резервуаров могут решаться, как правило, задачи анализа и синтеза. В первом случае при известных параметрах трубопроводов и напорно-расходных характеристиках (НРХ) насосов требуется определить величины расходов $\{Q\}$ воды, подаваемых к резервуарам при различных сценариях пожара, и оценить тем самым достаточность водоснабжения. Во втором случае формулировок задач синтеза может быть несколько, в частности, при заданных расходах $\{Q\}$ и известных параметрах трубопроводов требуется найти необходимые НРХ насосов.

Но в любом случае для решения этих задач необходимо иметь математическую модель гидравлического коллектора, схема которого применительно к шести резервуарам и двум вводам от насосной станции приведена на рис. 3. Приняв стандартные допущения [9], исходя из соотношений гидравлического баланса [10], можно записать уравнения:

$$\begin{aligned}
 p_8 - p_1 &= A_{18} q_{81}^2, \\
 p_1 - p_2 &= A_{12} q_{12}^2, \\
 p_2 - p_3 &= A_{23} q_{23}^2, \\
 p_3 - p_4 &= A_{34} q_{34}^2, \\
 p_5 - p_4 &= A_{45} q_{54}^2, \\
 p_6 - p_5 &= A_{56} q_{65}^2, \\
 p_6 - p_5 &= A_{56} q_{65}^2, \\
 p_7 - p_6 &= A_{67} q_{76}^2, \\
 p_7 - p_8 &= A_{78} q_{78}^2, \\
 p_1 &= A_1 Q_1^2 = A_1 (q_{81} - q_{12})^2, \\
 p_2 &= A_2 Q_2^2 = A_2 (q_{12} - q_{23})^2, \\
 p_3 &= A_3 Q_3^2 = A_3 (q_{23} - q_{34})^2, \\
 p_4 &= A_4 Q_4^2 = A_4 (q_{34} + q_{45})^2, \\
 p_5 &= A_5 Q_5^2 = A_5 (q_{65} - q_{54})^2, \\
 p_6 &= A_6 Q_6^2 = A_6 (q_{76} - q_{65})^2, \\
 p_7 &= p_{70} - A_7 Q_7^2, \\
 p_8 &= p_{80} - A_8 Q_8^2, \\
 Q_7 + Q_8 &= \sum_{i=1}^6 Q_i,
 \end{aligned}$$

где p_1, \dots, p_8 – давления воды в точках 1...8 (рис. 3); Q_1, \dots, Q_6 – требуемые расходы воды к резервуарам; Q_7, Q_8 – расходы воды от насосов в коллектор; $\{A_{ij}\}$ – гидравлическое сопротивление между i и j точками [11, 12]; $\{A_k\}$ – эквивалентное гидравлическое сопротивление гидросистемы k резервуара (зависят от сценария пожара – нужно подавать воду на полное или секторное орошение стенок и охлаждение огнепреградителей), $k=1, \dots, 6$; $\{q_{ij}\}$ – расход воды между i и j точками; p_{70}, p_{80} – давление на выходе из питающих насосов; A_7, A_8 – гидравлические сопротивления вводов в коллектор.

Полагая, что оба насоса одинаковы и их совместная НРХ имеет вид:

$$p = p_{HO} - A_{HO} \left(\sum_{i=1}^6 Q_i \right)^2,$$

где p_{HO}, A_{HO} – параметры общей НРХ, и проведя алгебраические преобразования, получаем систему нелинейных алгебраических уравнений:

$$A_1 Q_1^2 - A_2 Q_2^2 - A_{12} \left(\sqrt{\frac{p_{HO} - A_1 Q_1^2}{A_{HO} + A_0 + A_{01}}} - Q_1 \right)^2 = \Delta_1 \rightarrow 0, \quad (1)$$

$$A_2 Q_2^2 - A_3 Q_3^2 - A_{23} \left(\sqrt{\frac{p_{HO} - A_1 Q_1^2}{A_{HO} + A_0 + A_{01}}} - Q_1 - Q_2 \right)^2 = \Delta_2 \rightarrow 0, \quad (2)$$

$$A_3 Q_3^2 - A_4 Q_4^2 - A_{34} \left(\sqrt{\frac{p_{HO} - A_1 Q_1^2}{A_{HO} + A_0 + A_{01}}} - Q_1 - Q_2 - Q_3 \right)^2 = \Delta_3 \rightarrow 0, \quad (3)$$

$$A_5 Q_5^2 - A_4 Q_4^2 - A_{45} \left(\sqrt{\frac{p_{HO} - A_6 Q_6^2}{A_{HO} + A_0 + A_{06}}} - Q_5 - Q_6 \right)^2 = \Delta_4 \rightarrow 0, \quad (4)$$

$$A_6 Q_6^2 - A_5 Q_5^2 - A_{56} \left(\sqrt{\frac{p_{HO} - A_6 Q_6^2}{A_{HO} + A_0 + A_{06}}} - Q_6 \right)^2 = \Delta_5 \rightarrow 0, \quad (5)$$

$$\sqrt{\frac{p_{HO} - A_1 Q_1^2}{A_{HO} + A_0 + A_{01}}} + \sqrt{\frac{p_{HO} - A_6 Q_6^2}{A_{HO} + A_0 + A_{06}}} - \sum_{i=1}^6 Q_i = \Delta_6 \rightarrow 0. \quad (6)$$

Анализ гидравлического коллектора

Используя систему уравнений (1–6), задача анализа гидравлического коллектора сводится к нахождению расходов Q_1, \dots, Q_6 при известных НРХ насосов и сопротивлениях $\{A\}$ из условия:

$$\sum_{i=1}^6 \Delta_i^2 \rightarrow \min, \quad (7)$$

что может быть осуществлено численными методами [13]. Если для всех расходов Q_1, \dots, Q_6 выполняется условие:

$$Q_i \geq Q_{\text{доп}}, \quad i=1, \dots, 6, \quad (8)$$

где $Q_{\text{доп}}$ – требуемый расход воды на охлаждение стенок и огнепреградителей, то гидравлический коллектор с насосной станцией обеспечит защиту группы резервуаров в случае пожара.

Если же условие (8) не выполняется хотя бы для одного расхода на резервуар, то необходимо либо уменьшить гидравлические сопротивления, либо использовать более мощные насосы, после чего повторить нахождение расходов Q_1, \dots, Q_6 из условия (7) с проверкой по выражению (8).

Синтез гидравлического коллектора

Задача синтеза гидравлического коллектора может иметь две постановки. В первом случае при заданных величинах расходов Q_1, \dots, Q_6 и гидравлических сопротивлениях $\{A\}$ требуется найти НРХ насосов. Для этого может использоваться условие (7), но, в отличие от задачи анализа, искомыми величинами являются параметры НРХ $p_{\text{НО}}$ и $A_{\text{НО}}$.

Во втором случае также заданы расходы Q_1, \dots, Q_6 , НРХ насосов и эквивалентные сопротивления A_1, \dots, A_6 , а требуется найти сопротивления трубопроводов $\{A_{ij}\}$. Полагая, что известны величины A_0, A_{01} и A_{06} , из выражений (1–5) можно найти искомые сопротивления в явном виде:

$$A_{12} = (A_1 Q_1^2 - A_2 Q_2^2) \left(\sqrt{\frac{p_{\text{НО}} - A_1 Q_1^2}{A_{\text{НО}} + A_0 + A_{01}}} - Q_1 \right)^{-2},$$

$$A_{23} = (A_2 Q_2^2 - A_3 Q_3^2) \left(\sqrt{\frac{p_{\text{НО}} - A_1 Q_1^2}{A_{\text{НО}} + A_0 + A_{01}}} - Q_1 - Q_2 \right)^{-2},$$

$$A_{34} = (A_3 Q_3^2 - A_4 Q_4^2) \left(\sqrt{\frac{p_{\text{НО}} - A_1 Q_1^2}{A_{\text{НО}} + A_0 + A_{01}}} - Q_1 - Q_2 - Q_3 \right)^{-2},$$

$$A_{45} = (A_5 Q_5^2 - A_4 Q_4^2) \left(\sqrt{\frac{p_{\text{НО}} - A_6 Q_6^2}{A_{\text{НО}} + A_0 + A_{06}}} - Q_5 - Q_6 \right)^{-2},$$

$$A_{56} = (A_6 Q_6^2 - A_5 Q_5^2) \left(\sqrt{\frac{p_{\text{НО}} - A_6 Q_6^2}{A_{\text{НО}} + A_0 + A_{06}}} - Q_6 \right)^{-2}.$$

Таким образом, получены математические выражения, позволяющие решать задачи анализа и синтеза коллектора гидравлической системы защиты для группы резервуаров в интересах обеспечения их пожарной безопасности. При необходимости на основании изложенного подхода может быть спроектирован гидравлический коллектор не только для шести, а для любого количества резервуаров. В дальнейшем представляется целесообразным рассмотреть вопросы расчетной оценки эквивалентных гидравлических сопротивлений.

Литература

1. СП 155.13130.2013. Склады нефти и нефтепродуктов. Требования пожарной безопасности. Доступ из справ.-правовой системы «Гарант».
2. Методика определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах: Приказ МЧС России от 10 июля 2009 г. № 404 (зарег. в Минюсте Рос. Федерации).

17 авг. 2009 г., рег. № 14 541) // МЧС России. URL: <http://86.mchs.gov.ru/document/3292928> (дата обращения: 09.06.2017).

3. РД-13.220.00-КТН-014-10. Нормы проектирования систем пенного пожаротушения и водяного охлаждения объектов магистральных нефтепроводов и нефтепродуктов.

4. СО 03-06-АКТНП-006-200.4 Нормы пожарной безопасности. Проектирование и эксплуатация систем пожаротушения нефтепродуктов в стальных вертикальных резервуарах системы ОАО «АК «Транснефтепродукт» // Библиотека ГОСТов, стандартов и нормативов. URL: http://www.infosait.ru/norma_doc/54/54770/ (дата обращения: 18.07.2017).

5. Описание пожара, произошедшего 22 августа 2009 г. в резервуарном парке линейной производственно-диспетчерской станции «Конда» филиала «Урайское УМН» ОАО «Сибнефтепровод», расположенного по адресу: Ханты-Мансийский автономный округ – Югра, Кондинский район. Ханты-Мансийск, 2009.

6. Планирование и организация тушения пожаров. Пожарная тактика: учеб. / А.П. Решетов [и др.]; под общ. ред. В.С. Артамонова. СПб.: С.-Петербург. ун-т ГПС МЧС России, 2015. 395 с.

7. Рекомендации по обеспечению пожарной безопасности объектов нефтепродуктообеспечения, расположенных на селитебной территории. М.: ВНИИПО, 1996.

8. Руководство по тушению нефти и нефтепродуктов в резервуарах и резервуарных парках. М.: ВНИИПО, 1999.

9. Чугаев Р.Р. Гидравлика (техническая механика жидкости). 4-е изд., перераб. и доп. Л.: Энергоиздат, 1982. 672 с.

10. Пивоваров Н.Ю., Таранцев А.А. Моделирование водоотдачи кольцевых сетей наружного противопожарного водопровода // Пожаровзрывобезопасность. 2014. № 12. С. 69–76.

11. Артамонов В.С., Груданова О.В., Таранцев А.А.. Уточненный порядок расчета одноуровневых разветвленных гидравлических сетей // Пожаровзрывобезопасность. 2008. № 3. С. 77–83.

12. Идельчик И.Е. Справочник по гидравлическим сопротивлениям. М.: Энергия, 1975.

13. Химмельблау Д. Прикладное нелинейное программирование. М.: Мир, 1975.

ОСОБЕННОСТИ МОДЕЛИРОВАНИЯ ДВИЖЕНИЯ РАЗГОННОГО БЛОКА С КОНТЕЙНЕРОМ ДЛЯ ЭКСТРЕННОЙ ДОСТАВКИ ГРУЗОВ В ТРУДНОДОСТУПНЫЕ РАЙОНЫ

М.А. Лосев.

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России.

А.В. Шевченко, кандидат технических наук;

Е.А. Полежаева.

Военно-космическая академия им. А.Ф. Можайского

Рассмотрена и обоснована возможность экстренной доставки грузов в труднодоступные районы (Арктическая зона, Крайний Север, Северный морской путь, горные районы) с использованием ракетных разгонных блоков. Приведены уравнения, описывающие динамику движения разгонного блока с грузовым контейнером на активном и пассивном участках траектории. Получены аэродинамические коэффициенты применительно к движению разгонных блоков с большими углами атаки. Показана необходимость уточненных баллистических расчетов для конкретных оценок доставляемых масс грузов на требуемые

расстояния. Экстренная доставка грузов данной системой может осуществляться как на российские, так и на зарубежные объекты.

Ключевые слова: экстренная доставка, труднодоступный район, разгонный блок, контейнер, посадочная система, аэродинамические коэффициенты

FEATURES MODELING TRAFFIC BOOSTER THE BLOCK CONTAINER FOR EMERGENCY CARGO DELIVERY IN HARD-TO-REACH AREAS

M.A. Losev. Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia.

A.V. Shevchenko; E.A. Polezhaeva.

Military space Academy named by Alexander Mozhayskiy.

Reviewed and substantiated the possibility of emergency cargo delivery in remote areas (Arctic, the far North, the Northern sea route, mountain areas) using a rocket booster blocks. The equations describing the momentum booster with a cargo container on the active and passive sections of the path. Aerodynamic factors are obtained with respect to the movement of transfer blocks with large angles of attack. Shows need for corrected ballistic calculations for specific evaluations delivered masses of cargo at the required distance.

Keywords: urgent delivery, difficult of access district, starting block, container, landing system, aerodynamic coefficients

Освоение районов Крайнего Севера и Арктической зоны, Северного морского пути (рис. 1–3) ввиду экономических, политических и других причин является одним из приоритетных направлений развития Российской Федерации [1–3]. При функционировании различных объектов в таких районах могут возникать ситуации, требующие немедленной доставки необходимых грузов – блоков аппаратуры взамен отказавших, медикаментов, оборудования, продовольствия, аварийно-спасательных средств и т.п., что в какой-то период невозможно осуществить ни авиацией, ни другими видами транспорта. Проблема срочной доставки грузов может возникать и при различных чрезвычайных ситуациях (ЧС) в труднодоступных горных районах. Эти обстоятельства обуславливают необходимость разработки специальных средств экстренной доставки грузов.



Рис. 1. Производственный объект и жилой городок



Рис. 2. Движение по Северному морскому пути

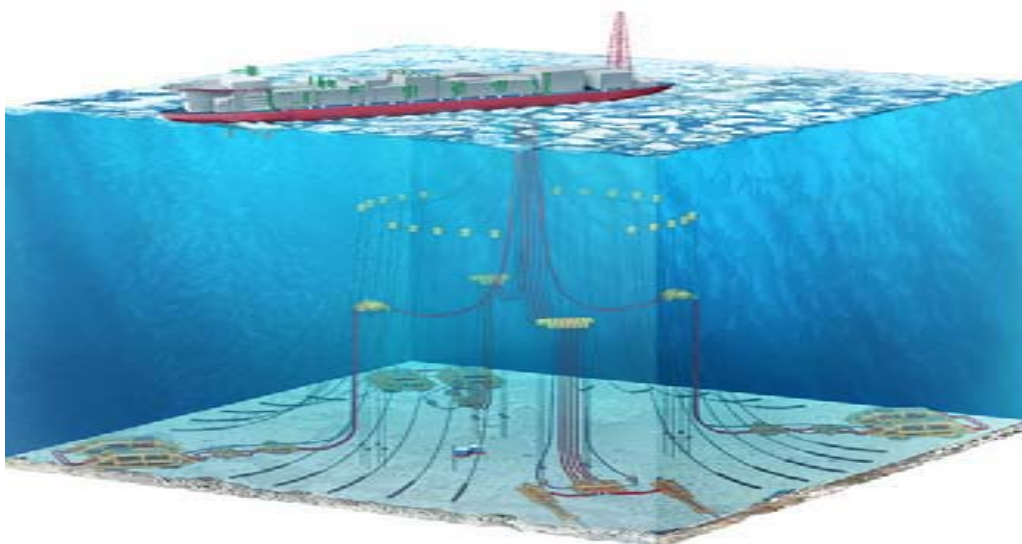


Рис. 3. Добыча полезных ископаемых в Северном Ледовитом океане

Для решения данной проблемы была предложена и запатентована ракетная система [4], предназначенная для экстренной доставки грузов на аварийный объект (рис. 4). Она состоит из разгонного блока (РБ) 1 в виде ступени ракеты, контейнера 2 с грузом и посадочного средства 4 [5]. Базируясь на стартовых станциях 3 в высокоширотных районах с соответствующей инфраструктурой, система [4] может экстренно доставить и мягко приземлить предварительно загруженный контейнер в пункте назначения 5, находящемся на Крайнем Севере, в Арктической зоне, на Северном морском пути или в другом труднодоступном месте, например в горах.

Важным фактором является возможность экстренной доставки грузов не только на российские объекты, но и на зарубежные в рамках соответствующих договоренностей.

Кроме того, при освоении Крайнего Севера и Арктической зоны может возникнуть необходимость экстренной эвакуации с аварийных объектов (например, при пожаре на нефтедобывающей платформе), для чего разработана эвакуационная система [6] также с ракетным разгонным блоком.

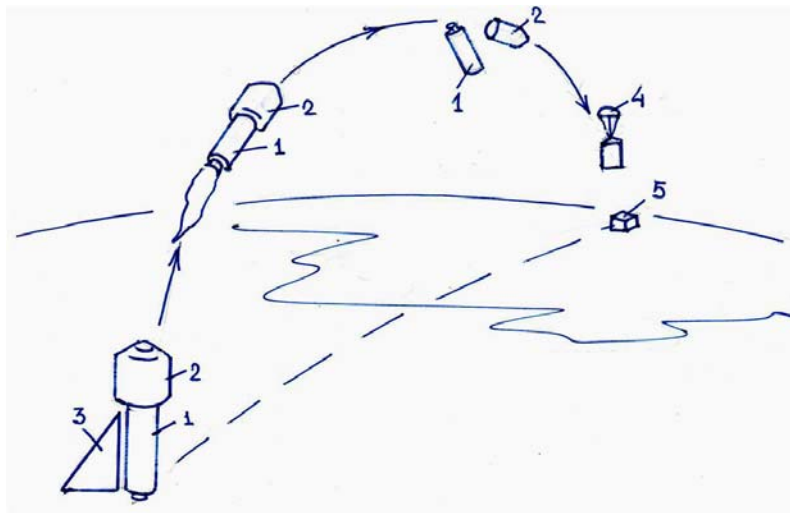


Рис. 4. Схема экстренной доставки грузов с использованием устройств [4], [5]:
 1 – РБ; 2 – контейнер с грузом; 3 – стартовая станция;
 4 – посадочная система; 5 – пункт назначения

Возможность массового применения устройств [4] и [6] обуславливается также и конверсией оборонной промышленности, сокращением и модернизацией ракетных войск, что приводит к снятию с вооружения и высвобождению большого числа исправных ракетных блоков, пригодных к использованию в мирных целях.

Применение устройств [4], [6], в отличие от боевых ракет, имеющих сложные средства наведения, не представляет большой трудности. РБ с контейнерами могут базироваться в одноразовых ангарах, обеспечивающих защиту от неблагоприятных погодных условий и оперативную загрузку контейнера, а наведение на пункт назначения может осуществляться по радиосигналам с этого пункта или из внешнего центра управления – со спутника или самолета. Точность приземления обуславливается только ветровыми нагрузками в районе пункта назначения.

В работе [7] приведены математические модели движения РБ с контейнером на активном участке траектории (АУТ) и контейнера на пассивном участке траектории (ПУТ). Предварительный анализ траекторий показал, что ввиду пониженной тяговооруженности из-за значительной относительной массы контейнера движение РБ с контейнером будет происходить с большими углами атаки α (α – угол между осью РБ и вектором скорости), что не характерно для обычных баллистических ракет [8, 9] и слабо отражено в специальной литературе, например в работе [10].

В этой связи возникает необходимость нахождения аэродинамических коэффициентов РБ с контейнерами при больших углах атаки и построения уточненных баллистических моделей для АУТ и ПУТ при условии, что топливо в конце АУТ должно быть выработано полностью во избежание экологических проблем.

Движение РБ с контейнером на АУТ (рис. 5а) в предположении незначительности кривизны земли ввиду ограниченной дальности полета (это идет «в запас» дальности) может быть описано системой обыкновенных дифференциальных уравнений [8, 9]:

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{dV_H}{dt} = \frac{(P - X) \sin \theta + Y \cos \theta}{m(t)} - g, \quad (1) \\ \frac{dV_L}{dt} = \frac{(P - X) \cos \theta - Y \sin \theta}{m(t)}, \quad (2) \\ \frac{dH}{dt} = V_H, \quad (3) \\ \frac{dL}{dt} = V_L, \quad (4) \end{array} \right.$$

где m – текущая масса РБ с контейнером; t – время, отсчитываемое от начала пуска; V_H, V_L – вертикальная и горизонтальная составляющие скорости; H, L – высота и дальность, отсчитываемая от стартовой станции; P – сила тяги РБ; θ – программный угол; X, Y – продольная и поперечная составляющие аэродинамической силы.

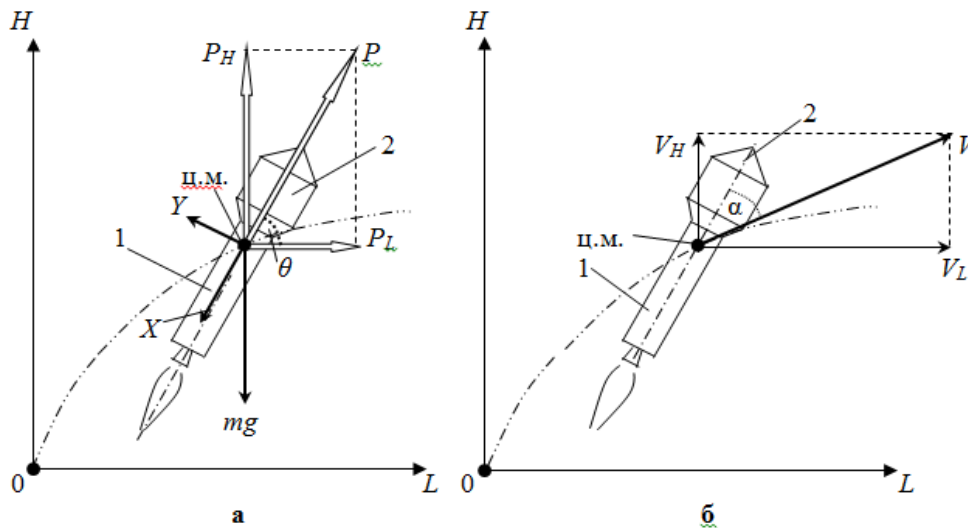


Рис. 5. Расклад сил (а) и скоростей (б) при движении РБ 1 с контейнером 2 на активном участке траектории

Начальные условия для дифференциальных уравнений (1–4) могут иметь вид:

$$V_H(t=0)=V_L(t=0)=0, H(t=0)=L(t=0)=0, m(t=0)=m_0,$$

где m_0 – стартовая масса РБ с контейнером. Сила тяги P пропорциональна массовому расходу G и характеристической скорости W и в первом приближении может быть представлена произведением $P \approx WG$, а масса m убывает пропорционально расходу G : $m = m_0 - Gt$.

Принимая во внимание квадратичный закон сопротивления атмосферы [8–10], продольную X и поперечную Y силы аэродинамического сопротивления можно определить по выражениям:

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} C_X(M, \alpha) \\ C_Y(M, \alpha) \end{bmatrix} S_{\text{мид}} \frac{\rho(H)}{2} V^2, \quad (5)$$

где C_X и C_Y – коэффициенты аэродинамического сопротивления РБ с контейнером [8], зависящие от угла атаки α и числа Маха $M = V/a(H)$ (a – скорость звука в атмосфере в зависимости от высоты H); $S_{\text{мид}}$ – максимальная площадь миделя, м^2 ; $\rho(H) \approx 1,225 \cdot 10^{-0,06154H}$ – изменение плотности стандартной атмосферы [9] с высотой ($H < 150$ км), $\text{кг}/\text{м}^3$; $V = \sqrt{V_H^2 + V_L^2}$ – скорость РБ с контейнером (рис. 5б), $\text{м}/\text{с}$.

Угол атаки α может быть определен из выражения:

$$\alpha = \theta - \text{arctg} \frac{V_H}{V_L}. \quad (6)$$

Для определения величин коэффициентов C_X и C_Y было проведено компьютерное моделирование с использованием программы [11]. Это позволило воспроизвести характер аэродинамического обтекания типовых РБ с контейнерами (рис. 6) и найти значения аэродинамических коэффициентов $C_X(M, \alpha)$ и $C_Y(M, \alpha)$ – табл. 1, 2.

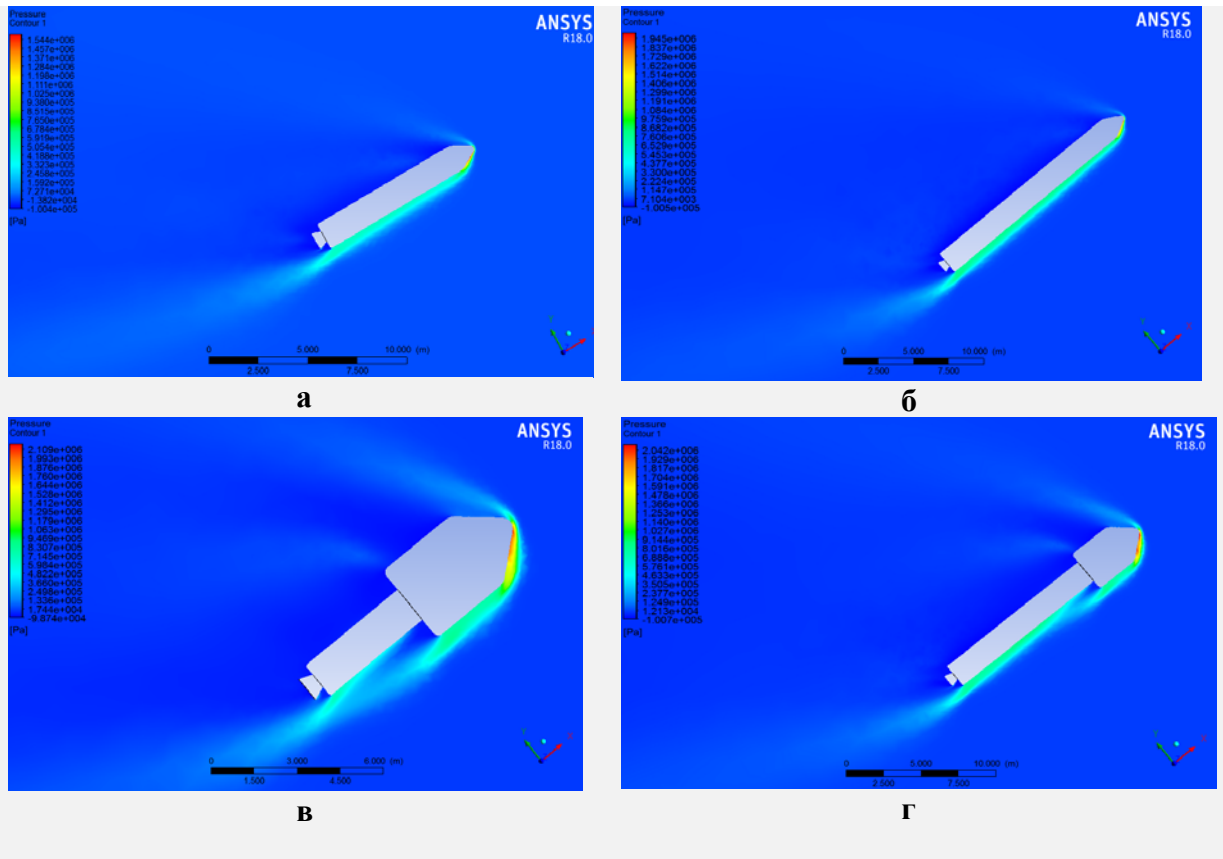


Рис. 6. Примеры моделирования аэродинамического обтекания различных типов РБ с контейнерами при больших углах атаки (масштаб – на схемах):
 а – малый РБ с малым контейнером; б – большой РБ с малым контейнером;
 в – малый РБ с большим контейнером; г – большой РБ с большим контейнером

Таблица 1. Аэродинамические коэффициенты для вариантов РБ с малым контейнером

№	M	C	α				α			
			0	0,4363 (25°)	0,5236 (30°)	0,6981 (40°)	0	0,4363 (25°)	0,5236 (30°)	0,6981 (40°)
1	0,5	C _x	0,1913	0,2260	0,1765	0,0219	0,3991	0,3693	0,3315	0,1845
		C _y	0	1,3739	1,7375	2,6008	0	2,6117	3,4282	5,7433
2	0,9	C _x	0,4525	0,4853	0,4422	0,2822	0,8021	0,7933	0,7401	0,58199,
		C _y	0	1,8039	2,5588	4,6078	0	3,7387	5,3760	8240
3	1,1	C _x	0,6805	0,7029	0,6554	0,5160	1,1437	1,2033	1,1312	0,864612
		C _y	0	2,2705	3,3479	5,7683	0	4,3425	6,5784	,1265
4	1,5	C _x	0,7882	0,8044	0,7712	0,6858	1,2732	1,2543	1,2040	1,0702
		C _y	0	2,9376	4,0101	6,0951	0	5,8651	8,4240	13,5827
5	2	C _x	0,7040	0,7305	0,7061	0,6747	1,1370	1,1444	1,1220	1,0527
		C _y	0	2,9597	3,8372	5,6335	0	6,4521	8,6188	13,0361
6	3	C _x	0,5801	0,6242	0,6257	0,6295	0,9204	0,9730	0,9759	0,9898
		C _y	0	2,5950	3,3401	4,9751	0	5,8913	7,7020	11,4896
7	4	C _x	0,5106	0,5689	0,5800	0,5993	0,8048	0,8818	0,8991	0,9446
		C _y	0	2,3531	3,0818	4,6966	0	5,3721	7,1050	10,8234
8	5	C _x	0,4676	0,5368	0,5539	0,5666	0,7302	0,8299	0,8557	0,8739
		C _y	0	2,2183	2,9546	4,5539	0	5,0767	6,8233	10,5380
Схема			рис. 6а (L=8,70 м; d=d _к =1,37 м)				рис. 6б (L=16,80 м; d=d _к =1,70 м)			

Таблица 2. Аэродинамические коэффициенты для вариантов РБ с большим контейнером

№	M	C	α				α			
			0	0,4363 (25°)	0,5236 (30°)	0,6981 (40°)	0	0,4363 (25°)	0,5236 (30°)	0,6981 (40°)
1	0,5	C _x	0,2704	0,2031	0,1775	0,1188	0,2848	0,2272	0,2050	0,1402
		C _y	0	0,3807	0,4462	0,5781	0	0,5681	0,7253	0,1219
2	0,9	C _x	0,6031	0,6561	0,6560	0,6083	0,6281	0,6747	0,6814	0,6232
		C _y	0	0,9102	1,0845	1,4756	0	1,1501	1,4743	2,3053
3	1,1	C _x	0,8116	0,8863	0,8677	0,7869	0,8627	0,9298	0,9048	0,7993
		C _y	0	1,1197	1,3490	1,7983	0	1,3846	1,8143	2,8443
4	1,5	C _x	1,0168	1,0083	0,9604	0,8432	1,0595	1,0166	0,9690	0,8511
		C _y	0	1,0367	1,3114	1,8590	0	1,4480	1,9852	3,1241
5	2	C _x	1,0471	0,9206	0,8730	0,7614	1,0713	0,9236	0,8708	0,7705
		C _y	0	0,9366	1,1845	1,6790	0	1,4591	1,9487	2,9793
6	3	C _x	0,9254	0,7944	0,7554	0,6803	0,9317	0,7962	0,7591	0,6827
		C _y	0	0,8092	1,0026	1,4342	0	1,3119	1,7179	2,6290
7	4	C _x	0,8501	0,7397	0,7066	0,6472	0,8558	0,7399	0,7091	0,6508
		C _y	0	0,7451	0,9164	1,3239	0	1,1925	1,5899	2,4667
8	5	C _x	0,8133	0,7101	0,6806	0,6310	0,8159	0,7076	0,6849	0,6372
		C _y	0	0,7104	0,8705	1,2670	0	1,1264	1,5263	2,3914
Схема			рис. 6в (L=8,7 м; d=1,37 м; d _к =3,0 м)				рис. 6г (L=16,8 м; d=1,7 м; d _к =3,0 м)			

Решение системы дифференциальных уравнений (1–4) с учетом (5, 6) и закона управления вектором тяги $\theta(t)$ при вышеуказанных начальных условиях возможно численными методами [12]. В конце АУТ за время t_A контейнер с полезной нагрузкой удалится от точки старта на расстояние L_A , поднимется на высоту H_A , а вертикальная и горизонтальная составляющая конечной скорости будут соответственно V_{HA} и V_{LA} . Величины L_A , H_A , V_{HA} и V_{LA} являются начальными условиями для ПУТ.

Движение контейнера с грузом на ПУТ после выработки топлива РБ (рис. 7) может быть описано системой обыкновенных дифференциальных уравнений:

$$\frac{dV_H}{dt} = -\frac{F_H}{m_K} - g,$$

$$\frac{dV_L}{dt} = -\frac{F_L}{m_K}, \quad (7)$$

где m_K – масса контейнера с грузом и посадочной системой [5]; F_H и F_L – вертикальная и горизонтальная составляющие силы аэродинамического сопротивления на ПУТ.

Выражения для расчета динамики высоты $H(t)$ и дальности $L(t)$ аналогичны (3) и (4).

В отличие от АУТ, движение контейнера на ПУТ будет происходить с малыми углами атаки α (рис. 7), в результате чего аэродинамические силы F_H и F_L могут быть найдены из выражений:

$$\begin{bmatrix} F_H \\ F_L \end{bmatrix} = C_K S_K \frac{\rho(H)}{2} \sqrt{V_H^2 + V_L^2} \begin{bmatrix} V_H \\ V_L \end{bmatrix}, \quad (8)$$

где C_K – коэффициент лобового сопротивления (может соответствовать C_X из табл. 1, 2 при $\alpha=0$); S_K – площадь миделя контейнера с грузом.

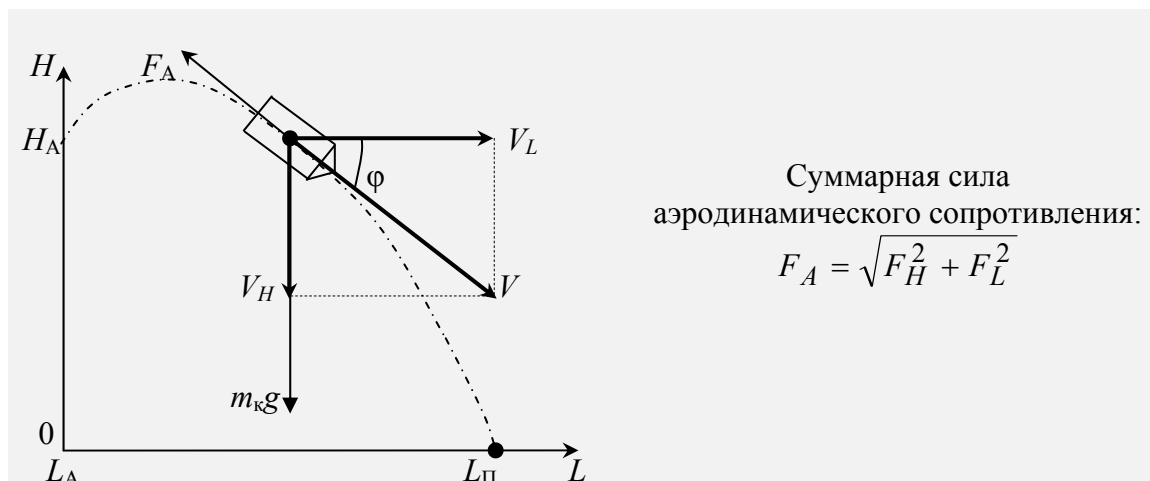


Рис. 7. Расчетная схема для пассивного участка траектории

Решение уравнений (7, 8) при начальных условиях, являющихся конечными условиями АУТ, возможно также численными методами [12]. Окончанием ПУТ следует считать снижение контейнера до высоты H_{Π} (в пределе $H_{\Pi}=0$), что определит дальность L_{Π} полета контейнера. Мягкая посадка контейнера с грузом в пункте назначения может осуществляться с помощью посадочной системы [5], характеристики которой рассмотрены в работах [13, 14].

Таким образом, использование ракетного РБ с контейнером для экстренной доставки груза в Арктическую зону, горную местность, Северный морской путь и т.п. является важным фактором обеспечения безопасности персонала и поддержания работоспособности как российских, так и зарубежных объектов в труднодоступных районах при возникновении разного рода ЧС.

Полученные уточненные математические модели для активных и пассивных участков траектории движения контейнера с РБ позволяют провести комплекс компьютерных баллистических расчетов для обоснования массы доставляемых грузов в зависимости от мощности РБ и дальности доставки.

Также представляется целесообразным рассмотреть использование РБ для экстренной эвакуации персонала и электронных носителей информации из аварийных объектов, например морских добывающих платформ и кораблей в высоких широтах.

Литература

1. Основы государственной политики Российской Федерации в Арктике на период до 2020 года и дальнейшую перспективу (утв. Президентом Рос. Федерации 18 сент. 2008 г. № Пр-1069). Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
2. О государственной комиссии по вопросам развития Арктики: Указ Президента Рос. Федерации от 3 февр. 2015 г. № 50 // ЭЛЕКТРОННЫЙ ФОНД правовой и нормативно-технической документации. URL: <http://www.docs.cntd.ru> (дата обращения: 21.05.2017).
3. О сухопутных территориях Арктической зоны Российской Федерации: Указ Президента Рос. Федерации от 2 мая 2014 г. № 296. Доступ из справ.-правовой системы «Гарант».
4. О сухопутных территориях Арктической зоны Российской Федерации: Устройство для локализации последствий аварии: пат. Рос. Федерация № 2007204, МКИ⁵ А62С31/00, F42В15/00, 1990.
5. Посадочная система: пат. Рос. Федерация № 2001002, МКИ⁵ В64G1/00, 1990.

6. Устройство для эвакуации персонала с аварийного объекта: пат. Рос. Федерация № 2068285 МКИ А62В37/00, В64С1/52, 1992.
7. Таранцев А.А., Лосев М.А. Моделирование движения разгонного блока с контейнером для экстренной доставки грузов // Проблемы безопасности и ЧС. 2017. № 2.
8. Проектирование и испытание баллистических ракет / под ред. В.И. Варфоломеева и М.И. Копытова. М.: Воениздат, 1970.
9. Инженерный справочник по космической технике. 2-е изд., перераб. и доп. / под ред. А.В. Солодова. М.: Воениздат, 1977.
10. Краснов Н.Ф. Аэродинамика тел вращения. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Машиностроение, 1964.
11. Программный комплекс вычислительной аэрогидродинамики ANSYS CFX 15.0 (лицензия ВКА имени А.Ф. Можайского № 1020993).
12. Хемминг Р.В. Численные методы. 2-е изд., испр. М.: Наука, 1972.
13. Димич В.В., Таранцев А.А. О возможностях перспективной посадочной системы // Известия ВУЗов. Авиационная техника. 1996. № 4.
14. Бала Ю.А., Малыгин И.Г., Таранцев А.А. Перспективная посадочная система для десантирования сил и средств пожарной охраны // Пожаровзрывобезопасность. 2003. № 1.



ЭКОНОМИКА, СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

МЕСТО И РОЛЬ ПРОТИВОПОЖАРНОЙ СЛУЖБЫ РОССИИ КАК ГОСУДАРСТВЕННОЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Л.А. Королева, кандидат технических наук, доцент.

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

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России.

**А.Н. Веригин, доктор технических наук, профессор,
заслуженный деятель науки Российской Федерации.**

**Санкт-Петербургский государственный технологический институт
(технический университет)**

Дана характеристика основных подходов к классификации организаций. Рассмотрены примеры организаций с точки зрения единства понятий «организация», «структура», «система». В качестве представителя государственных организаций проанализированы цели, структура и система отряда федеральной противопожарной службы МЧС России.

Ключевые слова: организация, классификация, структура, система, федеральная противопожарная служба

THE PLACE AND ROLE OF FIRE SERVICE OF RUSSIA AS A STATE ORGANIZATION

L.A. Koroleva; S.V. Voronin.

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

A.N. Verigin. Saint-Petersburg state institute of technology (technical university)

The characteristic of the main approaches to the classification of organizations is given. Examples of organizations from the point of view of unity of concepts «organization», «structure», «system» are considered. As a representative of state organizations, the objective, the structure and the system of the detachment of the federal fire service of EMERCOM of Russia were analyzed.

Keywords: organization, classification, structure, system, federal fire service

Для решения проблем, стоящих перед обществом, необходима рациональная организация деятельности людей, направленная на решение политических, хозяйственных, общественных, технических и других задач. Сложность и разнообразие организаций обуславливают необходимость их классификации, которая не является самостоятельной задачей, она должна рассматриваться применительно к предмету и целям исследования.

Русские философы И. Блауберг, В. Садовский и Ю. Эдин предложили классификацию системных объектов [1], на основании которой можно выделить и обосновать класс организаций, являющийся специфическим для системных исследований. Рассмотрим классификацию систем, предложенную в работе [1], и попытаемся применить ее для организаций.

Среди существующих в действительности совокупностей объектов (а всякая организация представляет собой такую совокупность, хотя не всякая совокупность есть организация) можно выделить неорганизованные совокупности, например случайное скопление людей, груда камней. Они лишены существенных черт внутренней организации. Связи между ее составляющими являются внешними. Покидая такую совокупность, части не изменяются, что свидетельствует об отсутствии у нее целостных, интегративных свойств. Свойства совокупности в целом по существу совпадают с суммой свойств частей (элементов), взятых отдельно. Подобная совокупность не имеет самостоятельной цели, следовательно, она не может быть организацией.

В естественных науках выделяют два больших класса материальных систем: организации неживой и живой материи (природы), в которых присутствуют связи между элементами. В целостной организации появляются новые свойства, не присущие элементам в отдельности. Связь, целостность и обусловленная ими устойчивая структура являются отличительными признаками любой организации.

Если же пойти дальше по пути классификации и попытаться различить организации неживой и живой природы, то обнаружим, что довольно трудно провести строгое разделение указанных систем по структурному принципу, а именно по составу, строению. В основе их различия лежат особенности присущего им развития [2]. Структура таких организаций является результатом этого развития и объясняется им. Живая природа есть саморазвивающееся целое, которое проходит последовательные этапы усложнения и дифференциации. Этим объясняются следующие специфические особенности организаций неживой материи:

- основные свойства частей определяются их внутренней структурой, а не структурой целого; связи внутри целого не вызывают коренных качественных преобразований составляющих, части таких организаций способны к самостоятельному существованию;

- если в таких организациях элемент активней целого (например, ион химически активнее атома), то с усложнением организации активность в большей мере передается от частей к целому;

- их устойчивость обусловлена стабильностью элементов.

Выделим основные особенности организации неживой материи на уровне отдельных элементарных частиц, атомов, молекул или надмолекулярных образований.

Цель организации: накопление, хранение, переработка и передача массы и энергии.

Структура организации определяется элементарными частицами, атомами, молекулами.

Система для неживой природы – законы физики и химии, в том числе законы сохранения массы и энергии. В рамках новых представлений сюда можно отнести и информацию.

Организации живой материи имеют следующие особенности:

- в них присутствуют структурные и генетические связи;

- наряду со связями координации (взаимодействия элементов) существуют связи субординации, что обусловлено происхождением одних элементов из других, возникновением новых связей;

- определяются особые управляющие механизмы воздействия структуры целого на характер функционирования и развития частей (например, центральная нервная система, органы управления, система норм);

- в процессе развития организации происходит качественное преобразование частей вместе с целым, первичные компоненты внутри организации изменяются, что приводит к возникновению их новой (современной) формы;

- внутри выделяются блоки (подсистемы), способные приспосабливаться к выполнению команд управления; это обусловлено вероятностным функционированием элементов подсистем, наличием определенного числа степеней свободы; жесткий детерминизм связи подсистем между собой и с организацией в целом реализуется из-за отсутствия однозначного детерминизма в поведении элементов подсистем;

– существует тесная зависимость между организацией и ее компонентами, элементы лишены способности к самостоятельному существованию, и основные свойства частей определяются закономерностями, структурой целого; необходимым условием устойчивости таких организаций является постоянное обновление их элементов.

Выделим основные особенности организаций живой материи, например растений, животных, насекомых.

Цель – обеспечить непрерывное существование на земле за счет воспроизводства. Это в полной мере относится и к живой материи (природе) в целом.

Структура такой организации (живой природы) очень сложная, она направлена на достижение ее основной цели. Основным элементом такой структуры – клетка. Отдельный организм, растение природа в целом делает все для своего воспроизводства и этому отвечает (способствует) их структура.

Система, которая обеспечивает это воспроизводство, состоит из законов физики и химии, определяющих жизнь отдельной клетки; ДНК как программы (алгоритма), который управляет жизнью организма (клетки) в период его появления, развития, становления и старения.

Живая природа способна накапливать, хранить, перерабатывать и передавать информацию на уровне ДНК. На уровне самого элементарного организма (организации), клетки.

Можно продолжить классификацию и провести определенную типологию организаций (в частности, по уровням иерархии внутри них, по типам управления). Но для нас сейчас важно подчеркнуть, что организации живой материи – наиболее сложные из всех типов организаций, поэтому их исследование наиболее перспективно в методологическом отношении.

Особое место в классификации занимают организации общества. Они появились давно, изменялись и приобретали все большее значение по мере развития человеческого общества. Их огромное многообразие определяет необходимость классификации таких организаций, что позволяет сгруппировать их по сходным показателям для выработки общих методов анализа, совершенствования систем управления и регулирования, определения государственной политики. Рассмотрим основные подходы к классификации организаций.

1. Подход, основанный на применении организационно-формальных критериев.

По критерию формализации выделяют формальные и неформальные организации. Формальная организация характеризуется узаконенной системой норм, правил, принципов деятельности, стандартов, регламентирующих права и ответственность каждого из участников организации. Взаимодействия людей складываются на основе точно определенных должностных отношений, цели деятельности закреплены в учредительных документах. К формальным относятся государственные, коммерческие организации, общественные объединения.

Неформальная организация – спонтанно объединяющаяся группа людей, вступающих во взаимодействие друг с другом. Неформальные организации не регистрируются в государственном органе. Они создаются на базе общих интересов в области культуры, быта, спорта и др. Например, группа туристов, клуб филателистов. Неформальные социальные группы играют важную роль в работе формальных организаций.

На основании критерия принадлежности к основным структурным элементам обществ, а именно государству и гражданскому обществу, можно выделить совокупность государственных организаций и совокупность организаций, составляющих структуру гражданского общества.

К государственным относятся федеральные (законодательные, исполнительные и судебные) организации. Организации гражданского общества в зависимости от характера и целей деятельности подразделяют на коммерческие и некоммерческие [3].

Коммерческие организации создаются для осуществления предпринимательской деятельности. Их основной целью является получение прибыли. К коммерческим

организациям относятся хозяйственные товарищества и общества, государственные и муниципальные предприятия.

Для некоммерческих организаций получение прибыли и распределение ее между участниками не является основной целью, однако эти организации могут осуществлять активную предпринимательскую деятельность. К некоммерческим организациям относятся фонды, общественные и религиозные организации, учреждения, объединения юридических лиц [4].

По формам собственности организации могут быть частными (принадлежат частным юридическим, физическим лицам), государственными (находятся в собственности государственных органов власти), муниципальными, общественными и иными (например, смешанными).

По отношению к бюджету подразделяются на бюджетные и внебюджетные, которые сами изыскивают средства финансирования. По отраслевой принадлежности – промышленные, транспортные, сельскохозяйственные, торговые и т.д.

По организационно-правовым формам выделяют: товарищества, акционерные общества, дочерние и зависимые общества, фонды, ассоциации и т.д.

По содержанию деятельности организации подразделяются на добывающие, обрабатывающие, сборочные (например, в машиностроительном производстве), исследовательские, проектные, обучающие, просветительские (музеи) и т.п.

Изменения, происходящие в экономике, определяют образование новых организаций, таких как финансово-промышленные группы; корпорации, в том числе транснациональные, холдинги, консорциумы, конгломераты, картели; виртуальные организации. Они создаются для решения различных задач двумя путями:

1) Вхождением предприятий в вертикальные структуры (корпоративные группы), реорганизацией из отраслевых структур или создаваемые заново;

2) Формированием горизонтальных образований. В обоих случаях обеспечивается необходимая координация и организационно-финансовое взаимодействие, создаются эффективные системы технологического развития, устойчивая рыночная стратегия, ресурсная поддержка корпоративных финансовых институтов.

2. Функциональный подход, в котором организации выделяются по реализуемым в обществе функциям предложен американским социологом Т. Парсонсом [5]:

- производственные организации (предприятия для производства продукции);
- регулятивные (политические) организации, например организации государственного и муниципального управления, политические партии;
- социальные – церковь, образовательные учреждения, музеи, театры, издательства и т.д.;
- интегративные, выполняющие функции улаживания конфликтов (прокуратура, суд, собес и т.д.).

3. Социально-психологический подход, в рамках которого организации классифицируются по складывающимся в них социально-психологическим отношениям:

– простые (харизматические) организации, создаваемые членами одной семьи, близкими друзьями или соратниками. Такие организации нестабильны, в них нет выраженной иерархии и норм. Место члена организации в ее иерархии в очень большой степени зависит от степени близости к лидеру;

– ассоциации – союзы людей, объединяющихся на добровольной основе. Отношения между членами организации регулируются достаточно гибкими правилами и нормами, присутствует аппарат управления. К таким организациям могут быть отнесены, например сообщества коллекционеров, политические партии, землячества;

– тотальные организации, как правило, создающиеся государством, политическими и религиозными структурами, армией и т.д. Их цель – реализовывать четко сформулированные задачи: оборона и охрана, тушение пожаров и т.д. Отношения в таких организациях жестко структурированы, формализованы и иерархизированы. Лидер (руководитель) назначается

и обладает практически неограниченной властью. В таких организациях складывается ярко выраженная субкультура (свой язык – жаргон, способы общения, ритуалы и т.д.);

– бюрократии, занимающие промежуточное положение между ассоциациями и тотальными организациями. Этот тип организаций описан М. Вебером в рамках теории рациональной бюрократии. Ученый ввел понятие бюрократии в экономико-управленческую теорию.

4. Конфигурационный подход предложен канадским ученым Г. Минцбергом [2], который выделил в организации базисные части и определил их как центры концентрации членов организации или центры влияния, и представил организацию как структурированную коалицию участников, тип которой зависит от того, какая часть доминирует. Конфигурация организации в зависимости от этого приобретает различные формы, соответствующие определенным типам организаций. Минцберг Г. выделяет предпринимательские, механистические, профессиональные, диверсифицированные, инновационные, мессионерские организации.

Существуют и другие подходы к классификации организаций [6]. Так, Ч. Барнард подразделял организации по масштабу охвата на социальные (например государства) и частные – все остальные. По степени жесткости и формализации иерархически построенных властных структур он делил организации на скалярные (ступенчатые) и латеральные (боковые).

Этциони А. выделял простые и сложные организации; добровольные (церковь, партии и т.д.), принудительные (армия, психиатрическая лечебница и т.д.), утилитарные (предприятия, заводы, фабрики). В социологии и в социальном менеджменте применяют классификацию социальных организаций по А. Пригожину, в которой за основу приняты степень нормализации отношений и способность сотрудников влиять на цели организации. Он выделяет административные (коммерческие, производственные, образовательные и т.д.); общественные (партии, союзы); ассоциативные (семья, религиозная община) [7].

Главным критерием по В.И. Франчуку является признак происхождения организации: искусственные, естественные [8].

Приведем примеры организаций и рассмотрим их с позиций тринитарного мышления, в котором понятие «система» изучается как совокупность понятий «организация», «структура», «система» [9].

Общественная организация. Ее цель – способствовать удовлетворению потребностей людей в плане организации их общественной жизни. Пример – добровольное некоммерческое товарищество (ДНТ). Может создаваться на базе садоводства для обеспечения совместного проживания его членов. При этом денежные средства для обеспечения такой деятельности собираются добровольно.

Структура такой организации предполагает наличие определенных материальных средств и членов садоводства для выполнения определенных функций. Оплата их работы производится на основе членских взносов.

В этом случае никакие материальные или денежные блага не создаются, но реализуются задачи по накоплению, хранению, переработке и передаче информации на уровне ДНТ.

Системой такой организации является законодательство о ДНТ.

Производственная организация. Она имеет здания, оборудование, служащих (рабочих). Организации разной структуры, как правило, имеют целью получение прибыли. Хотя имеются и некоммерческие организации.

Структура такой организации зависит от особенностей выпускаемой продукции (материальной, научной) и должна обеспечить достижение основной цели – получение прибыли.

Система – технологический регламент, который регламентирует действия занятых в производстве (и не только в нем) работающих. Сюда же можно отнести и программные продукты, применяемые в автоматизированных системах управления различного назначения.

Финансовая организация. Цель финансовой организации получение прибыли в результате накопления, хранения, переработки и передачи информации с использованием денежных средств.

Структура – материальные средства (помещения, офисная техника, служащие). Все, что необходимо для работы с денежными средствами и обработки информации.

Система – закон о банковской деятельности.

В качестве представителя государственных организаций выделим федеральное государственное казенное учреждение – отряд федеральной противопожарной службы. Это государственная, формальная, бюджетная, некоммерческая, бюрократическая (по М. Веберу) организация.

Ее цели – организация тушения пожаров, спасение людей при пожарах и проведение аварийно-спасательных работ, обеспечение технической готовности пожарной техники и средств связи; ведение пожарно-профилактической работы и обучение населения мерам пожарной безопасности; проведение организационно-штатной и кадровой работы; осуществление финансово-хозяйственной деятельности. Для реализации целей подразделениям и руководителям различных уровней поручается выполнение определенных функций и реализация поставленных задач.

Структура включает здания, сооружения, технику (автоцистерны, автолестницы, пожарные насосные станции, автомобили газодымозащитной службы и т.д.), транспорт, сотрудников и работников. Основными подразделениями отряда являются пожарно-спасательные части.

Системой такой организации является Федеральный закон «О пожарной безопасности»; Федеральный закон «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» и другие законы и нормативные правовые акты, регулирующие вопросы пожарной безопасности, Положение об отряде, положения о структурных подразделениях отряда.

Выполняемые функции детализованы в виде должностных инструкций и определяют организационное и кадровое обеспечение подразделений, квалификационные требования к сотрудникам, основные задачи, права, обязанности и ответственность.

Наличие общих свойств у различных видов организаций позволяет объединять их в один класс и использовать единую методологию построения организаций [10]. Основываясь на понимании системы как совокупности целей, структуры и законов (понятий, положений, норм), в соответствии с которыми строятся и существуют организации, перспективно решать вопросы, связанные с совершенствованием организационной структуры Государственной противопожарной службы и повышением эффективности ее деятельности.

Литература

1. Системный подход в современной науке / И.В. Блауберг [и др.] // Проблемы методологии и системного исследования. М.: Мысль, 1970. 59 с.
2. Минцберг Г. Структура в кулаке. СПб.: Питер, 2004. 512 с.
3. Кицай Ю.А. Предпринимательские и непредпринимательские организации: вопросы терминологии и классификации // Вестник Пермского университета. Юридические науки. 2014. Вып. 1 (23). С. 206–210.
4. Семиков В.Л. Теория организации: учеб. М.: Акад. ГПС МЧС России, 2003. 220 с.
5. Мацкевич И.В. Толкотт Парсонс и развитие теории организации // Вестник Бурятского государственного университета. 2013. № 6. С. 17–21.
6. Латфуллин Р.Г., Райченко А.В. Теория организации: учеб. для вузов. 2-е изд., доп. и перераб. СПб.: Питер, 2012. 464 с.
7. Пригожин А.И. Дезорганизация: причины, виды, преодоление. М.: Альпина Бизнес Букс, 2007. 402 с.

8. Ольховикова С.В., Тесленко И.В. Организация в теории организации и социологии: учеб. пособие. Екатеринбург: УГТУ – УПИ, 2009. 201 с.

9. Королева Л.А., Веригин А.Н. Организация как объект исследования: монография / под общ. ред. Э.Н. Чижикова; науч. ред. А.Н. Веригин. СПб.: С.-Петербург. ун-т ГПС МЧС России, 2016. 396 с.

10. Веригин А.Н., Королева Л.А., Крутолапов А.С. Системный подход к изучению организаций и возможность его применения для исследования функционирования Государственной противопожарной службы // Проблемы управления рисками в техносфере. 2016. № 4 (40). С. 112–118.



ПРАВОВЫЕ ОСНОВЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ЧЕЛОВЕКА И ОБЩЕСТВА В ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ СИТУАЦИЯХ

РЕАЛИЗАЦИЯ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ПРОГРАММЫ ОБНОВЛЕНИЯ АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНОГО ФЛОТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ НА ОТЕЧЕСТВЕННЫХ ВЕРФЯХ

**Ю.Г. Баскин, доктор педагогических наук, профессор,
заслуженный работник высшей школы Российской Федерации;
Г.Б. Свидзинская, кандидат химических наук, доцент.
Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России**

Рассмотрены актуальные вопросы состояния аварийно-спасательного флота Российской Федерации. Дана классификация судов-спасателей и их технические и эксплуатационные характеристики. В рамках реализации федеральной целевой программы «Развитие транспортной системы России (2010–2020 годы)» определены перспективы развития специального флота, гарантирующего аварийно-спасательную готовность государства в морских акваториях и внутренних водах в соответствии с международными договоренностями и внутренним законодательством страны.

Ключевые слова: аварийно-спасательный флот, многофункциональные и специализированные суда-спасатели, ледоколы

THE IMPLEMENTATION OF THE STATE UPDATE PROGRAM THE RUSSIAN FEDERATION EMERGENCY FLEET AT THE DOMESTIC SHIPYARDS

Yu.G. Baskin; G.B. Svidzinskaya.
Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia

The paper deals with topical issues of the Russian Federation rescue fleet state; the rescue ships classification and its technical capabilities are given. In the framework of the federal target program «Development of transport system of Russia (2010–2020)» implementation, the prospects of the special fleet development are determined, which ensures the state emergency readiness in sea areas and inland waters in accordance with international agreements and domestic legislation.

Keywords: rescue fleet, multipurpose and specialized rescue ships, icebreakers

Водный транспорт, выполняющий перевозку грузов и пассажиров как внутри страны, так и на международных линиях, всегда был связан с риском для жизни и здоровья людей, поэтому наличие специального флота, обеспечивающего аварийно-спасательную готовность государства на внутренних водных объектах и прилегающих к его территории морских

акваториях, регламентируется внутренним законодательством страны и международными договорами.

В 2013 г. аварийно-спасательный флот России насчитывал 97 судов (действующих, построенных до 1990 г. – 76 единиц, вновь построенные суда – 21 единица), тогда как потребный состав с учетом задач по несению аварийно-спасательной готовности был определен в количестве 194 единиц [1, 2].

Разработанная и утвержденная в 2008 г. Постановлением Правительства Российской Федерации федеральная целевая программа (ФЦП) «Развитие транспортной системы России (2010–2020 годы)» предусматривала восполнение судового состава флота, в частности, до 2020 г. предполагалось построить 41 новое аварийно-спасательное судно [2].

Классификация спасательных судов на комбинированные и специализированные осуществляется согласно их автономности, зоне обслуживания и перечню решаемых задач. Так, специализированные пожарные суда работают, как правило, в ограниченном районе плавания, их используют в портовых и рейдовых водах для оказания быстрой помощи судам, терпящим бедствие, тушения хранилищ легковоспламеняющихся и горючих жидкостей, портовых сооружений. Для проведения аварийно-спасательных работ и тушения пожаров в открытом море применяют комбинированные суда, оснащенные многофункциональными устройствами по оказанию технической помощи и проведению мероприятий по спасению людей.

Строящиеся и проектируемые современные многофункциональные суда – спасатели (МСС) по своей конструкции и целевому назначению должны соответствовать определенным требованиям:

- быстрходность и хорошие мореходные качества для оперативного прибытия на терпящий бедствие объект, что обеспечивается устанавливаемыми на судах мощными энергетическими установками;

- высокая остойчивость и непотопляемость;

- длительная автономность;

- наличие надежных приборов для поисково-спасательных операций;

- хорошие маневренные качества и надежные отбойные устройства, предотвращающие повреждение корпусов судов при оказании помощи в штормовых условиях;

- укомплектованность мощными грузоподъемными средствами с большим вылетом для передачи на аварийный объект средств спасения, шлюпками для эвакуации терпящих бедствие людей и оборудования, буксирно-швартовыми устройствами и амортизированными буксирными тросами для буксировки терпящего бедствие судна в порт;

- обеспеченность судов медицинским оборудованием (стационаром, операционной, изолятором) и местами для размещения спасенных людей;

- оснащенность судов противопожарным оборудованием – системами водяных завес, орошения и порошкового тушения, включающими оборудование для хранения, получения и подачи пены или порошка;

- наличие на судах-спасателях бортовой нефтесборной системы, комплектов боновых заграждений и катеров-бонопостановщиков для ликвидации аварийных разливов нефти и предотвращения загрязнения окружающей среды;

- включение в состав команды МСС водолазов и размещение на судне соответствующего оборудования для водолазного осмотра [3–5].

Современные МСС имеют неограниченный район плавания, способны работать в арктическом регионе при толщине льда до 1,5 м, выполнять аварийно-спасательные мероприятия в портах, на стационарных морских и плавающих отгрузочных терминалах, на поисковых и добывающих платформах [1].

В ходе реализации ФЦП «Развитие транспортной системы России (2010–2020 годы)» было решено строить современный многофункциональный спасательный флот, способный решать весь комплекс задач по обеспечению безопасности на водных объектах. Отсутствие

современных технологий и квалифицированных кадров на российских заводах стало причиной размещения государственных заказов на строительство первых МСС на верфях Германии и Финляндии. Однако фирмы, осуществлявшие постройку судов, либо принадлежали российским бизнесменам (судоверфь NordicYards, г. Висмар, владелец В. Юсуфов), либо являлись дочерним предприятием российских компаний (Arctech Helsinki Shipyard, г. Хельсинки – дочернее предприятие Объединенной судостроительной корпорации). Обладая колоссальным опытом в строительстве судов-спасателей ледового класса, иностранные корабелы предоставили нашим специалистам и людям, которые могут поделиться своими знаниями, и доступ к технической документации и ноу-хау.

МСС проекта MPSV06 «Берингов пролив» и «Мурман» были построены на верфях «NordicYards» для Морспасслужбы Росморречфлота и переданы нашей стране в 2015 г. На IX Международном форуме «Транспорт России-2015» они были признаны лучшим инновационным решением в сфере транспортной техники в конкурсе на применение инновационных технологий среди предприятий транспортной отрасли [6] (табл. 1). Суда предназначены для проведения аварийно-спасательных мероприятий и технической поддержки в районах судоходства, промысла рыбы, морских нефтяных и газовых промыслов; поиска и оказания помощи терпящим бедствие судам и экипажам; буксировки плавучих объектов во льдах и на чистой воде; выполнения ледокольных операций при толщине льда до 1,5 м; участия в тушении пожаров на плавучих и береговых объектах, горящего на воде топлива; ликвидации аварийных разливов нефти и нефтепродуктов, в том числе с температурой вспышки ниже 60 °С; освидетельствования и очистки подводной части корпусов судов и морского дна на глубинах до 1 000 м. Для борьбы с пожарами суда оборудованы системой водяных завес, орошения и порошкового тушения, автономной системой внешнего водяного пожаротушения (производительность 3х1 200 м³/ч). Два ствола для подачи воды или пены на объект установлены на крыше рулевой рубки, один на топе мачты. Вода в систему пожаротушения перекачивается двумя насосами производительностью 1 500 м³/ч. Возможна подача пены в объеме 300 м³/ч через лафетные стволы или клапанные коробки, расположенные на палубе. Запас пенообразователя на судне обеспечивает работу одного ствола в течение 30 мин. Система порошкового пожаротушения способна обеспечить прекращение горения на площади в 2 500 м² и используется при ликвидации пожаров на химовозах и газовозах [1].

В 2013 г. Россия получила единственный на сегодняшний день асимметричный ледокол «Балтика» (проекта MPSV07), построенный совместно с финскими специалистами. Увеличение танкерных перевозок нефти по Балтийскому морю выявило нехватку ледоколов с хорошей маневренностью и возможностью прокладывать широкие каналы. Ледокол «Балтика» оснащен вертолетной площадкой для эвакуационных работ, оборудованием для тушения пожаров (два гидромонитора мощностью 1 000 м³/ч каждый, мощность водораспыления 980 м³/ч) и экстренной помощи при буксировке аварийных судов или сооружений даже при сильном волнении, устройствами для сбора нефти как на открытой воде, так и в ледовых условиях, мощностью до 550 м³/ч, и отделения нефти от воды. Его уникальность в том, что движение судна осуществляется как под углом, так и кормой и носом вперед, при этом «Балтика», идя косым ходом, прокладывает во льду канал в 2,5 раза превышающий ширину его корпуса (до 50 м в ровном льду толщиной 0,6 м), что ранее было под силу только двум судам, работающим одновременно [7] (табл. 1).

Следует отметить, что не только государство, но и крупные добывающие компании на верфях Сингапура, Германии и Финляндии активно модернизируют и строят собственный многофункциональный флот, необходимый для реализации их крупных ресурсных проектов. Этот флот состоит как из транспортных, так и из вспомогательных МСС усиленного ледового класса, способных обходиться без ледокольной проводки. В 2008–2009 гг. Kerrel Singmarine в Сингапуре спустил на воду многофункциональные ледокол «Варандей» и ледокольный буксир «Тобой» (табл. 1), построенные для компании «Лукойл». Суда круглогодично дежурят в районе причала Варандейского терминала и обеспечивают

безопасность морской отгрузки нефти, добываемой компанией в Тимано-Печорском бассейне. Ледоколы этого класса не только осуществляют проводку танкеров, оказывают помощь при маневрировании и швартовке, доставляют оборудование и персонал, но и способны выполнять большинство функций современных многофункциональных аварийно-спасательных судов в условиях Арктики, спасать и принимать на борт до 195 человек, осуществлять подводно-технические, буксировочные работы, проводить околку и очистку ото льда, ликвидировать аварийные разливы нефти и нефтепродуктов, обеспечивать тушение пожаров на танкерах и отгрузочном терминале. Объем пенообразователя, хранящийся на судне (30 м³), достаточен для работы системы пожаротушения в течение 30 мин, а водяная завеса защищает наружную поверхность судна от теплового излучения [1]. Эти сверхсовременные ледоколы-спасатели строятся при активном участии и под наблюдением российских специалистов, что без сомнения обогащает наших инженеров опытом и необходимыми практическими знаниями.

Таблица 1. Основные характеристики многофункциональных судов и ледоколов спасателей [1]

Характеристики судов	МСС			Ледоколы	
	MPSV06	MPSV07	MPSV12	ледокол Балтика	буксир-снабженец Варандей
Габаритная длина, м	86,0	73,0	80,0	76,4	100,0
Высота борта, м	8,5	6,7	6,7	9,0	13,3
Ширина, м	18,5	15,5	16,8	20,5	22,0
Осадка, м	6,0	4,5–5,1	3,2–4,5	6,3	10,6
Дедвейт, т (при осадке min/max)	до 1 420	640–1 180	320–1 820	до 1 900	до 4 640
Скорость на полном ходу, узл.	15,0	15,0	14,0	12,0	15,0
Скорость в ровном льду (толщиной до 1,7 м), узл.	–	–	–	3,0	3,0
Экипаж, человек	22	20	12	24	22
Мест для спасенных людей, человек	95	81	87		30
Автономность, сут	30	20	30	16	60 (30 по топливу)
Температурные пределы эксплуатации, до °С	-40°С	-30°С	-30°С	-40°С	-40°С
Район плавания	неограниченный, включая плавание по трассам Северного морского пути			плавание по трассам Северного морского пути	
Класс судна	КМ (*) Icebreaker 6 Salvage ship	КМ (*) Arc 5 Salvage ship	КМ (*) Arc 5 Salvage ship	КМ (*) Icebreaker 6 Oil recovery ship (>60°С), Salvage ship	КМ (*) Icebreaker 7 tug/supply ship/salvage ship

Необходимость развивать российское судостроение и внедрять современные технологии на отечественных предприятиях, ухудшающаяся политическая ситуация в качестве первоочередной задачи поставили вопрос о переносе заказов на территорию Российской Федерации.

В период с 2010 по 2016 гг. на Невском судостроительно-судоремонтном заводе (г. Шлиссельбург) по проекту MPSV07 было построено четыре судна, успешно работающих в настоящее время от г. Мурманска («Спасатель Кавдейкин») и Петербурга («Спасатель Карев») до г. Новороссийска («Спасатель Демидов») и г. Владивостока («Спасатель Заборщиков») (табл. 1).

В 2015 г. завод приступил к строительству мелкосидящих буксиров-спасателей проекта MPSV12, оснащенных новейшими электронными системами управления и радарными дальнего слежения. Последние позволяют найти терпящее бедствие судно в многокилометровой зоне и при любых климатических условиях. МСС имеют уникальные для таких размеров и арктического ледового класса ARC5 характеристики: 30-дневная автономность судна по запасам топлива, воды и провизии; дедвейт судна при осадке 4,50 м / 3,20 м составляет 1 820 т / 320 т. Первые два судна были спущены на воду уже в конце 2016 г. Впервые со времен СССР производство подобных судов осуществлено исключительно из отечественных деталей (табл. 1) [8].

Петербургские корабли не только сами успешно осуществляют уникальные проекты, но и помогают развивать судостроение в Крыму. Так согласно ФЦП «Социально-экономическое развитие Республики Крым и г. Севастополя до 2020 года» суда проекта MPSV07 было решено передать для строительства на заводы г. Керчи и г. Феодосии. В 2016 г. В г. Керчи было начато строительство двух быстроходных поисково-спасательных судов по проекту A163. Суда данного проекта предназначены для проведения поисково-спасательных операций в районах судоходства и рыбного промысла, снятие с мели и рифов аварийных судов и плавсредств, борьбы с загрязнениями акватории, в том числе с аварийными разливами нефти и нефтепродуктов, тушения горящего на воде топлива.

МСС выполняют большее, чем специализированные суда, число операций, могут быть задействованы в спасательных мероприятиях круглый год, в том числе при низких температурах и в сложных ледовых условиях. В результате, сокращаются расходы на простой судна, подготовку и содержание нескольких экипажей. Однако МСС имеют очень высокую стоимость, сложны в обслуживании и ремонте, поэтому наряду с многофункциональными морскими судами наши корабли осваивают строительство современных специализированных и маломерных судов-спасателей.

В 2016 г. на Окской судовой верфи был спущен на воду Морской буксир с пожарным классом FF3WS, проекта TG-17 [7]. Это многоцелевое судно с ледовым усилением предназначено для оказания помощи в тушении пожаров на плавучих и береговых объектах; участия в операциях по ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов; в качестве бонопостановщика при установке боновых заграждений; для перевозки грузов. Для борьбы с пожаром на буксире предусматривается специальная система водяного пожаротушения в соответствии с требованиями FF3WS. Подача огнетушащих средств (воды или пены) на объект осуществляется через два лафетных ствола производительностью 300 м³/час при длине струи более 80 м (табл. 2).

В соответствии с ФЦП «Развитие транспортной системы России (2010–2020 годы)», подпрограммой «Морской транспорт» на ООО «Верфь братьев Нобель» были построены и сданы в эксплуатацию шесть спасательных катеров-бонопостановщиков, аналогичные суда строятся в г. Рыбинске на ОАО «Ярославский судостроительный завод». Суда этого типа предназначены для проведения аварийно-спасательных работ и транспортировки средств для ликвидации разливов нефти или нефтепродуктов в прибрежных морских, речных и озерных поисково-спасательных районах, в портах; для локализации пролитых нефтепродуктов с помощью постановки боновых заграждений и построения нефтесборных ордера; ликвидации разливов нефти или нефтепродуктов путем их сбора в плавучие емкости; для поиска и подъема с воды плавающих объектов и людей [7].

Таблица 2. Основные характеристики специализированных судов-спасателей

Характеристики	Морской пожарный буксир TG-17	Катер- бонопостанов- щик А40-2Б	Водолазный катер А160	Понтонный комплекс «Баржа»
Габаритная длина, м	30,1	19,9	28,4	20,0
Ширина, м	9,7	4,7	5,7	7,0
Высота борта, м	4,1	3,0	3,0	1,5
Осадка, м	3,1	1,1	1,5	0,8
Скорость на полном ходу, узл.	10	20	14	5
Экипаж, чел.	7	2	3	–
Водоизмещение, т	558,0	45,6	94,6	80,0
Автономность, сут	10	–	20	–
Запас хода, км	3 000	400	–	35
Класс судна	КМ(*)Arc 4	КМ (*) R3-RSN AUT3 Ice2 Oil recovery ship (>60°C)	КМ(*)Ice2 R3-RSN AUT3 SDS	–

Кроме катеров-бонопостановщиков Ярославский судостроительный завод осуществляет программу ввода в эксплуатацию современных морских водолазных судов проекта SDSO8 и водолазных катеров смешанного типа река-море проекта А-160 [7]. Эти суда уже работают от г. Калининграда до г. Владивостока, осуществляя обеспечение водолазных и подводно-технических работ на глубинах до 60 м; обследование дна акваторий, очистку и ремонт корпусов судов; эксплуатацию телеуправляемых подводных аппаратов; участие в проведении спасательных и гидротехнических работ (табл. 2).

Особый интерес представляют противопожарные суда и плавучие средства, разработанные специально по заказу МЧС России. В 2013 г. группой компаний «Оптимист» совместно с «Соломбальским машиностроительным заводом» на воду была спущена плавучая насосная станция на понтонном комплексе с малой осадкой «Баржа» [9]. Судно строилось по заказу МЧС России для порта Усть-Луга, но его с успехом можно эксплуатировать в прибрежных морских бассейнах первого разряда с высотой волны не более 1,8 м и допустимом удалении от берега и мест убежищ не более 12 миль, в акватории портов, на внутренних водных путях (реки, озера, водохранилища) при температуре воздуха не ниже +2 °С. Бескилевая плоскодонная конструкция баржи позволяет использовать ее как стационарно, так и буксировать ее в места чрезвычайных ситуаций техногенного и природного характера, в болотистые местности, перемещать с помощью тягача. Баржа выполняет функции высокопроизводительной насосной станции, обеспечивающей устойчивый забор воды на мелководье с уровнем воды до 1 м и подачи в береговую зону до 200 л огнетушащих веществ (воды и/или раствора пенообразователя) в секунду на расстояние до 150 м по штатным рукавным линиям, или на расстояние до 750 м по рукавным линиям большого диаметра (до 300 мм). Четыре насоса, установленные на барже, позволяют не только подавать воду в очаг пожара, но и откачивать ее в местах затопления. Запас пенообразователя на барже составляет 14 000 л.

В заключение хочется отметить, что продукция судостроительной отрасли – корабли и суда всех типов и назначений – являются наиболее сложными инженерными сооружениями современности. Российским кораблям еще многому надо учиться, перенимать опыт в создании качественного судового оборудования и приборов. Однако то обстоятельство, что за последние пять лет в составе морской спасательной службы Росморречфлота появилось более 30 современных судов-спасателей, построенных на российских верфях, внушает оптимизм и надежду на то, что никакие санкции и проблемы не помешают возрождению спасательного флота России.

Литература

1. Изотов С.С., Свидзинская Г.Б. Направления и перспективы развития аварийно-спасательного флота России // Сервис безопасности в России: опыт, проблемы, перспективы. Арктика – регион стратегических интересов: правовая политика и современные технологии обеспечения безопасности в Арктическом регионе: сб. материалов Всерос. науч.-практ. конф. СПб.: С.-Петербург. ун-т, 2016. С. 83–87.
2. Развитие транспортной системы России (2010–2020 годы): федер. целевая программа. URL: <http://fcp.economy.gov.ru/cgi-bin/cis/fcp.cgi/Fcp/ViewFcp/View/2014/264/> (дата обращения: 12.02.2017).
3. Пожарные корабли (катера). Устройство, назначение, применение: учеб. пособие / А.В. Башаричев [и др.]; под ред. В.С. Артамонова. СПб.: С.-Петербург. ун-т ГПС МЧС России, 2014. 272 с.
4. Лыткин А.С., Любимов Е.В., Гремин Ю.В. Вопросы нормативного обеспечения пожарной безопасности при строительстве, ремонте и утилизации морских (речных) объектов // Проблемы управления рисками в техносфере. 2014. № 4 (32). С. 16–21.
5. Гурович А.Н., Родионов А.А. Проектирование спасательных и пожарных судов. Л.: Судостроение, 1971. 288 с.
6. Проект MPSV06 признан лучшим инновационным решением в сфере транспортной техники на форуме «Транспорт России-2015» // Корабел.ру. URL: <http://www.korabli.eu/blogs/novosti/morskie-novosti/proekt-mps06-priznan-luchshim/> (дата обращения: 12.02.2017).
7. Аварийно-спасательный флот // Морская спасательная служба Росморречфлота. URL: http://morspas.com/assis/asf/about_asf/ (дата обращения: 12.02. 2017).
8. Буксировщики от Невского завода // Морской бизнес Северо-запада. URL: <http://mbsz.ru/?p=10923/> (дата обращения: 12.02.2017).
9. Славянов И.С. Комбинированная самоходная плавучая пожарная насосная станция на понтонном комплексе с малой осадкой (КСП ПНС) // Подъемная сила. Корпоративное издание компании «Подъемные машины». 2013. № 10. С. 42–47. URL: www.liftingmachine.ru/content/magazine/magazine10.pdf/ (дата обращения: 12.02.2017).



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

ФОРМИРОВАНИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ У ОБУЧАЮЩИХСЯ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ДИСЦИПЛИНЫ «ПОЖАРНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ ЭКСПЕРТИЗА»

А.Н. Лагунов, кандидат педагогических наук;

Е.Ю. Трояк;

А.Н. Слепов;

М.В. Гапоненко.

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

Проводится анализ существующей системы подготовки специалиста в рамках учебной дисциплины «Пожарно-техническая экспертиза» и реализуется педагогический эксперимент по введению лабораторных работ в рамках существующей рабочей программы.

Ключевые слова: профессиональная компетенция, пожарная безопасность, образование, МЧС России, лабораторная работа

FORMATION OF PROFESSIONAL COMPETENCES STUDYING THE SUBJECT «FIRE TECHNICAL EXPERTISE»

A.N. Lagunov; E.Yu. Troyak; A.N. Slepov; M.V. Gaponenko.

Siberian fire and rescue academy of EMERCOM of Russia, Zheleznogorsk

The analysis of the existing system of specialist training studying the subject «Fire and technical expertise» is being carried out. The introduction of laboratory works as the pedagogical experiment according to the existing program of study is being implemented.

Keywords: professional competence, fire safety, education, EMERCOM of Russia, laboratory work

При освоении программы специалитета у выпускника формируются общекультурные, общеобразовательные, профессиональные компетенции, которые выделены соответствующим федеральным образовательным стандартом по рассматриваемой специальности. «Высшим компонентом личности является профессиональная компетентность. Под профессиональной компетентностью принято понимать интегральную характеристику деловых и личностных качеств специалистов, отражающую уровень знаний, умений и навыков, опыта, достаточных для осуществления определенного рода деятельности, которая связана с принятием решений» [1].

При этом «профессиональная компетентность – интегральная характеристика деловых и личностных качеств специалиста, отражающая уровень знаний, умений, опыт, достаточные для осуществления цели данного рода деятельности, а также его нравственную позицию» [1].

Как правило, деятельность экспертов или специалистов судебно-экспертных учреждений носит исследовательский характер и нередко требует применения технических средств. В связи с этим способность применять технические средства при обнаружении, фиксации и исследовании материальных объектов – вещественных доказательств – в процессе производства судебных экспертиз [2] является одной из значимых профессиональных компетенций. Из этого выделяется одна из основных для эксперта и специалиста профессиональных компетенций, а именно – способность применять технико-криминалистические методы и средства поиска, обнаружения, фиксации, изъятия и предварительного исследования вещественных доказательств, использовать естественнонаучные методы при их исследовании, а также применять методики судебных экспертных исследований в профессиональной деятельности [2] (ПК-64).

Данная компетенция должна широко раскрываться при освоении дисциплины «Пожарно-техническая экспертиза», при этом должны быть созданы условия для ее успешного закрепления. Условия для ее формирования также определяются на таких дисциплинах, как «Расследование пожаров» и «Экспертиза пожаров», но все же технический аспект формирования именно этой компетенции закладывается здесь.

Суть обобщенной методики проведения экспертной оценки, а также установления технической причины пожара содержится в том, что специалист или эксперт при проведении исследования образцов материалов должен установить подлинные данные по возникновению и развитию пожара, составлявшее его событие как обобщенный и целостный процесс, в динамике, а не отдельный исходный процесс с установлением одной неизвестной, так как каждая переменная в динамике развития пожара, определяемая координатами в пространстве и времени, имеет свои показания и позволяет сделать правильный вывод только при оценке совокупности всех данных.

Как раз именно такая цепочка выстраиваемых фактических данных и интересует инициатора назначения экспертизы.

Качественное освоение знаний возможно только при мотивационной модели обучения, которая характеризует активное участие субъекта в данном процессе, а также качественной самостоятельной работе обучающегося.

Предлагаемый алгоритм программного обучения, применяемый при проведении практических и лабораторных занятий, позволит качественно не только выдать информацию, а также проконтролировать качество усвоения ее обучающимися. В данный алгоритм включается восемь этапов, а именно:

Этап 1 – формирование новых знаний – это задание по формированию нового информационного блока у обучающегося;

Этап 2 – анализ и синтез обучающимся новой информации, а также интеграция их на существующую базу знаний;

Этап 3 – проведение контроля получения блока информации;

Этап 4 – получение ответа от обучающегося;

Этап 5 – оценка ответа;

Этап 6 – при прохождении данного этапа преподаватель определяет порядок выполнения предыдущего этапа, если уровень восприятия информации обучающимся достаточен, то формируется следующий блок информации (этап 2), если уровень полученной информации низкий, или не полный (имеет существенные пробелы), следовательно, переходим к исполнению этапа 7/1;

Этап 7/1 – устранение в формируемом информационном блоке недостатков и пробелов;

Этап 8 – следует после 7/1: дополнительные вопросы контролирующие уровень усвоения полученной информации. Повторение этапов 4–5 и т.д.;

Этап 7 – переход к новому циклу.

При этом от обучающегося необходимо добиться осмысления и углубленного понимания учебного материала, его обобщения, закрепления путем повторения, а также применения полученных знаний на практических занятиях в виде реализации умений и навыков.

Успешное освоение дисциплины, включающее большой объем информации и являющейся специализированной, возможно при выполнении всех составляющих учебной программы. Слушателям необходимо проводить фиксацию лекционного материала в полном объеме, а также мотивированно и сознательно подходить к подготовке практических занятий. Целью же рабочей программы является полное и качественное формирование выделенных компетенций, а также методичное изучение учебной дисциплины.

В процессе подготовки специалиста проводится соответствующий контроль уровня усвоения материала. Формы контроля выбирает преподаватель в зависимости от выбранной модели построения учебного процесса. Выделяют пять основных форм контроля:

1. Фронтальная форма контроля. На поставленные вопросы по выделенному объему материала обучающиеся дают краткие и однозначные ответы индивидуально.

2. Групповая форма контроля. Данная форма контроля осуществляется для выделенной группы. Вопрос перед группой обучающихся, но в его решении допускаются принимать участие и остальные слушатели.

3. Индивидуальный контроль. Форма контроля, применяемая преподавателем для индивидуального ознакомления с уровнем компетенций отдельных обучающихся.

4. Комбинированная форма. Это сочетание индивидуального, фронтального и группового контроля.

5. Самоконтроль. Обеспечивает взаимодействие внутренней обратной связи в процессе обучения.

К основным видам контроля за уровнем качества реализации учебной деятельности можно отнести:

– Текущий контроль. Осуществляемый преподавателем в повседневной учебно-методической работе, в основном на практических и лабораторных занятиях;

– Периодический контроль. Для осуществления проверки качества восприятия информации обучающимися проводится после изучения логически законченной части с учетом полученных данных.

– Итоговый контроль. Данный вид контроля, как правило, планируется учебным планом, и на него выделяются отдельно часы, при этом он обычно проводится в конце каждого семестра и по окончании курса по выделенной дисциплине.

К видам профессиональной деятельности, определяемым федеральным государственным образовательным стандартом по специальности 20.05.01 «Пожарная безопасность», к которым готовятся выпускники, освоившие программу, относятся: «проектно-конструкторская», «сервисно-эксплуатационная», «производственно-технологическая», «организационно-управленческая», «научно-исследовательская» и «экспертная, надзорная и инспекционно-аудиторская» [2].

Дисциплина «Пожарно-техническая экспертиза» направлена в большей мере к профессиональной деятельности в области экспертной, надзорной и инспекционно-аудиторской сфере.

Чтобы полученные знания при изучении дисциплины «Пожарно-техническая экспертиза» были качественно сформированы в приобретаемые компетенции, возникла необходимость переработки рабочей программы данной дисциплины.

Дисциплина «Пожарно-техническая экспертиза» является одной из базовой и преподается по направлению подготовки специалистов «Пожарная безопасность» на пятом курсе в объеме трех зачетных единиц. На данном этапе обучения обучающиеся уже имеют высокий уровень теоретических знаний в области специальных знаний.

Учебный материал дисциплины охватывает пять разделов, состоящих из лекционных и практических занятий. Согласно учебному плану лабораторные занятия не предусмотрены.

Экспертной группой на базе Сибирской пожарно-спасательной академии Государственной противопожарной службы МЧС России был произведен эксперимент, направленный на улучшение процесса по формированию профессиональной компетенции, а именно ПК-64, рассмотренной ранее.

Для проведения экспериментальной работы среди обучающихся курса были сформированы экспериментальная и контрольная группы, в которые входили по две учебные группы с одинаковым количеством слушателей. Всего в эксперименте приняли участие 102 слушателя Академии (по 51 слушателю в каждой сформированной группе).

В экспериментальной группе формирование профессиональной компетенции осуществлялось согласно разработанной экспериментальной программе, включающей в себя помимо лекционных и практических занятий лабораторные работы с использованием необходимых методик, приборов и оборудования, не выходящей за рамки учебной нагрузки по данной дисциплине.

В контрольной группе проводились только предусмотренные учебным планом лекции и практические занятия, в рамках которых кратко были рассмотрены алгоритмы проведения исследований и используемые при этих исследованиях оборудование и приборы.

При обработке полученных данных были использованы методы математической статистики, применяемые для определения проверки гипотезы о совпадении характеристик двух групп. Для этих целей был выбран метод измеренных данных в шкале отношений согласно критерию Крамера-Уэлча.

Эмпирическое значение критерия Крамера-Уэлча рассчитывается на основании информации об объемах A и B выборок 1 и 2, выборочных средних x и y и выборочных дисперсиях D_x и D_y сравниваемых выборок [3].

Для этого определяется сначала правильность выполнения поставленных задач в контрольной и экспериментальной группе до начала эксперимента. Необходимо рассчитать значение $T_{эмп}=0,06 \leq 1,76$. Следовательно, гипотеза о соотношении характеристик контрольной и экспериментальной групп до начала эксперимента принимается на уровне значимости 0,06.

При сравнении результатов выполненных практических задач контрольной и экспериментальной групп после окончания эксперимента проводится расчет значения $T_{эмп}=2,53 > 1,87$. Следовательно, достоверность различий характеристик контрольной и экспериментальной групп после окончания эксперимента составляет 94 % [3].

Входные (до начала эксперимента) показатели экспериментальной и контрольной групп совпадают, а итоговые (после окончания эксперимента) – различаются. Значит, можно сделать вывод, что эффект изменений обусловлен именно введением в процесс обучения лабораторных занятий по данной дисциплине.

Цель данного эксперимента не была выяснением «в какую сторону» экспериментальная группа получила изменения в отличие от контрольной, получила ли положительную или отрицательную динамику (так как методы статистики только выявляют уровень изменения, а качество данного процесса является областью педагогики) исследуемого уровня полученной компетенции. Впрочем, объективно по итогам эксперимента, при проведении контрольного тестирования экспериментальная группа показала значительно высокие результаты как в качестве ответов, так и в скорости реакции на поставленный вопрос.

Особенность профессиональной деятельности судебно-экспертных, а также экспертных учреждений в области специальных знаний, связанных с пожарной безопасностью, определена синтезом знаний из разных областей, таких как теплотехника, общая и коллоидная химия, химия горения веществ и материалов, термогазодинамика, основы развития пожара, прогнозирование опасных факторов пожара, электротехника и т.д.

Программа дисциплины «Пожарно-техническая экспертиза» выстроена с требованиями федерального образовательного стандарта на базе общих требований для работников

пожарной охраны, а также экспертов в области пожарной безопасности, и предполагает широкую реализацию междисциплинарных связей.

Обеспечить более успешное освоение дисциплины позволяют применяемые в педагогической технологии традиционные формы, методы, способы, приемы обучения и воспитательные средства, однако немаловажную роль играют также и частные методики преподавания [2].

При проведении лекционных занятий применяется преимущественно пассивный метод обучения, который, несмотря на свои недостатки, позволяет излагать сравнительно большее количество учебного материала в сжатых временных рамках занятия. С точки зрения рассматриваемого объема информации по каждой изучаемой теме данный метод является весьма актуальным.

В свою очередь, организация проведения практических занятий должна строиться на реализации активного метода обучения и демократического стиля, что позволяет обучающимся становиться деятельными участниками занятия, отвечать на задаваемые вопросы, посредством рассуждений и логических построений анализировать изучаемые вопросы, раскрывать проблемные ситуации, предлагать различные решения [2]. Основной задачей преподавателя при этом является не столько контроль знаний, сколько создание с применением специальных средств условий, способных мотивировать слушателей к самостоятельному, инициативному и творческому освоению учебного материала в процессе познавательной деятельности [4].

Литература

1. Педагогика: учеб. пособие / В.А. Сластенин [и др.]. 3-е изд. М.: Школа – Пресс, 2000. 512 с.
2. Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по специальности 20.05.01 «Пожарная безопасность» (уровень специалитета): Приказ Министерства образования и науки Рос. Федерации от 17 авг. 2015 г. № 851. Доступ из справ.-правовой системы «Гарант».
3. Новиков Д.А. Статистические методы в педагогических исследованиях (типичные случаи). М.: МЗ-Пресс, 2004. 67 с.
4. Библиотека Гумер. URL: http://www.gumer.info/bibliotek_Buks/Pedagog/konspekt/68.php (дата обращения: 14.06.2017).

СИСТЕМА ИНФОРМАЦИОННОГО СОПРОВОЖДЕНИЯ ПОДГОТОВКИ МЛАДШЕГО НАЧАЛЬСТВУЮЩЕГО СОСТАВА В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ ВУЗА МЧС РОССИИ

**Л.В. Медведева, доктор педагогических наук, профессор,
заслуженный работник высшей школы Российской Федерации;
А.С. Евдокимов.**

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

Рассмотрена система автоматизации процессов отбора и подготовки младшего командного состава курсантских подразделений вуза МЧС России, реализованная в виде электронного документа «Карта сержанта». Приведена структура Карты сержанта, выделены решаемые с ее помощью задачи, проанализирована роль Карты сержанта в оптимизации деятельности офицерского состава факультета по обеспечению учебных подразделений грамотным сержантским составом.

Ключевые слова: система автоматизации, младший командный состав, подготовка сержантов, компьютерные технологии в вузе МЧС России

INFORMATION SUPPORT SYSTEM FOR THE TRAINING JUNIOR COMMANDING STAFF IN THE EDUCATIONAL PROCESS OF HIGHER EDUCATIONAL ESTABLISHMENTS OF EMERCOM OF RUSSIA

L.V. Medvedeva; A.S. Evdokimov.
Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia

The article deals with the process automation system selection and training of junior officers cadet divisions of the university of EMERCOM of Russia, implemented in the form of an electronic document «Sergeant's Card». The structure of a Sergeant's Card allocated to solve the problem, analyzed the role of a Sergeant's Card in the optimization activities of the officers of the faculty to ensure academic units competent sergeants.

Keywords: automation system, younger command structure, training of sergeants, computer technology at the university of EMERCOM of Russia

Уровень подготовки младшего командного состава вуза МЧС России является одним из ключевых факторов, определяющих эффективность образовательной деятельности вуза, так как именно младший командный состав выполняет организационную, управленческую, воспитательную функции в подчиненном подразделении (учебной группе). Младшие командиры учебных групп отбираются непосредственно из числа курсантов, как правило, на первом году обучения, и в процессе дальнейшей учебы проходят все виды подготовки для успешного выполнения управленческой функции. Таким образом, для высшего учебного заведения системы МЧС России весьма актуальна проблема обеспечения курсантских подразделений грамотным сержантским составом.

Младший командир должен выступать для своих подчиненных одновременно как руководитель, воспитатель и наставник, не имея при этом никакого специального образования в данной сфере. Исходя из этого, в процессе обеспечения подразделений младшим командным составом выделяется две проблемы [1, 2]:

- первичный отбор из общей массы поступивших курсантов, кто по своим личным качествам способен замещать должности младшего командного состава и наиболее перспективен для дальнейшей подготовки;

- всесторонняя подготовка отобранных к командирской деятельности, с конечной целью прохождения ими аттестации и официальной постановки на должность.

Наиболее эффективное решение данных проблем достигается выполнением следующих задач:

- максимально полная и достоверная оценка подготовленности каждого потенциального сержанта перед выдвижением его на аттестационную комиссию;

- обеспечение простоты и наглядности сравнения уровня подготовки кандидатов для более рациональной расстановки кадров на должности младшего командного состава;

- создание единой объективной системы оценки служебной деятельности кандидатов;

- обеспечение удобства доступа уполномоченных лиц к основным личным данным кандидатов;

- обеспечение наглядного представления профессионально важных качеств, знаний, умений, навыков каждого кандидата, его сильных и слабых сторон;

- обеспечение удобства ввода и вывода информации.

Для решения этих задач используется ряд теоретических и практических методов. На этапе первичного отбора сюда относятся:

- анализ личных дел курсантов;

- анализ результатов прохождения курсантами тестирований в рамках профессионального психологического отбора (ППО);
- индивидуальные беседы руководства курса с поступившими;
- визуальное наблюдение поведения курсанта в коллективе.

На основе выводов по данным критериям происходит назначение исполняющих обязанности младшего командного состава в группах. Дальнейшая подготовка сержантов представлена проведением сержантских сборов. Сборы проводятся раз в квартал и включают в себя проведение информационных бесед с сержантским составом, теоретических опросов, проверку физической подготовки и проверку практических навыков, таких как строевая подготовка. Для неаттестованного младшего командного состава вывод о готовности к аттестации делается именно на основании результатов сержантских сборов.

Однако при рассмотрении результатов сборов оценка каждого из направлений (теоретический опрос, физическая и строевая подготовка) производится обособленно, результаты никак не объединяются в единую систему. При первичном отборе кандидатов какие-либо конкретные оценки не выставляются, решение о назначении принимается на основе субъективного впечатления офицерского состава курса о кандидате. Эти факты определяют свободную нишу для разработок в данной области.

Функционирующая в настоящее время система отбора и подготовки младших командиров имеет определенные недостатки [3]. Как показывает практика, в предаттестационный период достаточно большое количество исполняющих обязанности командиров групп и отделений снимаются с должности по причине ненадлежащего исполнения служебных обязанностей. Среди аттестованного сержантского состава имеют место получение неудовлетворительных оценок на сержантских сборах, за несение службы в суточном наряде, достаточно низкий средний балл по учебе. Подобные факты обуславливают необходимость совершенствования системы отбора и подготовки сержантов [4, 5].

Для максимально рациональной расстановки кадров младшего командного состава по должностям (командир группы, командир отделения) необходимо объективно оценивать и учитывать как можно больше направлений их деятельности. При этом результаты по всем направлениям целесообразно объединить в единую систему для каждого кандидата для комплексной оценки его личных качеств, знаний, умений, навыков и практической служебной деятельности. Кроме того, для наглядного сравнения кандидатов между собой пятибалльная система оценок представляется недостаточно удобной, поскольку каждая оценка может включать в себя достаточно широкий диапазон фактических результатов.

Для четкой дифференциации кандидатов на должности младших командиров на факультете инженерно-техническом Санкт-Петербургского университета Государственной противопожарной службы МЧС России была экспериментально внедрена методика отбора и подготовки, включающая в себя предварительный отбор кандидатов, сдачу теоретического зачета, сдачу нормативов по физической подготовке, сдачу зачета по практическим навыкам строевой подготовки, а также комплексную оценку практической организаторской деятельности кандидата в подчиненной учебной группе по основным направлениям работы курса.

В целях информационного обеспечения отбора и подготовки сержантского состава, сведения показателей по различным направлениям в единую систему, рационализации процесса оценивания кандидатов создана специальная система информационного сопровождения подготовки младшего командного состава – Карта сержанта (табл. 1).

Карта сержанта представляет собой электронный документ, который заводится на каждого потенциального кандидата на должность младшего командира и содержит полную информацию о его исходных характеристиках – демографические данные, род занятий до поступления в вуз, результаты прохождения ППО и т.д., – а также о результатах, показываемых кандидатом в ходе подготовки к аттестации.

Карта сержанта состоит из пяти разделов:

1. «Предварительный отбор» – содержит краткую информацию о кандидате, а также результаты прохождения им ППО и выводы по результатам индивидуальной беседы

с начальником курса; данный раздел заполняется в период прохождения абитуриентских сборов;

2. «Теоретический зачет» – содержит информацию о прохождении кандидатом этапов теоретического зачета и количестве набранных им баллов;

3. «Результаты сдачи нормативов по физической подготовке» – содержит временные и количественные результаты сдачи кандидатом контрольных нормативов, а также перевод данных результатов в баллы;

4. «Практический зачет по строевой подготовке» – содержит информацию о количестве полученных кандидатом баллов за два этапа зачета – выполнение одиночных строевых приемов и управление строем;

5. «Комплексная оценка деятельности» – содержит сведения о количестве баллов, полученных кандидатом по каждому из оцениваемых основных направлений деятельности подразделения – учебная работа, несение службы в суточном наряде, спортивная и культурно-досуговая работа, поддержание служебной дисциплины и благоприятной морально-психологической атмосферы в коллективе и т.д.

Таблица. 1. Структура Карты сержанта

ФИО кандидата _____			
Информация о кандидате			
Дата рождения		Увлечения (в т.ч. имеющиеся спортивные разряды и звания)	
Национальность			
Родной город		Краткие демографические данные (состав семьи, род деятельности родителей)	
Какое учебное заведение окончил, в каком году			
Результаты прохождения медкомиссии			
Группа здоровья	Примечания (если группа здоровья отлична от 1)		Баллы
Результаты прохождения профессионального психологического отбора (ППО)			
Категория профпригодности	Преобладающие черты характера, развитие ПВК		Баллы
Имеющийся опыт руководства людьми (по результатам беседы)			
Полученные баллы	Комментарии (какой опыт руководства людьми имеется)		
Сумма баллов предварительного изучения кандидата			
Вывод о рекомендации на должность (командир отделения, командир группы, не рекомендуется)			
Теоретический зачет			
1 этап	Количество баллов за обязательную часть		Количество баллов за дополнительную часть
	Количество баллов за вопросы по проф. Подготовке	Количество баллов за вопросы по общеобразоват. предметам	
	Общая сумма баллов за теоретический зачет		
2 этап	Отметка о прохождении устного опроса	Отметка о сдаче демографических данных подчиненного личного состава	
3 этап	Процент правильных ответов в тестировании по русскому языку	Процент правильных ответов в тестировании по русскому языку при передаче	Допуск к сдаче нормативов по физической подготовке

Результаты сдачи нормативов по физической подготовке						
	Результат (время или количество раз)	Оценка по пятибалльной шкале	Баллы			
100 м						
3 000 м						
Подтягивания						
Сумма баллов						
Отметка о допуске к практическому зачету по строевой подготовке						
Общая сумма баллов за все зачеты						
Практический зачет по строевой подготовке						
Количество полученных баллов						
За одиночные строевые приемы						
За управление строем						
Сумма баллов за зачет по строевой подготовке						
Отметка о допуске к комплексной оценке деятельности						
Общая сумма баллов за все зачеты						
Комплексная оценка деятельности кандидата						
Балл за исполнительскую дисциплину	Балл за несение службы в суточных нарядах	Балл по учебе	Экспертная оценка	Психо-диагностическое тестирование при зачислении в кадровый резерв		
Оценка управленческой деятельности кандидата						
Учебная деятельность подразд-я	Боеготов-ность	Результаты строевого смотра	Содержание территории	Служебная дисциплина	Морально-психологический климат в подразделении	Участие подразделения в культурно-досуговой и спортивной работе
Средний балл за управленческую деятельность						
Сумма баллов за комплексную оценку деятельности кандидата						
Итоговая сумма баллов						

На основе результатов по каждому разделу формируются итоговые сводные таблицы, позволяющие провести сортировку кандидатов по набранным баллам для последующего анализа результатов уполномоченным офицерским составом (табл. 2).

Таблица. 2. Пример сводной таблицы

№ п/п	ФИО кандидата	Результат предварит. отбора	Баллы за теоретический зачет	Баллы за сдачу нормативов по физ. подготовке	Баллы за практический зачет по строевой подготовке	Баллы за комплексную оценку деятельности	Общая сумма баллов
1.	Агапов А.А.	24	86	112	76	167	465
2.	Иванов С.А.	16	92	90	82	183	463

n	Яковлев Д.И.	21	65	98	93	170	447

Применение Карты сержанта решает следующие задачи:

- выявление в потоке вновь поступивших курсантов тех, кто по своим личным качествам и имеющемуся опыту способен к управленческой деятельности;
- расстановка выявленных кандидатов по должностям – командир группы, командир отделения – согласно уровню развития у них лидерских качеств;
- дифференциация кандидатов по успешности выполнения ими обязанностей младшего командира в течение предаттестационного периода;
- отсев кандидатов, не способных в должной мере освоить программу подготовки сержанта;
- создание наглядной и полной картины личных качеств, знаний, навыков, умений, сильных и слабых сторон каждого кандидата.

Применение Карты сержанта в процессе отбора и подготовки младшего командного состава обеспечивает автоматизацию процессов подсчета баллов и сортировки результатов, значительно упрощая таким образом работу офицерского состава факультета. Это позволяет офицерам-воспитателям уделять больше внимания непосредственно работе с личным составом и анализу результатов, не затрачивая времени на подсчеты баллов. Кроме того, автоматизация подсчетов исключает возможность ошибок, обусловленных человеческим фактором, что положительно влияет на достоверность результатов, представленных в Карте сержанта.

Взаимосвязь элементов системы автоматизации подсчета результатов методики отбора и подготовки младшего командного состава представлена на рис. 1.



Рис. 1. Взаимосвязь элементов системы автоматизации подсчета результатов

Таким образом, общая схема функционирования системы автоматизации представлена в следующем виде:

- получение оценочных данных от офицерского состава через таблицы ввода информации;
- обработка полученных данных в соответствии с алгоритмами, предусмотренными методикой;
- вывод обработанной информации в табличном виде по запросу уполномоченных лиц офицерского состава факультета.

Схема движения потоков данных в процессе функционирования системы автоматизации имеет следующую структуру (рис. 2).

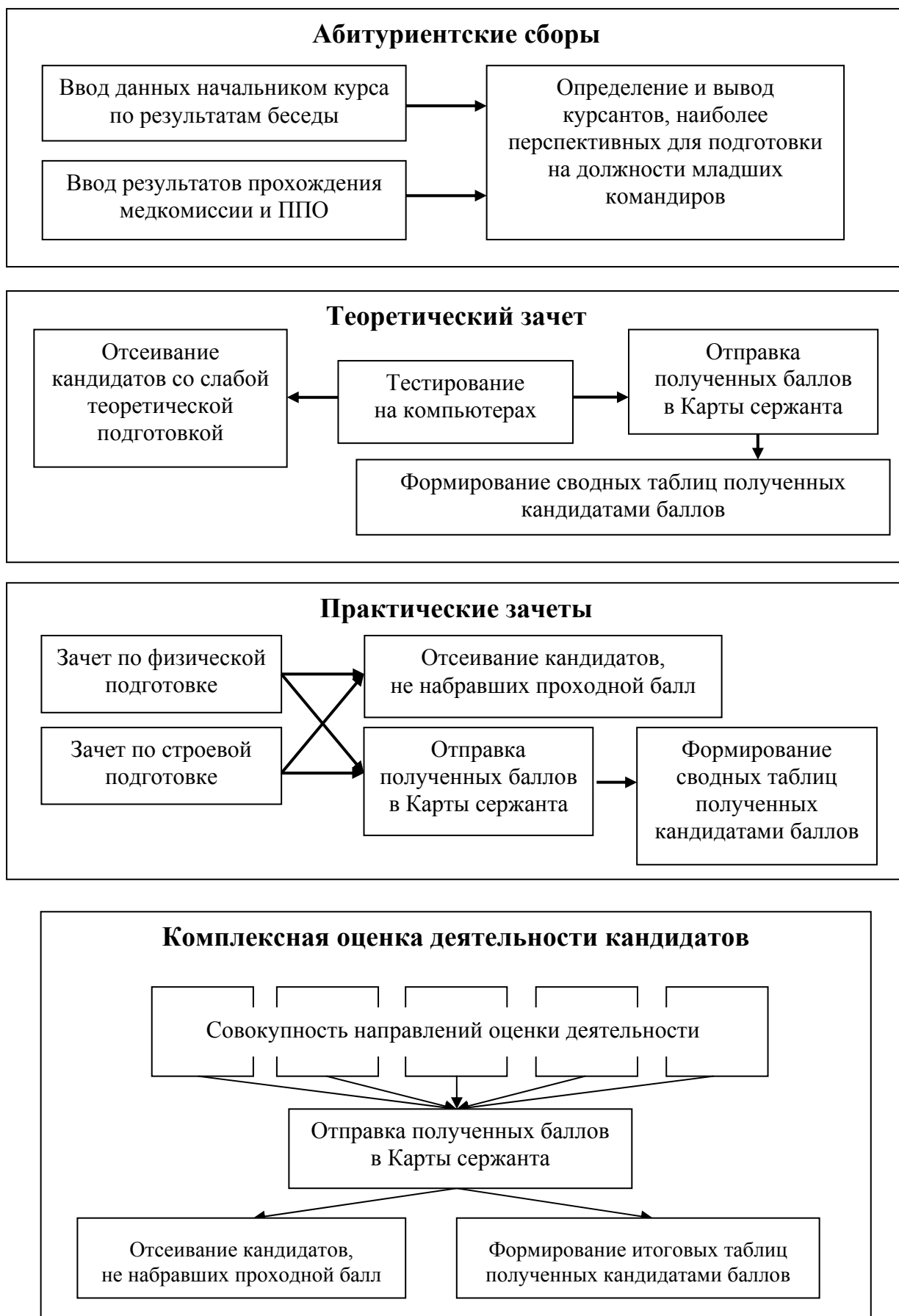


Рис. 2. Движение потоков данных в процессе функционирования системы автоматизации

Таким образом, система автоматизации подсчета результатов методики отбора и подготовки младшего командного состава позволяет уполномоченным офицерам в любой момент наблюдать целостную картину кадровой обстановки на курсе и своевременно вводить корректирующие воздействия в процесс подготовки при необходимости. Сводная таблица представляет в удобном для восприятия виде сведения об уровне подготовленности кандидатов, о сильных и слабых сторонах каждого из них, а также позволяет легко сортировать итоговые данные по запрашиваемому признаку, что значительно упрощает анализ результатов для принятия управленческих решений с целью совершенствования состава исполняющих обязанности младших командиров учебных групп.

Литература

1. Стрежнев В.В. Индивидуальный подход в воспитании воинов. М.; Воениздат, 1978.
2. Устюжанин В.Н. Формирование военно-профессиональных умений командира подразделения у курсантов вузов внутренних войск МВД России: автореф. дис. ... канд. пед. наук. СПб, 1997.
3. Лямзин М.А. Военно-педагогическая подготовка курсантов (слушателей) ВУЗов: история, теория, практика. М.: ВУ, 1997.
4. Артамонов В.С. Индивидуальная подготовленность обучаемых в образовательном учреждении: контроль и управление: монография. СПб., 1997.
5. Грешных А.А. Педагогическая технология управления подготовкой специалистов пожарно-спасательного профиля в вузах МЧС России: автореф. дис. ... д-ра пед. наук. СПб., 2006.

ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РАЗВИТИЯ ОДАРЕННОСТИ УЧАЩИХСЯ СУВОРОВСКИХ УЧИЛИЩ И КАДЕТСКИХ КОРПУСОВ

**И.А. Дерий, кандидат педагогических наук, доцент.
Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России.**

**Ю.А. Кравицкий.
Санкт-Петербургское суворовское военное училище
Министерства обороны Российской Федерации.**

**А.В. Тихомиров, доктор исторических наук, доцент.
Кадетский корпус (Школа IT-Технологий) Военной академии связи
им. маршала Советского Союза С.М. Будённого**

Рассмотрены особенности обучения в суворовских училищах и кадетских корпусах с точки зрения развития одаренности учащихся в русле профессиональной ориентации на военную и правоохранительную службу. Выявлен ряд педагогических условий развития одаренности учащихся кадетов и суворовцев.

Ключевые слова: суворовское училище, кадетский корпус, одаренность, поддержание и развитие одаренности, военная служба, правоохранительная служба

PEDAGOGICAL CONDITIONS OF DEVELOPMENT OF THE GIFTEDNESS OF STUDENTS OF SUVOROV MILITARY SCHOOL AND CADET CORPS

I.A. Deriy. Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia.

Yu.A. Kravytsky.

Saint-Petersburg Suvorov military school of Ministry of defense of the Russian Federation.

A.V. Tikhomirov.

Cadet corps (School of IT-Technology) Military academy of communications named after marshal of the Soviet Union S.M. Budenny

In the article features of training in Suvorov schools and cadet corps from the point of view of development of talents of pupils in the channel of professional orientation to military and law enforcement service are considered. A number of pedagogical conditions for the development of gifted of students of Suvorov military school and cadet corps have been revealed.

Keywords: Suvorov school, cadet corps, giftedness, maintenance and development of giftedness, military service, law enforcement service

Суворовские училища и кадетские корпуса, создаваемые в различных министерствах и ведомствах в последние годы, приобретают все большую популярность и востребованность обществом. В условиях экономического кризиса, сокращения бюджетных мест в высших учебных заведениях эти социальные институты выполняют роль своеобразного социального лифта, позволяющего детям из различных слоев населения получить достойное образование и претендовать на обучение в высших образовательных учреждениях, где учеба сопряжена с прохождением различного вида службы.

Первоначально кадетские корпуса создавались для подготовки молодежи к военной карьере. В настоящее время наблюдается расширение сфер деятельности кадетских корпусов, которые не ограничиваются подготовкой к военной службе. Примером может служить Кадетский пожарно-спасательный корпус, существующий в качестве структурного подразделения Санкт-Петербургского университета Государственной противопожарной службы (ГПС) МЧС России. В Санкт-Петербургском университете ГПС МЧС России в сентябре 2013 г. был создан Центр по образованию кадет. С 1 января 2015 г. он переименован в Кадетский пожарно-спасательный корпус, который осуществляет подготовку учеников 10 и 11 классов. Основными целями Корпуса определены интеллектуальное, культурное, физическое и духовно-нравственное развитие кадет, адаптация их к жизни, подготовка их к службе Отечеству и, прежде всего, к противопожарной службе [1].

Несмотря на создание кадетских корпусов и классов в различных силовых министерствах и ведомствах, большее количество такого рода заведений готовит кадры для военной службы. К примеру, Санкт-Петербургское (Ленинградское) суворовское военное училище действует с 1955 г. Основной задачей процесса образования в суворовском училище определено обеспечение высокого качества образования для каждого учащегося, духовно-нравственно развитие и воспитание качеств инициативной, творческой личности [2].

В целом настоящее время характеризуется большим развитием гуманистического потенциала образовательных учреждений. На первый план выходит развитие учащегося. При этом суворовские училища и кадетские корпуса изначально характеризуются дегуманизирующими факторами, они направлены на подготовку к службе [3]. В этих условиях возрастает необходимость учета личностных особенностей учащихся.

В педагогике вопросы детской одаренности являются традиционными. Задача педагогов в процессе обучения способствовать расцвету детской одаренности. При этом учеными выявляются факторы «затухания» детской одаренности. По мнению А.В. Кулемзиной, все факторы можно объединить в две группы. Первую группу составляют психофизиологические причины, связанные с процессом взросления ребенка, а вторую – социально-педагогические факторы, связанные с его социальным окружением [4]. Если

первая группа факторов является объективно обусловленной физиологическим развитием ребенка, то вторая группа факторов является прямым следствием действий родителей и педагогического состава образовательных учреждений.

Общеобразовательные учреждения сталкиваются с проблемой выявления одаренных детей. Их одаренность может проявляться в различных сферах человеческой деятельности, и поэтому будет характеризоваться определенной направленностью: художественная одаренность, творческая одаренность, социальная одаренность, интеллектуальная одаренность, двигательная одаренность, духовная одаренность, практическая одаренность и др. И в этой связи возникает проблема наличия способностей к выявлению одаренных детей педагогическими работниками в указанных учебных заведениях. Несомненно, что одаренность является психолого-педагогическим явлением, для ее выявления необходим практический опыт, прежде всего, психологической работы. Учителя, воспитатели, педагоги дополнительного образования могут выявить некоторые задатки в определенной области, задача же по диагностике способностей обучающегося ложится на профессионального психолога. По мнению Н.А. Медведевой, современное образование нацелено на среднего обучающегося (ученика, студента, воспитанника) [5]. Несмотря на то, что данная точка зрения была высказана уже пятнадцать лет назад, на взгляд авторов, особых изменений в этом вопросе не произошло. В этих условиях необходима подготовка учителя, воспитателя суворовских училищ и кадетских корпусов к выявлению и работе с одаренными детьми. Именно эта категория лиц, наибольшее время проводящая с учащимися, имеет все возможности для выявления и работы с одаренными детьми [6].

В качестве причин недостатков при выявлении одаренных детей в суворовских училищах и кадетских корпусах можно выделить недостаточную теоретическую и практическую подготовку педагогических работников к выявлению способностей детей, соответственно, необходима система переподготовки и повышения квалификации педагогических работников по программам, предусматривающим формирование навыков по выявлению различных способностей у детей, в том числе с помощью психологического и педагогического диагностирования.

Уместно будет вспомнить, что в начале XX в. Главным управлением военно-учебных заведений на базе Педагогического музея военно-учебных заведений в Санкт-Петербурге были учреждены курсы для подготовки (переподготовки) к воспитательским и учительским должностям в военно-учебных заведениях. На курсы принималось 12 человек, причем было не важно, являются ли они военными или гражданскими специалистами. Единственным необходимым условием было наличие высшего образования. Обучение шло два года. Проводилась отдельная работа по повышению квалификации педагогов-воспитателей. Так, в 1910 г. при Главном управлении военно-учебных заведений учреждаются курсы для подготовки педагогических работников кадетских корпусов. Торжественное открытие курсов состоялось в присутствии Великого князя Константина Константиновича, директора кадетских корпусов Санкт-Петербурга. Занятия на курсах проводились в течение года, и большая их часть проходила на базе Педагогического музея военно-учебных заведений. После окончания занятий слушатели курсов должны были сдать экзамены. Слушатель, не сдавший хотя бы один экзамен по теоретическим предметам, считался не окончившим курсы и не имел права преподавания в военно-учебных заведениях. При этом все предметы, которые были сданы слушателем на удовлетворительную оценку, не рекомендовались для преподавания этим слушателем в кадетских корпусах [7].

В целом основы педагогической диагностики были заложены профессором О.Ю. Ефремовым, которые отражены в ряде его работ [8]. Педагогическая диагностика предоставляет обширные возможности для педагогов, в том числе и по выявлению одаренных детей. Еще одной причиной можно назвать недостаточную мотивацию педагогов по работе в данном направлении. Очевидно, что такие дети требуют большего внимания и усилий. Недостаточная мотивация педагогов может быть вызвана большим количеством факторов, наиболее значимыми, на взгляд авторов, являются низкая возможность поощрения работы лучших педагогов. Сметное финансирование казенных учреждений не позволяет

самостоятельно определять объем премиального фонда. Кроме того, в литературе отмечается высокий средний возраст учителей в такого рода заведениях. Несомненно, что необходимо передавать богатый жизненный опыт подрастающему поколению, но он должен сопровождаться высоким жизненным тонусом и тягой к самообразованию и самосовершенствованию педагогов.

В истории педагогики существуют различные подходы к обучению одаренных детей. Можно выявить два противоположных мнения относительно данного вопроса. Первое заключается в том, что для одаренных детей необходимо строить собственную образовательную программу, которая преследует целью дальнейшее развитие одаренности. По противоположному мнению необходимо одаренных детей обучать вместе со сверстниками по единым программам, которые обеспечивают гармоничное развитие личности.

Необходимо отметить, что дети, которые показывают результаты в какой-либо области большие, чем их сверстники, начинают испытывать негативные социально-педагогические факторы, исходящие от социального окружения. Данные факторы могут выражаться в различных действиях и отношении к ребенку: в завышенных ожиданиях и требованиях или, наоборот, в неверии в силы ребенка. По мнению ученых, данные факторы зачастую приводят к невротизации одаренных детей [4].

По мнению Е.М. Ермолова, одаренными и талантливыми детьми называют тех, которые, по оценке специалистов, в силу выдающихся способностей демонстрируют высокие достижения. Перспективы развития таких детей определяются уровнем их достижений и потенциальными возможностями в одной или нескольких сферах: интеллектуальной, академических достижений, творческого или продуктивного мышления, общения и лидерства, художественной и психомоторной деятельности [9].

Образовательная среда суворовского училища и кадетского корпуса характеризуется высокой степенью регламентации всех сфер деятельности учащегося. При этом в соответствии со ст. 34 Федерального закона от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» учащимся представляется академическое право на обучение по индивидуальному плану [10]. В настоящее время наблюдается неразработанность теоретических основ проектирования индивидуальных технологий обучения [11]. Особенно остро данная проблема встает при организации обучения в кадетских корпусах и суворовских училищах.

Несомненно, что работа с одаренными детьми должна строиться и в учебное и во внеучебное время. Мы основываемся на мысли, что способности есть у каждого ребенка. Необходимо их выявлять, поддерживать и развивать. Основная задача педагога, воспитателя состоит именно в поддержании и развитии способности. Агрессивная политика развития способностей в отношении одаренного ребенка может привести к невротизации личности. Если учебная деятельность является наиболее регламентированной и в данном случае можно говорить о выявлении специальной одаренности, то внеучебное время предоставляет большее количество возможностей по выявлению не только специальной одаренности, но и общей одаренности к разным видам деятельности.

Одним из направлений деятельности по выявлению одаренности у детей является участие суворовцев и кадет в многочисленных мероприятиях. Только в одном «Плане основных мероприятий, проводимых в довузовских образовательных организациях Минобороны России в 2016/17 учебном году» содержится перечень 51 фестиваля, конкурса, викторины, конференции, конференции-вебинара, первенства, инициативы и др. При этом участие в мероприятиях должно выбираться с учетом не только способностей учащегося, но и их желания, которое, к большому сожалению, иногда не учитывается. При подготовке необходимо соблюдать баланс достижения призовых мест и количества участников, а также обеспечения и поддержания нормального психологического фона при подготовке к данным мероприятиям.

Одним из направлений работы со всеми учащимися старших классов является их дальнейшая профориентация. Выбор вуза, основной профессиональной образовательной программы высшего образования и, соответственно, выбор экзаменов для сдачи в рамках обязательной государственной итоговой аттестации и единого государственного экзамена должны быть осуществлены в рамках способностей учащегося. Здесь особое значение

приобретают учителя-предметники, задачей которых является дополнительная мотивация на освоение дисциплины и на подготовку к сдаче экзаменов. Вполне возможна ситуация, когда выбор учащегося идет вразрез с его способностями, таким образом, он осуществляет волеизъявление. Это однозначно не свидетельствует о недостижении целей при работе с одаренными детьми. Целью работы с детьми вообще и с одаренными, в частности, является их гармоничное развитие. Возможно, их способности, которые были развиты в период учебы в суворовском училище или кадетском корпусе, станут их жизненным хобби, источником вдохновения в период службы на благо Отечеству.

В ходе проведенного исследования авторами были выявлены некоторые педагогические условия для развития одаренности учащихся суворовских училищ и кадетских корпусов. К ним можно отнести:

– во-первых, подготовленность педагогического состава училищ и корпусов к диагностике, поддержанию и развитию способностей одаренных детей. Данное условие необходимо развивать с помощью продуманной системы подбора и расстановки педагогического состава, а также системы переподготовки и повышения квалификации педагогических работников;

– во-вторых, создание в учреждении единого образовательного пространства, направленного на выявление и развитие способностей детей. В едином образовательном пространстве выделяются различные компоненты. Немаловажную роль в кадетских корпусах и суворовских училищах играет духовно-нравственный компонент, направленный на формирование патриотизма и духовное развитие учащихся;

– в-третьих, организация внеучебной деятельности кадетов и суворовцев с учетом их способностей, усиление работы по подготовке и участию в тематических олимпиадах, конкурсах, фестивалях и др.

Литература

1. Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России. URL: <http://www.igps.ru/division-info/10> (дата обращения: 29.06.2017).
2. Санкт-Петербургское суворовское военное училище МО РФ. URL: http://spbsvu.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=13&Itemid=36 (дата обращения: 29.06.2017).
3. Стрюкова Г.А. Гуманистический потенциал воспитательной системы суворовского военного училища: дис. ... канд. пед. наук. Ульяновск, 2002. 208 с.
4. Кулемзина А.В. Детская одаренность как предмет педагогического анализа: дис. ... д-ра пед. наук. Томск, 2005. 343 с.
5. Медведева Н.А. Диагностика и формирование когнитивно-моторных и когнитивно-интеллектуальных компонентов способностей одаренных детей и выявление их взаимосвязи: дис. ... канд. психол. наук. Ставрополь, 2002. 165 с.
6. Тарасова Г.В. Организационно-педагогические условия развития готовности учителя к работе с одаренными детьми: дис. ... канд. пед. наук. Казань, 2005. 267 с.
7. Педагогический музей военно-учебных заведений в Петербурге. Прошлое и настоящее. СПб.: Аврора, 2014.
8. Военная педагогика: учеб. для вузов. 2-е изд., испр. и доп. / под ред. О.Ю. Ефремова. СПб.: Питер, 2017.
9. Ермолов Е.М. Становление и развитие качеств лидера воинского коллектива у кадет и суворовцев: дис. ... канд. пед. наук. СПб., 2015. 186 с.
10. Об образовании в Российской Федерации: Федер. закон Рос. Федерации от 29 дек. 2012 г. № 273-ФЗ // Собр. законодательства Рос. Федерации. 2012. № 53. Ст. 7 598.
11. Сычева Е.Г. Педагогические условия проектирования индивидуальных образовательных технологий обучения учащихся общеобразовательных школ: дис. ... канд. пед. наук. М., 2010. 174 с.

ОСОБЕННОСТИ МЕДИКО-ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКОЙ РЕАБИЛИТАЦИИ У ПАЦИЕНТОВ С ПСИХОСОМАТИЧЕСКОЙ ПАТОЛОГИЕЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ КРИТЕРИЕВ

О.В. Леонтьев, доктор медицинских наук профессор;

Е.В. Яковлев, кандидат медицинских наук.

Межрегиональный институт экономики и права при Межпарламентской ассамблее Евразийского экономического сообщества.

Д.Н. Церфус, кандидат медицинских наук, доцент.

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

Представлены результаты экспериментального изучения основных психофизиологических критериев психосоматических проявлений в структуре пациентов терапевтического профиля, с целью разработки практических рекомендаций для восстановительного лечения. Анализ результатов исследования проводился с применением Госпитальной шкалы тревоги и депрессии, а также данных общеклинического обследования, анамнеза жалоб больного, электрокардиографии и пр.

Ключевые слова: психосоматические заболевания, медико-психофизиологическая реабилитация, качество жизни, индивидуально-личностные особенности

THE CHARACTERISTICS OF THE MEDICAL PSYCHOPHYSIOLOGICAL REHABILITATION OF PATIENTS WITH PSYCHOSOMATIC PATHOLOGY WITH THE USE OF PSYCHOPHYSIOLOGICAL CRITERIA

O.V. Leontiev; E.V. Yakovlev.

Interregional institute of economics and law at the inter-parliamentary Assembly of member Nations of the Eurasian economic community.

D.N. Tserfus. Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia

The article presents the results of an experimental study of basic physiological criteria for psychosomatic manifestations in the structure of patients of therapeutic profile, with the aim of developing practical recommendations for restorative treatment. The analysis of the research results was carried out using Hospital scale of anxiety and depression and data General clinical examination, anamnesis, complaints of the patient, electrocardiography etc.

Keywords: psychosomatic diseases, medical psychophysiological rehabilitation, quality of life, individually-personal features

Различные взгляды отечественных и зарубежных ученых в области психосоматических соотношений представляют огромный интерес при исследованиях психологических аспектов проблемы медико-психофизиологической реабилитации [1–3].

Наибольший интерес представляет понимание причин поражения различных органов и систем человека у пациентов с психосоматической патологией [3].

Проблема повышения эффективных и экономически обоснованных программ медико-психофизиологической реабилитации во многом связана с тем, что лечение психосоматических расстройств не всегда является достаточно эффективным, в связи со склонностью принимать хроническое течение. Достаточно спорным являются вопросы о специфичности и индивидуальной изменчивости в развитии психосоматических заболеваний.

В связи с вышесказанным, актуальность проблемы в настоящее время обусловлена несколькими причинами: повышением роли психологических факторов в развитии заболеваний, сложностью совмещения психологического и медицинского подходов в исследовании.

Актуально применение эффективных и экономически подтвержденных программ реабилитации терапевтических больных при психосоматической патологии. Исследование качества жизни (КЖ) – перспективный способ определения эффективности реабилитационных мероприятий и источник дополнительной информации о состоянии больного.

Всемирная организация здравоохранения определяет, что качество жизни – это «восприятие модели своего положения в жизни, в контексте культуры и системы ценностей, в которых он живет, в связи с целями, ожиданиями, стандартами и интересами этого индивидуума».

Данный интегральный показатель оценивает физические, социальные, психологические факторы влияния на человека, имеющие для него существенное значение. То есть, данный показатель представляет собой степень удовлетворенности человека качеством жизни, своей ролью в обществе.

В настоящее время в отечественной и зарубежной литературе основные подходы измерения качества жизни определяются следующими условиями: изучение объективных условий и субъективных оценок человека. В рамках основных подходов сложились две модели оценки качества жизни [4].

К индикаторам качества жизни можно отнести: когнитивную составляющую (оценку общей удовлетворенности жизнью); аффективную составляющую (ощущения счастья, социальную поддержку, личностную компетентность, ощущения депрессии, тревожности и стресса, общую субъективную оценку).

Существует значительное число способов оценки уровня и качества жизни, которые можно свести к субъективной и объективной процедуре измерения.

Целью данного исследования являлось изучение основных психофизиологических критериев психосоматических проявлений в структуре больных терапевтического профиля с психосоматической патологией для повышения эффективности восстановительного лечения.

Обследовано 60 человек мужчин в возрасте от 30 до 60 лет (средний возраст $44,6 \pm 3,4$ лет). Критерием включения в выборку испытуемых было наличие тревожно-депрессивных расстройств. Верификацию диагноза осуществляли на основании данных общеклинического обследования, анамнеза жалоб больного, электрокардиографии, холтеровского мониторирования, ультразвукового исследования органов брюшной полости, почек, а также консультаций специалистов (невролога, окулиста, психиатра).

Все обследованные были разделены на три группы. В первую (числом 15 человек) включены больные бронхиальной астмой, во вторую вошло 24 человека больных сердечно-сосудистой патологией (ишемическая болезнь сердца), а в группу три (21 человек) – больные сахарным диабетом 2 типа.

Оценка эмоциональной сферы у испытуемых проводилась с применением Госпитальной шкалы тревоги и депрессии (Hospital Anxiety & Depression Scale, HADS) в адаптации М.Ю. Дробужева. Преимуществом использования данной шкалы является простота в применении и высокая валидность по отношению к оценке таких расстройств, как тревога и депрессия. При осуществлении анализа экспериментальных данных учитывался суммарный показатель по каждой подшкале, со следующими результатами значений:

- 0–7 – «норма» (отсутствие достоверно выраженных симптомов тревоги и депрессии);
- 8–10 – «субклинически выраженная тревога/депрессия»;
- 11 и выше – «клинически выраженная тревога/депрессия».

Анализ результатов исследования качества жизни оценивался с использованием российской версии международного опросника SF-36, который включает шкалы: физическое функционирование (ФФ), ролевое физическое функционирование (РФФ), боль (Б), общее здоровье (ОЗ), жизнеспособность (Ж), социальное функционирование (СФ), ролевое эмоциональное функционирование (РЭФ), психологическое здоровье (ПЗ) [3].

Задачи медико-психофизиологической реабилитации определяются характером функционального состояния, выраженностью нервно-психических расстройств и индивидуально-личностными особенностями больных. Для уточнения роли психического фактора в механизмах различных болезней, их течения, компенсации используются в диагностическом процессе результаты психологических исследований [5–7].

При проведении анкетирования у испытуемых по шкале HADS выявлено, что тревожно-депрессивные расстройства встречаются у половины пациентов: клинически выраженная депрессия выявлена у 18,3 %, тревога – у 19,5 % пациентов, субклинически выраженная депрессия у 21,1 %, тревога – у 78,3 % больных [8].

В дальнейшем анализ результатов исследования показал, что в группе пациентов с бронхиальной астмой клинически выраженная депрессия выявлена у 11 % пациентов, а тревога – у 16,7 %. Субклинически выраженная депрессия имела место у 27,6 %, а тревога – у 44,4 % пациентов. Незначимы эти показатели наблюдались по шкале депрессия в 61,4 % случаев, а тревога – 61,1 %. В группе испытуемых, имеющих сердечно-сосудистые заболевания, таких как ишемическая болезнь сердца клинически выраженная депрессия выявлена у 3,4 % испытуемых, тревога была выявлена у 26,7 %. Субклинически выраженная депрессия имела место у 46,7 %, а тревога – у 40 %. Незначимы эти показатели наблюдались по шкале депрессия в 49,9 % случаев, а тревога – 33,3 %. В группе пациентов с сахарным диабетом клинически выраженная депрессия и тревога выявлены у 15 % больных. Субклинически выраженная депрессия имела место у 8 %, а тревога – у 34,6 %. Незначимы эти показатели наблюдались по шкале депрессия в 77 % случаев, а тревога – 50,4 %. При дальнейшем изучении качества жизни отмечено, что у пациентов с сердечно-сосудистыми заболеваниями в отличие от группы пациентов с бронхиальной астмой и сахарным диабетом отмечается достоверно большие значения субъективных показателей оценки общего самочувствия (шкала ОЗ) и более низкие значения объема физической нагрузки в повседневной деятельности (шкала ФФ). Анализ результатов исследования представлен в таблице 1.

Таблица. Показатели КЖ пациентов с патологией различных органов и систем (n=60)

Название шкалы (условное обозначение)	Группа 1 (n=15)	Группа 2 (n=24)	Группа 3 (n=21)
ФФ	59,9±3,4	50,8±3,3	64,7±3,5**
ОЗ	59,7±2,6	67,3±2,4*	60,5±2,6**
СФ	57,8±2,6	57,6±2,5	62,2±2,6
РЭФ	68,7±2,8	67,3±2,4	71,3±2,1
ПЗ	59,9±2,4	60,4±2,1	63,9±2,3

Примечание: * – различия достоверны между больными групп 1 и 2; ** – различия достоверны между больными групп 2 и 3

В ходе исследования отмечено, что в современной клинической практике психологическое исследование направлено на изучение особенностей личности больного, определение структуры внутренней картины болезни и характеристики психологических процессов (степени или сохранности их нарушений). Необходимо более тесное и продуктивное сотрудничество психолога, работающего в сфере медицины, и врача, а также создание условий для их профессионального взаимодействия и реализации своих профессиональных позиций [3].

Среди психотерапевтических методов в реабилитации терапевтических больных важная роль принадлежит так называемой «малой» психотерапии, доступной каждому врачу [3]. По мнению авторов, необходимо использовать различные приемы рациональной психотерапии с учетом выраженности клинического проявления депрессивных и тревожных составляющих психосоматических проявлений.

При неэффективности рациональной психотерапии предлагается дополнить БОС-терапией или методом биологической обратной связи для купирования психосоматических проявлений соматических заболеваний, посредством использования специальной аппаратуры для формирования навыков саморегуляции, помогающих ему справляться с приступами страха, депрессии, болевыми ощущениями и другими проявлениями болезни [8]. По данным литературы и пилотным исследованиям авторов отчетливо фиксируется улучшение КЖ у соматических больных с проявлением депрессивных и тревожных симптомов.

Литература

1. К вопросу о психологических факторах риска возникновения болезней сердечно-сосудистой системы у военнослужащих молодого возраста / А.И. Кодочигова [и др.] // Воен.-мед. журн. 2003. № 5. С. 25–81.

2. Шленков А.В. Психологический контроль и коррекция негативных психических состояний у сотрудников ГПС МЧС России // Вестник психотерапии. 2005. № 13. С. 76–87.

3. Сорокин Н.В. Динамика качества жизни военнослужащих и пенсионеров Министерства обороны с ишемической болезнью сердца в зависимости от особенностей реабилитации: дис. ... канд. мед. наук. СПб., 2010. 158 с.

4. Клиническая психология. Словарь / под ред. Н.Д. Твороговой // Психологический лексикон. Энциклопедический словарь: в 6-ти т. / под общ. ред. А.В. Петровского. М.: ПЕР СЭ, 2007. 416 с.

5. Рекомендации экспертов ВНОК по диагностике и лечению метаболического синдрома (второй пересмотр) // Кардиоваскулярная терапия и профилактика. 2009. № 6. С. 28.

6. Распространенность начальных форм ишемической болезни сердца в зависимости от факторов риска у военнослужащих опасных профессий / В.Б. Симоненко [и др.] // Клин. мед. 2008. № 2. С. 19–22.

7. Социально-психологические, педагогические и медико-психофизиологические проблемы модернизации общества на евразийском пространстве: материалы науч.-практ. конф. 28–29 ноября 2013 г. / под ред. О.В. Леонтьева [и др.]. СПб.: МИЭП при МПА ЕврАзЭС, 2013. Ч. 1. 178 с.

8. Веревкин Е.Г., Завьялов В.Ю., Шубина О.С. Депрессия и биоуправление // Бюллетень Сибирского отделения Российской академии медицинских наук. Новосибирск, 1999. № 1. С. 36.

ГОРНОСПАСАТЕЛЬНОЕ ДЕЛО. ОХРАНА ТРУДА

ИСПЫТАНИЯ СИСТЕМ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ КОНСТРУКЦИЙ КАБИН АВТОТРАНСПОРТНОЙ ТЕХНИКИ

А.С. Афанасьев.

Санкт-Петербургский горный университет.

Р.Т. Хакимов.

Санкт-Петербургский государственный аграрный университет, г. Пушкин.

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

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

В результате проведенных испытаний систем кондиционирования конструкций кабин автотранспортной техники получены экспериментальные данные и зависимости эффективности работы системы кондиционирования кабин с применением в конструкциях кабин теплоизоляционных материалов.

Ключевые слова: кабина автотранспортной техники, система кондиционирования, климатическая камера, инсоляция, тепловой баланс

TESTING OF AIR CONDITIONING SYSTEMS STRUCTURES OF CABINS OF VEHICLES

A.S. Afanasyev. Saint-Petersburg mining university.

R.T. Khakimov. Saint-Petersburg state agrarian university.

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

As a result of temperature and dynamic testing the technique, the experimental data obtained and dependence, characterizing efficiency of air conditioning systems and use of thermal insulation materials.

Keywords: cabin temperature-dynamic test, air conditioning system, climatic chamber, insulation, heat balance

Оснащение пожарно-спасательных частей современной техникой относится к основным мероприятиям Государственной противопожарной службы (ГПС) МЧС России, позволяющее подразделениям эффективно выполнять аварийно-спасательные работы и пожаротушение. Особо значимыми являются технические характеристики пожарно-спасательных автомобилей, при этом обоснованно повышаются требования к устройствам и оснащению кабин автотранспортной техники для обеспечения: микроклимата (отопление, вентиляция, кондиционирование), оптимальных динамических нагрузок, воздействующих на водителя.

Как альтернатива климатическим камерам с большими производственными площадями и размерами, сложной системы отвода и притока воздуха была сконструирована и испытана лабораторная установка по испытанию свойств кабин по применяемым теплоизоляционным материалам и устройствам систем кондиционирования воздуха.

Разработка лабораторной установки испытаний систем кондиционирования кабин автотранспортной техники была основана на реализации модели теплового баланса кабины [1, 2], схема установки приведена на рис. 1.

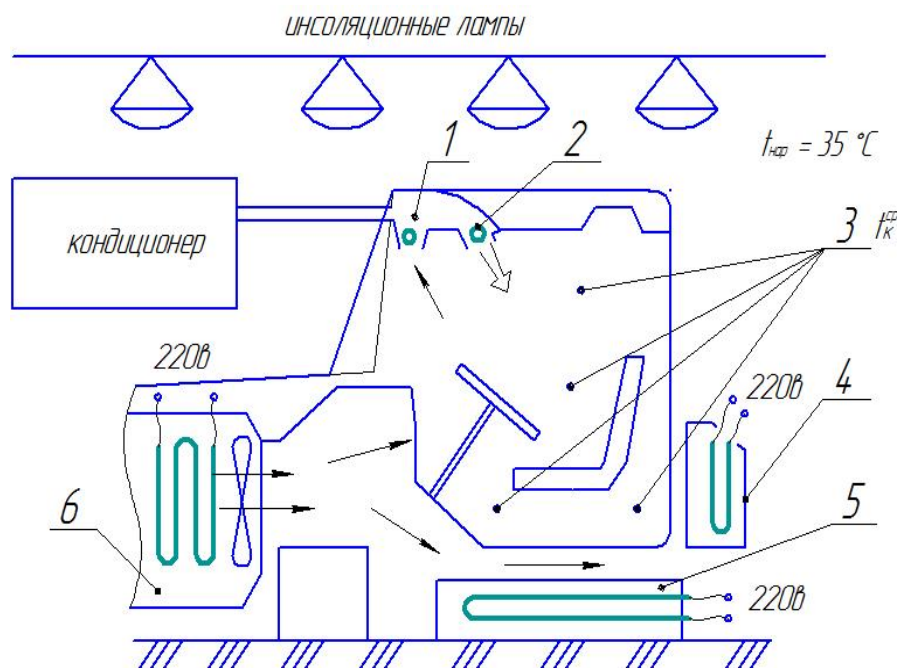


Рис. 1. Лабораторная установка для испытаний систем кондиционирования кабин автотракторной техники:

1 – датчик температуры на выходе из кондиционера; 2 – датчик температуры на входе в кондиционер; 3 – датчики температуры зон кабины; 4 – нагреватель тыльной панели кабины; 5 – нагреватель пола кабины; 6 – нагреватель, имитирующий поток подкапотного воздуха

В методике проведенных исследований были реализованы следующие принципы:

- установления заданной температуры воздуха вокруг кабины;
- возможность включения и выключения режимов инсоляции;
- возможность включения и отключения нагревателя (имитация двигателя), при включенном нагревателе устанавливается определенный расход воздуха по скоростному напору.

В ходе испытаний проводился замер и запись всех измеряемых параметров. Система кондиционирования воздуха (СКВ) включалась с определенными интервалами, время интервалов составляло не менее 10 мин, измеряемые параметры записывались до установившегося режима. Каждый режим испытаний проходит в пределах 2–4 ч, полученные результаты обрабатывались по методике раздела 2 [3].

Исследования теплового баланса кабин автотранспортной техники проводились на разных режимах работы двигателя, оказывающих существенное влияние на экологические параметры отработавших газов (ОГ) и на климатические условия в кабине [4]. Так как в стояночном положении транспортного средства (ТС) при работе на холостых и средних оборотах двигателя загазованность вокруг кабины может существенно ухудшить климатические условия [5, 6].

На рис. 2–5 графически представлены изменения средних температур внутренних и наружных элементов кабины: температуры воздуха в кабине, в подкапотном пространстве, вокруг кабины при работе СКВ в условиях включенной и отключенной имитации солнечной радиации, при работающем и неработающем двигателе, а также при закрытых теплоизоляционным материалом прозрачных ограждениях и крыши кабины [7].

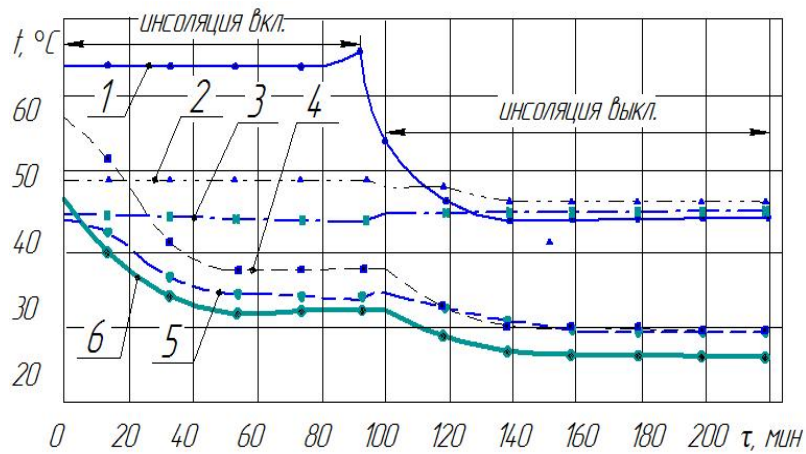


Рис. 2. Изменения средних температур при воздействии прямой инсоляции и последующим ее отключением при неработающем двигателе $t_{\text{окр}}^{\text{сп}} = 45,7 \text{ } ^\circ\text{C}$, изменение температуры во времени: 1 – крыша кабины; 2 – передняя стенка кабины; 3 – пол кабины; 4 – потолок кабины; 5 – внутренняя стенка кабины; 6 – воздух в кабине

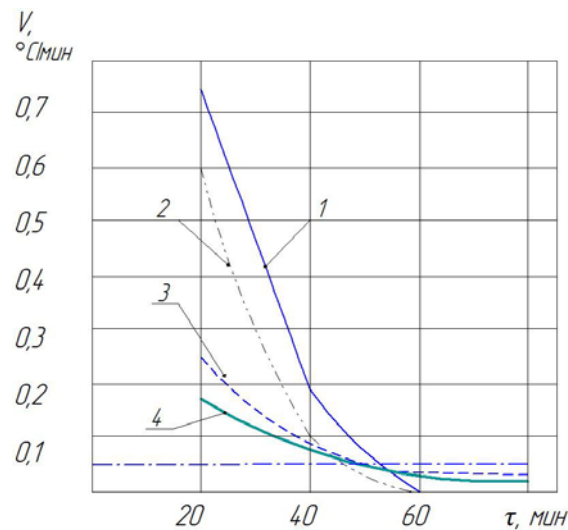


Рис. 3. Изменение падения температуры потолка и воздуха внутри кабины: при включенной инсоляции: 1 – потолка, 2 – воздуха внутри кабины; при отключенной инсоляции: 3 – потолка, 4 – воздуха внутри кабины

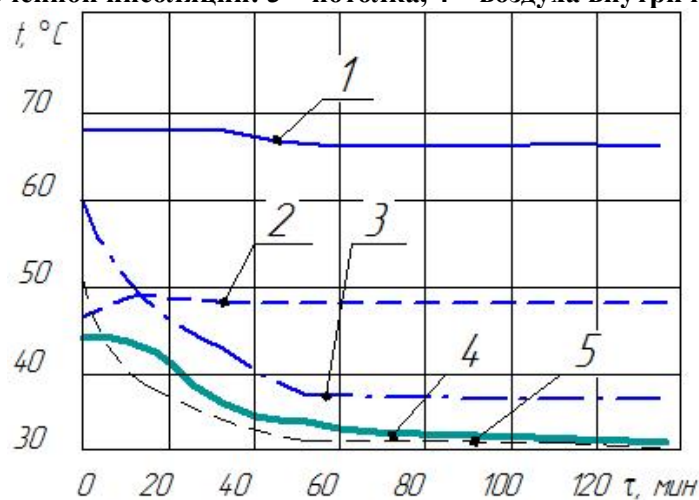


Рис. 4. Изменение температур кабины неподвижного транспортного средства при $t_{\text{окр}} = 48,5 \text{ } ^\circ\text{C}$: 1 – крыши кабины; 2 – окружающего воздуха кабины; 3 – потолка кабины; 4 – воздуха внутри кабины; 5 – пола кабины

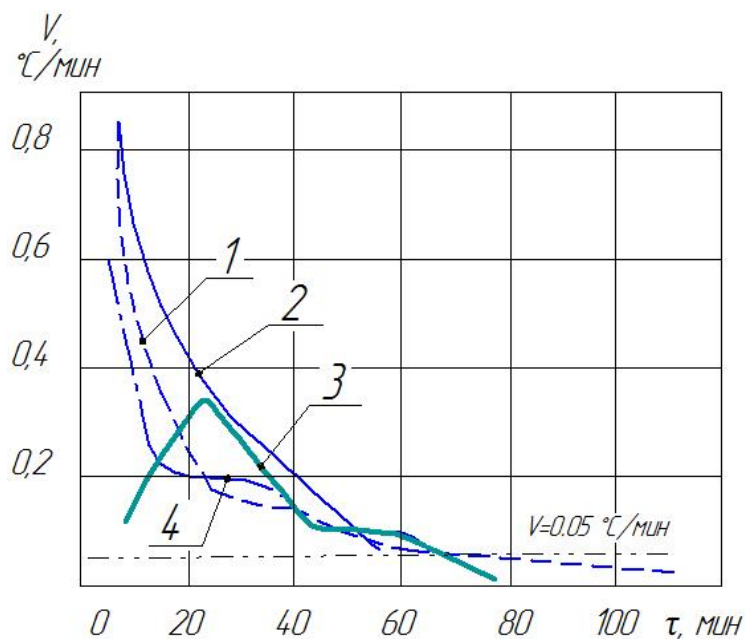


Рис. 5. Изменение средней скорости температуры элементов кабины:
 1 – воздуха внутри кабины; 2, 3 соответственно – потолка и пола кабины;
 4 – воздуха внутри кабины с отключенной теплоизоляцией

Анализ характера полученных зависимостей показывает, что стабилизация температур воздуха в кабине и панелей достигается, но при заданной мощности системы кондиционирования время стабилизации достигает не менее чем через 60 мин. Изменение средней скорости воздуха внутри кабины и элементов кабины с интервалом в 15–20 мин представлены на рис. 3, 5.

Изменение температуры крыши и потолка кабины (кривые соответственно 1 и 4) для стоящего с неработающим двигателем автомобиля при воздействии теплоизоляции, перпендикулярной поверхности крыши и с работающей в кабине системы кондиционирования воздуха (БК-1500) и с последующим отключением теплоизоляции, показано на рис. 2 [8].

Средневзвешенная температура окружающего воздуха ($t_{\text{вн}}^{\text{ср}}$) при испытаниях составляла $45,7^{\circ}\text{C}$. По данным результатов испытаний температура крыши составляла $64\text{--}68^{\circ}\text{C}$ (рис. 2, 4), а в реальных условиях температура крыш кабин достигает $62\text{--}72^{\circ}\text{C}$ [9]. Можно сделать вывод: что установленная в лаборатории имитация солнечной радиации соответствует реальным условиям.

Полученные значения температур при работе двигателя в подкапотном пространстве, на передней стенке, на задней стенке представлены в табл. 1.

Данные в табл. 1 были использованы для имитации тепловых нагрузок в ходе проводимых исследований функционирования системы кондиционирования кабины; в дальнейшем могут быть опорными исходными данными при исследованиях теплозащитных качеств кабины автомобиля и ее теплового баланса.

В табл. 2, 3 представлены результаты исследования теплового баланса кабины автотранспортной техники при различных температурах окружающего воздуха, а также влияние теплоизоляции панелей (крыши и окон) на составляющие теплового баланса. При этом получены коэффициенты теплопередачи кабины в целом для разных условий.

Таблица 1. Температуры элементов кабины в климатической лабораторной камере при работающем двигателе

$t_{\text{окр}}^{\text{ср}}$ °С	$t_{\text{Л. каб}}$ °С	$t_{\text{подкап}}$ °С	$t_{\text{пер.ст}}^{\text{нар}}$ °С	$t_{\text{пола}}^{\text{нар}}$ °С	$t_{\text{крыши}}^{\text{нар}}$ °С	$t_{\text{зад.ст.}}^{\text{нар}}$ °С	Условия опыта
55,5	38,0	70,5	68,5	62,5	54,5	70,5	n=1 500 мин ⁻¹
52,0	36,0	78,0	75,0	68,0	56,5	75,0	окна теплоизол. n _e =max
51,0	37,0	71,5	67,5	60,5	52,5	66,5	n=1 500 мин ⁻¹
50,5	36,0	70,5	68,5	61,5	47,0	62,0	– " –
49,5	28,5	63,5	–	60,5	40,5	63,0	крыша теплоизол.
48,0	28,5	68,5	64,5	61,5	34,5	63,0	– " –
46,5	28,5	68,0	64,0	63,5	40,0	54,0	окна теплоизол. n=1 500 мин ⁻¹
46,0	42,5	68,2	68,0	60,5	59,5	71,0	СКВ отключена
44,0	32,0	71,5	67,5	64,5	48,5	68,5	окна теплоизол. n=1 500 мин ⁻¹

Примечание: принятые обозначения температур в таблице:

$t_{\text{окр}}^{\text{ср}}$ – средневзвешенная воздуха, окружающего кабину; $t_{\text{Л. каб}}$ – воздуха в кабине;

$t_{\text{подкап}}$ – воздуха в подкапотном пространстве около кабины; $t_{\text{пер.ст}}^{\text{нар}}$ – передней стенки ограниченной подкапотным пространством; $t_{\text{пола}}^{\text{нар}}$ – наружной части пола; $t_{\text{крыши}}^{\text{нар}}$ – наружной части крыши; $t_{\text{зад.ст.}}^{\text{нар}}$ – наружная часть задней стенки

Таблица 2. Результаты эксперимента при закрытых теплоизоляционным материалом окна и крыши кабины транспортного средства

№ п/п эксперимента	Q, Вт	K, Вт/м ² °С	$t_{\text{окр}}^{\text{ср}}$, °С	$t_{\text{каб}}^{\text{Л}}$, °С	$\Delta t'$, °С	$\Delta t_{\text{СКВ}}$	Примеч.
Условия испытаний	Инсоляция включена; окна закрыты теплоизоляцией, двигатель не работает						
1	1 355	6,0	48,5	31,6	16,95	8,38	–
Условия испытаний	Инсоляция отключена; окна закрыты теплоизоляцией, двигатель не работает						
2	985	3,64	45	24,67	20,33	6,02	–
3	1 043	3,83	46	25,55	20,45	6,4	–
4	1 124	3,79	30,9	8,62	22,25	6,33	–
Усредненное значение	–	3,75	–	–	–	–	–
Условия испытаний	Инсоляция отключена; окна закрыты теплоизоляцией, двигатель работает						
5	1 720	6,5	46,9	28,2	18,7	10,31	–
Условия испытаний	Инсоляция отключена; окна, крыша закрыты теплоизоляцией, двигатель работает						
6	1 367	4,91	49,25	28,35	20,9	8,2	–
7	1 425	5,4	48,5	28,7	19,8	8,7	–
Усредненное значение	–	5,2	–	–	–	–	–
Условия испытаний	Инсоляция отключена; окна, крыша закрыты, двигатель не работает						
8	988	3,42	43,5	21,8	21,7	5,95	–

Таблица 3. Результаты эксперимента при отсутствии теплоизоляционных материалов на окнах и крыше

№ п/п эксперимента	Q, Вт	K, Вт/м ² °C	t ^{ср} _{окр} , °C	t ^L _{каб} , °C	Δt', °C	Δt _{скв}	Примеч.
Условия испытаний	Инсоляция отключена, двигатель работает						
8	1 298	7,11	50,7	37	13,7	8,2	–
9	1 394	7,48	51,8	37,5	14,3	8,8	–
10	1 354	7,26	50,5	36,5	14	8,46	–
Усредненное значение	–	7,28	–	–	–	–	–
Условия испытаний	Инсоляция отключена, двигатель не работает						
11	1 282	5,18	44,5	25,9	18,6	7,8	–
12	1 198	4,85	36,6	18	18,56	7,0	–
Среднее значение	–	5,02	–	–	–	–	–
Условия испытаний	Инсоляция включена, двигатель не работает						
13	1 707	10,7	45,7	33,7	12	10,5	–
14	1 822	9,12	48,5	33,56	15	11,3	–
Усредненное значение	–	9,91	–	–	–	–	–

В табл. 4 выполнен анализ теплопритоков при условии, что в соответствии с ГОСТ 12.2.019–86 температура в кабине $t_{каб}=28$ °C, а температура окружающей среды $t_{окр}=51-52$ °C, то есть при температурном напоре $\Delta t=23,9$ °C [10]. Из табл. следует, что при исследованиях теплового баланса кабин наибольшее влияние оказывает инсоляция, особенно проникающая через прозрачные панели кабины, а также интенсивно нагревающая крышу кабины (рис. 2, 4).

В табл. 1–4 систематизированы основные факторы, влияющие на тепловую нагрузку кабины. В статье [8] показаны сравнения результатов экспериментальных данных (табл. 1–4) с результатами аналогичных исследований, выполненных другими авторами [7, 10], показывающие, что результаты выполненных температурно-динамических испытаний автотранспортных кабин находятся в близком соответствии с данными указных источников.

Таблица 4. Приведенные значения отводимого тепла по усредненным значениям экспериментальных данных

№ п/п эксперимента	Q, Вт	t _{каб} , °C	t _{окр} , °C	Δt', °C	Среднее значение K, Вт/м ² °C
Условия	Инсоляция отключена, двигатель работает				
8, 9, 10	2 315	29	50	23,5	7,30
Условия	Инсоляция отключена, двигатель не работает				
11, 12	1 595	27	52,0	24,0	5,05
Условия	Инсоляция включена, двигатель не работает				
13, 14	3 155	30	52,0	24,0	9,90
Условия	Инсоляция включена; окна закрыты теплоизоляцией, двигатель не работает				
1	1 915	25	52,0	24,0	6,05
Условия	Инсоляция отключена; окна закрыты теплоизоляцией, двигатель не работает				
2, 3, 4	1 195	27	52,0	24,0	3,80
Условия	Инсоляция отключена; окна закрыты теплоизоляцией, двигатель работает				
5	2 065	28	52,0	24,0	6,15
Условия	Инсоляция отключена; окна, крыша закрыты, двигатель работает				
6, 7	1 650	28	52,0	24,0	5,12
Условия	Инсоляция отключена; окна, крыша закрыты, двигатель не работает				
8	1 085	28	52,0	24,0	3,45

Выводы:

1. Представленная в работе методика испытаний систем кондиционирования конструкций кабин в лабораторных условиях представляет адекватную имитацию воздействия на кабину окружающей среды: солнечной радиации, скорости и температуры окружающего воздуха.

2. В ходе исследований теплового баланса кабины автотранспортной техники установлено влияние инсоляции на микроклимат в кабине как основного фактора, значительно влияющей при проникновении через прозрачные панели (стекла).

3. По результатам исследований табл. 2–4 прослеживается тренд усредненных температур кабины и окружающей среды ($t_{\text{скр}}$, $t_{\text{каб}}$) при измененных показателях инсоляции, которые влияют на микроклимат внутренней среды кабины, а также наблюдается комплексное изменение коэффициентов теплопередачи (K) при влиянии температурного поля, исходящего от двигателя и инсоляционной батареи, как имитирующего фактора окружающей среды.

Литература

1. Эксплуатация и техническое обслуживание трактора К-700 / В.В. Бурков [и др.]. Л.: Россельхозиздат, 1969. 160 с.

2. Дзюба Е.Ю., Хакимов Р.Т. Анализ средств оценки конструкции и работ по алюминиевым радиаторам, проводимых в лаборатории «ОНИЛТА» // Известия Международной академии аграрного образования. 2015. Т. 1. № 25. С. 99–101.

3. Михайлов М.В., Гусев С.В. Микроклимат в кабинах мобильных машин. М.: Машиностроение, 1977. 23 с.

4. Афанасьев А.С., Хакимов Р.Т., Загорский С.М. Обоснование режимов оценки экологической безопасности дизелей автомобильной техники // Вестник Таджикского технического университета. 2015. № 3 (31). С. 225–228.

5. Афанасьев А.С., Хакимов Р.Т., Загорский С.М. Влияние режимов использования дизеля на дымность отработавших газов // Техничко-технологические проблемы сервиса. 2014. № 2 (28). С. 56–58.

6. Афанасьев А.С., Хакимов Р.Т., Загорский С.М. Изменение дымности отработавших газов дизеля КамАЗ-740 в зависимости от режимов работы в жарких условиях // Техничко-технологические проблемы сервиса. 2013. № 4 (26). С. 16–19.

7. Экономические, экологические и прочностные характеристики ДВС при работе на природном газе / С.В. Фучкин [и др.] // Экологическая безопасность автотранспортного комплекса: передовой опыт России и стран Европейского Союза: труды III Междунар. науч.-практ. конф. 2005. С. 127–131.

8. Хакимов Р.Т. Стендовые гидродинамические исследования моделей роторных алюминиевых радиаторов // Известия Международной академии аграрного образования. 2016. № 26. С. 24–27.

9. Хакимов Р.Т. Улучшение экологических параметров газового двигателя с наддувом путем использования электромагнитных дозаторов газа // Инновационные технологии в сервисе: сб. материалов IV Междунар. науч.-практ. конф. / под ред. А.Е. Карлика. 2015. С. 224–225.

10. Shingo Shimizu, Husao Hara, Fumihiko Akasawa. Toyota motor corporation // SAE Review. 1992. № 9. С. 80–90.

11. Ложкин В.Н., Гавкалюк Б.В., Ложкина О.В. Обеспечение экологической эффективности и пожарной безопасности топливно-каталитических систем транспортных двигателей // Актуальные проблемы морской энергетики: материалы III Всерос. межотрасл. науч.-техн. конф. СПб. : Изд-во СПбГМТУ, 2014. С. 40–42.

СТАНОВЛЕНИЕ И РАЗВИТИЕ ИНДУСТРИИ ПРОТИВОХИМИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ. ВОЕННО-ИСТОРИЧЕСКИЙ ОЧЕРК

**И.К. Базарных, кандидат технических наук,
почетный химик Российской Федерации.**

ОАО «Химконверс», Москва.

М.А. Пименова, кандидат технических наук;

И.Л. Скрипник, кандидат технических наук, профессор.

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

Произведен анализ структуры организации военно-химического комплекса с момента ее зарождения до настоящего времени. Рассмотрены основные этапы и мероприятия разработки противогозов, аналитических лабораторий и т.д.

Ключевые слова: химическое оружие, газовая атака, противогоз, средства защиты

THE FORMATION AND DEVELOPMENT OF INDUSTRY-CHEMICAL REMEDIES. MILITARY-HISTORICAL ESSAY

I.C. Bazarnyh. JSC «Chimkonvers», Moscow.

M.A. Pimenova; I.L. Skripnik.

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

The article made an analysis of the structure of the organization of military-chemical complex since its inception to the present time. Describes the main phases and activities of the development of gas masks, analytical laboratories, etc.

Keywords: chemical weapons, gas attack, gas mask, protection

Начало созданию нарождающейся химической отрасли России – противогозовой промышленности – было положено в 1916 г. и стало ответом на появление нового вида оружия – химического. Как известно, 22 апреля 1915 г. в результате германской газобаллонной химической атаки против французских войск возле Бельгийского г. Ипр было отравлено хлором около 15 тыс. человек, из которых свыше 5 тыс. погибло на поле боя, а половина оставшихся в живых стали инвалидами [1].

В апреле 1915 г. прогнозируя, по данным разведки, возможное использование противником боевых отравляющих веществ (БОВ), командование русской армии поручило начальнику санитарной и эвакуационной части принцу Ольденбургскому принять меры «к заблаговременному и срочному заготовлению предохранительных средств». Однако ничего им и его службой не было сделано, и, в результате, войска оказались неподготовленными к защите от «вредных и удушливых газов».

31 мая 1915 г. германские войска повторили газовую атаку, выпустив ядовитое облако смеси хлора с фосгеном на позиции русских войск в районе г. Болимово, западнее Варшавы. В ночь на 17 июля 1915 г. германские войска повторили атаку в том же районе, в результате которой из состава полка было выведено из строя 97 % солдат и офицеров личного состава.

Обстановка на фронте требовала неотложных и решительных мер. С этой целью 2 октября 1915 г. после оценки ситуации было принято решение об учреждении Военно-химического комитета под научно-организационным руководством видного русского ученого Н.С. Курнакова.

Разработкой и изготовлением защитных средств занимались многочисленные общественные и частные структуры Всероссийского Земского союза. Последствия химических атак выявили неэффективность применявшихся ранее в промышленности устройств для очистки воздуха, заимствованных за рубежом, а также сухих и пропитанных гипосульфитом натрия марлевых масок и повязок Смоленского образца, утвержденного образца № 4, «Минского образца», противогаса «образца Горного института». Все эти средства неэффективно защищали личный состав действующей армии от хлора и оказались непригодными против фосгена. Так, поглотитель, используемый в противогазе «образца Горного института», при дыхании «окаменевал» и устройство быстро выходило из строя.

Требовалось универсальное защитное средство, защищающее от всех известных в то время отравляющих веществ. Правительство России привлекло к организации противохимической защиты войск лучших специалистов-химиков. Эту задачу удалось решить русскому ученому Н.Д. Зелинскому. Через месяц после первой газовой атаки он предложил использовать в качестве универсального поглотителя активированный древесный уголь и с участием В.С. Садикова усовершенствовал способ его изготовления путем прокаливания по специальной технологии, что существенно повышало его сорбционные (поглощающие) свойства. В ноябре 1915 г. Э.Л. Куммант предложил использовать в конструкции противогаса резиновую маску, герметично облегающую лицо, что позволило создать устройство, полностью изолирующее органы дыхания от загрязнений атмосферы и направляющее вдыхаемый воздух через коробку, наполненную дробленым активированным древесным углем. Испытания, проведенные в январе 1916 г., показали, что сухой угольный противогаз Зелинского-Кумманта оказался наиболее эффективным и эргономичным в сравнении с другими образцами средств защиты. Его первое боевое испытание на Западном фронте I Мировой войны дало ему высокую оценку по надежности и в 1916 г. он был принят на вооружение [2].

К началу 1916 г. разработкой и изготовлением военно-химической продукции в России занималось несколько организаций. Вместе с тем отсутствовала организация, которая бы возглавляла и координировала все работы в области специальной химии. И только 22 апреля 1916 г. для централизации усилий в этой области приказом начальника Главного артиллерийского управления оснащение армии средствами противохимической защиты было возложено на созданный при нем Химический комитет, под руководством которого осуществлялись научные исследования и разработки, проектировались и создавались специальные химические заводы, перепрофилировались действующие производства в интересах обеспечения действующей армии продуктами специальной химии.

Эту дату можно считать началом создания отечественной промышленности специальной химии. В составе Химического комитета было четыре отдела: взрывчатых веществ, удушающих средств, зажигательных средств и огнеметов, а также кислотный и противогазовый. Первым руководителем Химкома был назначен генерал-лейтенант В.Н. Ипатьев, известный русский химик-органик, крупный организатор химической промышленности.

К середине 1916 г. было налажено производство противогазов, разработано положение о снабжении ими войск. Противогаз «образца Горного института» был снят с вооружения. В 1917 г. все фронтовые части были снабжены противогазами Зелинского-Кумманта.

Первоначально противогаз Зелинского-Кумманта не имел устройства, позволявшего бороться с запотеванием стекол, но затем конструкция маски была усовершенствована путем использования резинового выступа, с помощью которого можно было протирать стекла изнутри. Затрудняло дыхание и отсутствие клапанов; однако вскоре предложенная князем Аваловым конструкция клапана для «выдыхания» разрешила и эту задачу, что резко облегчило физиологическую нагрузку и, соответственно, повысило комфортность работы в противогазе.

Примерно в это же время на вооружение саперов-химиков и других специальных технических частей был принят созданный профессором А.П. Поспеловым кислородный прибор с маской Кумманта и регенеративными патронами, снаряженными оксилитом. Всего за время деятельности Химического комитета было изготовлено и поставлено в войска противогазов конструкции Зелинского-Кумманта, Авалова, а также ряда других, включая «влажные» типа «Химкома», по разным источникам, от 11 до 15 млн единиц.

Однако в ночь с 12 на 13 июля 1917 г. возникла новая угроза – боевое применение иприта из так называемых долгоживущих, стойких химических отравляющих веществ (ОВ), обладающих как общедовитым, так и кожно-нарывным действием. Его поражающее воздействие было усилено проникновением ОВ через кожные покровы, минуя противогаз. Это потребовало создания специальной защитной одежды.

Подводя итоги появления и применения химического оружия в Первую мировую войну, следует отметить варварский характер вызываемых им человеческих страданий. Всего за время войны общие потери от применения химического оружия составили свыше 1,3 млн человек, из которых, по разным оценкам, от 30 до 100 тыс. – безвозвратные.

В 1918 г. был создан Отдел химической промышленности Всероссийского совета народного хозяйства (ВСНХ), в рамках которого была организована Комиссия по его реорганизации во главе с В.Н. Ипатьевым.

Приказом Реввоенсовета от 13 ноября 1918 г. № 220 было окончательно оформлено создание противогазовой службы Красной Армии, в соответствии с которым при Главном артиллерийском управлении (ГАУ) Рабоче-крестьянской Красной Армии (РККА) с целью использования имевшегося военно-химического имущества, организации исследования и разработок, производства, снабжения, обучения и подготовки кадров был создан Особый химический отдел.

В первой половине 20-х гг. в Красной Армии была создана целостная структура организации военно-химического дела. На базе Московских курсов было сформировано первое специальное высшее учебное заведение – Высшая военно-химическая школа РККА. К работе в ней были привлечены многие известные ученые и специалисты-химики: Н.Д. Зелинский, Н.А. Шилов и др.

Важнейшей вехой в формировании химической индустрии стало создание в 1921 г. Главного управления химической промышленности (Главхима), которое возглавил В.Н. Ипатьев. В 1923 г. по указанию Реввоенсовета было создано постоянно действующее Межведомственное совещание по химическим проблемам ведения боевых действий, а в 1924 г., в целях совершенствования руководства военно-химическими работами, оно было реорганизовано в Химический комитет при Реввоенсовете. В том же году была создана массовая общественная военно-патриотическая организация – Доброхим СССР, сыгравшая немалую роль в пропаганде химических знаний среди населения, в разработке средств и отработке методов противохимической защиты населения, привлечении и подготовке кадров для химической промышленности и РККА.

В ходе военной реформы 1925 г. Приказом Реввоенсовета от 15 августа 1925 г. при начальнике снабжения РККА создается Военно-химическое управление Красной Армии (ВОХИМУ), а в феврале 1926 г. – его ведущее научно-производственное подразделение – Тверской отдел военно-химического склада 1-го разряда (ныне Центральная база производства и ремонта вооружения и средств РХБЗ Минобороны России). Это обстоятельство связано с отсутствием в то время необходимой материально-технической основы для развертывания производства средств противохимической защиты.

В 1932 г. на базе химического факультета Военно-технической академии и Второго филиала МВТУ им. Баумана была создана Военно-химическая лаборатория, преобразованная затем в 1937 г. в Военную академию химической защиты.

Военными учеными было подготовлено производство для выпуска противогазовых коробок к новому противогазу ТТ-4 (Тверской, тип 4), который заменил противогаз Зелинского-Кумманта и другие противогазы первого поколения – БН со шлем-маской и коробкой Т5 на БН

с масками О-8 или МОД-0-8 и коробкой Т4. Угольный фильтр был дополнен противозольными фильтрами, катализаторами, химическими поглотителями. В 1938 г. на вооружение Красной Армии был принят новый противогаз МТ-4 с резиновой формованной шлем-маской ШМ-1. Коробка МТ-4 имела двухслойную шихту из химвсаспителя ХП-3 и гранул угля-катализатора К-4 и усовершенствованный противозольный фильтр из фильтр-картона [3].

Одновременно велась работа по обеспечению средствами защиты не только военнослужащих, но и гражданского населения. В 1938 г. сотрудниками аэрозольной лаборатории Научно-исследовательского физико-химического института под руководством И.В. Петрянова были разработаны новые противозольные фильтрующие материалы, полученные методом электроформования из полимерных растворов, ставшие впоследствии основой для создания легкой и надежной защиты от радионуклидов персонала будущей атомной промышленности и ядерной энергетики.

Примерно в это же время был создан противогаз для детей в возрасте до полутора лет, разработаны и приняты на снабжение специальный химический комбинезон из дублированной защитной ткани, легкий комбинезон, защитная плащ-палатка, сапоги, перчатки, а также импрегнированное специальным составом обмундирование и нательное белье.

В 1930 г. сотрудниками созданного в конце 20-х гг. Института химической обороны им. Осовиахима (ИХО), переименованного затем в НИХИ РККА, был разработан проект герметизации танка и оборудования его специальной системой фильтр-вентилиации в качестве коллективного средства защиты экипажа. В 1934–1935 гг. аналогичными установками были оборудованы и другие подвижные объекты – санитарные, штабные и другие машины. Началось серийное производство коллективных средств защиты: фильтров-поглотителей ФПМ-60, ФП-50 (60-360), ФПУ-50 (100-150), ФВУ с комплектом оборудования для герметизации стационарных объектов.

Одновременно были разработаны и поступили на снабжение химических войск и систем ПВХО аналитические лаборатории АЛ-2, сумки химика-разведчика, приборы химической разведки ПХР с набором индикаторных трубок для определения всех известных к тому времени БОВ, приборы и устройства для отбора проб из воздуха, воды и почвы. В 1936 г. в составе Наркомата тяжелой промышленности был организован Научно-исследовательский противогазовый институт (ныне ОАО «Электростальское НПО «Неорганика»), а в 1937 г. – и Государственный завод № 395 (ныне ОАО «Электростальский химико-механический завод»). В том же году на базе ряда лабораторий и кафедр Ленинградского технологического института им. Ленсовета был создан и Государственный научно-исследовательский институт аналитической химии (ныне «ГосНИИХиманалит») и ряд других предприятий будущей специализированной подотрасли, контуры которой начали формироваться в это время. В 1939 г. из состава комбината «К» был выделен Государственный союзный завод, предназначенный для производства зерненных активированных углей из древесного угля-сырца для снаряжения противогазовой техники (ныне ОАО «Сорбент», г. Пермь) [4].

С расширением круга задач, решаемых предприятиями химической отрасли, возникла необходимость и совершенствования управления ею, в связи с чем 24 января 1939 г. был организован Народный комиссариат химической промышленности (Наркомхимпром); Военно-химическое управление, преобразованное в 1934 г. в Управление народного комиссариата обороны, вошедшее с 1940 г. в его непосредственное подчинение.

В период войны Совет народных комиссаров в целях улучшения руководства промышленностью, производящей средства противохимической защиты, решил организовать в составе Наркомата химической промышленности Главное управление по производству средств противохимической защиты, подчинив ему профильные заводы и институты, освободив таким образом Наркомат обороны и армию от несвойственных им функций, оставив за ними выработку тактико-технических требований, контроль качества и объемов поставок. Приказом Наркомхимпрома от 27 мая 1942 г. руководителем Главного управления

был назначен комбриг М.Ф. Денисов. Эта дата и является, по сути, началом создания промышленности средств защиты в качестве самостоятельной подотрасли.

В военные годы на основе новых углей-катализаторов была разработана и принята на вооружение Вооруженных Сил (ВС) СССР противогазовая коробка МО-4, защитные характеристики которой были выше, чем у лучших зарубежных образцов. В конце 1944 г. с использованием новой специальной ткани ВКШ-51 был разработан легкий защитный химический костюм Л-1, который в 1952 г. был принят на снабжение и широко используется в войсках и промышленности, а также при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций до настоящего времени.

После окончания Великой Отечественной войны началась конверсия военного производства, в связи с чем уже в 1945 г. Постановлением Совнаркома СССР с предприятий-изготовителей средств противохимической защиты снимались задания по их производству для военных целей и устанавливались задания по выпуску гражданской продукции, в том числе по средствам промзащиты. В первые послевоенные годы были освоены и внедрены в производство промышленные противогазы большого габарита марок А, В, КД, Г, БКФ, Е, шланговые противогазы, респираторы Ф-45 и РПГ-45, самоспасатели СП-4 и ряд других средств.

Однако начавшаяся холодная война, появление атомного и термоядерного оружия, активные усилия США и Великобритании по наращиванию арсеналов и разработке новых видов химического оружия – фосфорорганического (зарина и зомана) – поставили перед страной и, соответственно, отраслью новые задачи по защите от новых угроз и потребовали реорганизации всей работы по созданию средств защиты, отвечающих новым требованиям, и обеспечению ими ВС и населения.

Решение этих задач возлагалось уже на Министерство химической промышленности, созданное Указом Президиума Верховного Совета СССР от 15 марта 1946 г. в рамках соответствующего Главного управления, начальником которого был назначен И.П. Савичев, который обеспечил формирование и устойчивую работу подотрасли, основные черты которой сохранились в ее нынешнем, современном виде. Значительный объем работ по созданию новых средств осуществлялся совместно с сотрудниками соответствующих кафедр и лабораторий Военной академии химической защиты, а также Центрального научно-исследовательского военно-технического института Сухопутных войск, преобразованного из НИХИ РККА и спецкафедр Ленинградского технологического института им. Ленсовета.

В 1940–1950 гг. были разработаны фильтрующие противогазы второго поколения: МО-2, МО-2Б, МГ-4БС, МО-4, РШ-2, БСС-МО-4, БСС-МО-4у и РШ-4 с развернутой шихтой, позволившей увеличить ее сечение по отношению к потоку вдыхаемого воздуха при том же объеме угля-катализатора. В эти же годы были приняты на снабжение армии изолирующие противогазы ИП-46 и ИП-46м, другие средства, в том числе и широко известный респиратор Р-2, сыгравший существенную роль при защите от радиоактивной пыли участников ликвидации аварии на Чернобыльской АЭС [5].

В 50-х гг. были разработаны и стали производиться приборы химической разведки – полуавтоматический прибор химической разведки (ППХР) и автоматический сигнализатор ГСП-1, что позволило перейти от ручных средств индикации к автоматическим приборам непрерывного химического контроля, создать разведывательные химические машины, в том числе на бронешасси – ГАЗ-69 РХ, БТР-40РЗ, БРДМ-РХ. При очередной реорганизации системы управления Второе Главное управление было преобразовано в Главное управление неорганических производств и вошло в состав Государственного комитета по химии при Совете министров СССР, а с образованием союзно-республиканского Министерства химической промышленности Главное управление неорганических производств перешло в его подчинение. В последующие годы в составе Минхимпрома СССР Главком были созданы высокоэффективные фильтрующие материалы и угли-катализаторы и на их базе новые средства коллективной и индивидуальной защиты следующих поколений. Всего было создано четыре поколения образцов средств защиты, характеризующихся этапным

повышением уровня тактико-технических характеристик, соответствующих требованиям и стандартам для лучших зарубежных аналогов. Так, в частности, в эти годы был сконструирован гражданский противогаз третьего поколения ГП-5 и начат его серийный выпуск, а затем и широко известный ГП-7 с его модификациями ГП-7В и ГП-7Вм, являющийся и сегодня самым надежным средством защиты (в своем классе) как от поражающих факторов оружия массового поражения, так и при использовании в комплекте с патроном ДПГ-3 от наиболее опасных аварийно химически опасных веществ. Базовая модель этого противогаза, по оценке Шведского независимого центра, в сравнении с лучшими зарубежными образцами была признана одной из самых удачных и надежных по таким показателям, как время защитного действия, сопротивление дыханию, применению в условиях низких температур и ряда других.

В 1970 г. союзно-республиканское Министерство химической промышленности в ходе экономического эксперимента было преобразовано в общесоюзное, а Главное управление неорганического производства – во Всесоюзное объединение «Союзнеорганика», а затем, в 1985 г., во Всесоюзное производственное объединение «Союзтехгаз». Руководство страны, и это необходимо особо подчеркнуть, всегда уделяло большое внимание этой важной для безопасности государства сфере деятельности как в ее военно-прикладном аспекте, так и для защиты персонала, работающего на производствах с вредными и опасными условиями труда и населения в рамках задач гражданской обороны.

В 80-е гг. на снабжение войск были приняты противогазы четвертого поколения типа ПМК с масками из резины на основе синтетического каучука и фильтрующе-поглощающими коробками малого габарита с низким сопротивлением дыханию, увеличенной разверткой, сниженным сопротивлением поглощающего слоя шихты. При создании общевойсковых противогазов типа ПМК отечественные разработчики впервые перешли от лицевой части в виде шлем-маски к маскам типа М80 и МБ-1-80 с независимым обтюратором и увеличенным углом обзора. Также противогаз дополнили разными приспособлениями: для питья, подачи команд, ведения стрельбы [3].

На оснащение ВС в эти годы был принят целый ряд специальных фильтрующих средств защиты, учитывающих специфические функции в рамках выполняемых задач: для защиты личного состава военнослужащих Ракетных войск, работающих с высокотоксичными компонентами жидких ракетных топлив, для летно-подъемного состава военно-транспортной авиации; изолирующий противогаз для Ракетных войск. Разработаны и приняты на снабжение армии десантный общевойсковой защитный комплекс ОКЗК-Р, модернизированный общевойсковой ОКЗК-м. Не прекращались работы по их дальнейшему совершенствованию, в результате которых в начале 90-х гг. удалось успешно завершить государственные испытания защитного комплекта ОКЗК-М2, подвергнутого глубокой модернизации, с выходом на требования, соответствующие лучшим мировым аналогам.

Для защиты промпersonала газоперерабатывающих комплексов с повышенным содержанием в природном газе сероводорода было разработано и внедрено в производство портативное изолирующее дыхательное устройство ПДУ-3 в качестве аварийно-спасательного средства, а для угледобывающих предприятий – самоспасатель для подземных работ ШСС-Т в комплекте с тренажером. Созданные отечественной промышленностью средства противохимической защиты и разведки доказали свою эффективность и надежность при ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС, сохранив жизнь и здоровье многим ликвидаторам и населению [6].

Перестройка, последующие радикальные реформы, ликвидация государственных структур управления, резкое сокращение и прекращение заказов для госнужд, а также инвестиций для поддержания производственных мощностей и технологий отрицательно сказались на состоянии научно-производственной базы подотрасли, оказавшейся фактически бесхозной. Подотрасль и ВС Российской Федерации оказались в каком-то смысле на пороге того, с чего начинали в начале века. В этих условиях в 1992 г. с целью сохранения научно-технического и производственно-технологического потенциала комплекса по средствам

защиты научные, конструкторско-технологические и промышленные предприятия, дислоцированные на территории России, приняли единственное в тех условиях верное решение: объединиться в рамках создаваемого акционерного общества «Химконверс», преобразованного позднее в ОАО «Химконверс».

В настоящее время на основе предложений, разработанных в ОАО «Химконверс», в соответствии с задачами и функциями, очерченными Указом Президента Российской Федерации, осуществляются организационные мероприятия по совершенствованию структуры корпорации «Росхимзащита» в форме открытого акционерного общества с государственным участием, контрольный пакет акций которого принадлежит государству.

В заключении необходимо отметить, что несмотря на то, что последняя осуществляет свою деятельность в сложных условиях, когда целый ряд предприятий, являющихся неотъемлемой частью внутри подотраслевой кооперации, находится у новых собственников, осуществляющих антигосударственную экономическую политику, ей все же удается лидировать в авангарде научно-технического прогресса и обеспечивать необходимый уровень обороноспособности страны.

Литература

1. Пименова М.А., Ивахнюк Г.К. Химическое оружие СССР – оружие сдерживания периода холодной войны // Научно-аналит. журн. «Вестник С.-Петерб. ун-та ГПС МЧС России». 2012. № 13. С. 65–73.

2. Ивахнюк Г.К. Военно-исторический очерк изобретения угольного противогаза // Наука и военная безопасность. 2015. № 3 (3). С. 48–54.

3. Олонцев В.Ф. Научные и технологические основы конструирования фильтрующих противогазов. Екатеринбург: УрГУПС, 2011. 312 с.

4. Юркевич А.А., Пименова М.А., Федоров Н.Ф. Технологические основы производства химических компонентов систем жизнеобеспечения: учеб. СПб.: Лань, 2013. 220 с.

5. Немченко С.Б., Мамцев Г.Э., Редьких С.В. Финансово-правовая основа осуществления функции государства по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций на ядерно и радиационно опасных объектах // Проблемы управления рисками в техносфере. 2016. № 1 (37). С. 113–123.

6. Савчук О.Н., Иванов А.Ю. Проблемы обеззараживания участков пролива при разгерметизации резервуаров с аварийно химическими опасными веществами, перевозимых автомобильным транспортом // Проблемы управления рисками в техносфере. 2016. № 2 (38). С. 20–25.



СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Андреев Владислав Павлович – доц. каф. мат. и информатики СПб ун-та МВД России (198206, Санкт-Петербург, ул. Летчика Пилютова, д. 1), канд. воен. наук, доц.;

Андрюшкин Александр Юрьевич – зав. каф. «Технология конструкц. материалов и пр-ва ракетно-космич. техн.» Балт. гос. техн. ун-та «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова (190005, Санкт-Петербург, ул. 1-я Красноармейская, д. 1/21), канд. техн. наук, доц.;

Артамонов Александр Сергеевич – нач. информ.-аналит. отд. ООО «Биоклимат» г. Новосибирска (630108, г. Новосибирск, ул. Станционная, д. 30А), e-mail: arta_ltd@hotmail.com, канд. физ.-мат. наук, проф.;

Афанасьев Александр Сергеевич – проф. каф. транспорт.-технол. процессов и машин Нац. минерально-сырьевого ун-та «Горный» (199106, Санкт-Петербург, В.О., 21 линия, д. 2), канд. техн. наук, проф., засл. работник высш. шк. РФ;

Базарных И.К. – гл. спец. ОАО «Химконверс» (129226, Москва, ул. Сельскохозяйственная, стр. 12а), канд. техн. наук, поч. химик РФ;

Баскин Юрий Григорьевич – 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 пед. наук, проф., засл. работник высш. шк. РФ;

Бондарь Александр Александрович – нач. каф. орг. пожаротушения и провед. авар.-спас. работ СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), тел. (812) 369-25-85, e-mail: rasaks14@mail.ru, канд. техн. наук;

Веджижев Магомед Исаевич – аспирант фак-та подгот. кадров высш. квалификации СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), maga.ve@yandex.ru;

Веригин Александр Николаевич – зав. каф. «Машины и аппараты химических производств» СПб гос. технол. ин-та (техн. ун-та) (198013, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 26), e-mail: averigin@bk.ru, д-р техн. наук, проф., засл. деят. науки РФ;

Воронин Сергей Владимирович – ст. инспектор группы контроля кач-ва СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), канд. техн. наук, доц.;

Гапоненко М.В. – адъюнкт Сиб. пож.-спас. акад. ГПС МЧС России (662972, Красноярский край, г. Железногорск, ул. Северная, д. 1);

Громов В.Н. – СПб политехн. ун-т Петра Великого (195251, Санкт-Петербург, ул. Политехническая, д. 29), д-р техн. наук, проф.;

Горшкова Елена Евгеньевна – зав. каф. тр. права СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), канд. пед. наук;

Дерий Игорь Анатольевич – пед. Кадетского пож.-спас. корпуса СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149);

Дехтерёва Валерия Владимировна – препод. каф. переподгот. и повыш. квалификации спец-в СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149);

Евдокимов Андрей Сергеевич – нач. инж.-техн. фак-та СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149);

Иванов Александр Юрьевич – проф. каф. систем. анализа и антикризис. упр. СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), д-р техн. наук, проф.;

Ивахнюк Григорий Константинович – проф. каф. инж. защ. окр. среды СПб гос. технол. ин-та (техн. ун-та) (190013, Россия, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 26), e-mail: fgeside@inbox.ru, д-р хим. наук, проф.;

Кадочникова Елена Николаевна – доц. каф. пож. безопасн. технол. процессов и пр-в СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), канд. техн. наук;

Канаев Юрий Юрьевич – препод. каф. спец. подгот. СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, ул. Фучика, д. 10, корп. 1), e-mail: ukanaev.93@mail.ru;

Клейменов Андрей Владимирович – нач. упр. науч.-техн. развития Департамента развития нефтепереработки и нефтехимии, Дирекция нефтепереработки ПАО «Газпром нефть» (190000, Санкт-Петербург, ул. Почтамтская, д. 3–5), e-mail: 430279@mail.ru, д-р техн. наук;

Колесников Дмитрий Александрович – адъюнкт фак-та подгот. кадров высш. квалификации СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149);

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), 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;

Кравицкий Ю.А. – СПб суворовское воен. училище Министерства обороны РФ (191023, Санкт-Петербург, ул. Садовая, д. 26);

Крутолапов Александр Сергеевич – зам. нач. ин-та развития по уч.-метод. работе СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), д-р техн. наук, доц.;

Крылатов Александр Юрьевич – доц. каф. мат. моделир. энергет. систем СПб гос. ун-та (199034, Санкт-Петербург, Университетская наб., д. 7–9); ст. науч. сотр. Ин-та проблем транспорта им. Н.С. Соломенко РАН (199178, Санкт-Петербург, 12-я линия ВО, д. 13), e-mail: aukrylatov@yandex.ru, канд. физ.-мат. 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.;

Лагунов Андрей Николаевич – нач. каф. пож.-техн. экспертиз Сиб. пож.-спас. акад. ГПС МЧС России (662972, Красноярский край, г. Железногорск, ул. Северная, д. 1), e-mail: a.lagunov@mail.ru, канд. пед. наук;

Леонтьев Олег Валентинович – проф. каф. психофизиологии Межрег. ин-та экономики и права при МПА ЕвразЭС (194044, Санкт-Петербург, ул. Смолячкова, д. 14/1), e-mail: lov63@inbox.ru, д-р мед. 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;

Ложкина Ольга Владимировна – доц. каф. физ.-хим. основ процессов горения и тушения СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), e-mail: olojkina@yandex.ru, канд. хим. наук, доц.;

Лосев Михаил Александрович – адъюнкт фак-та подгот. кадров высш. квалификации СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский проспект, д. 149), e-mail: losev181983@mail.ru;

Малыгин Игорь Геннадьевич – дир. Ин-та проблем транспорта им. Н.С. Соломенко РАН (199178, Санкт-Петербург, 12-я линия ВО, д. 13), e-mail: info@iptran.ru, д-р техн. наук, проф.;

Марченко Михаил Анатольевич – нач. каф. пож., авар.-спас. техн. и авт. хоз-ва СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), канд. техн. наук, доц.;

Марухин Петр Николаевич – ст. препод. каф. орг. пожаротуш. и провед. авар.-спас. работ СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), e-mail: petrovich150281@mail.ru;

Маслаков Михаил Дмитриевич – проф. каф. пож. безопасн. технол. процессов и пр-в СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), д-р техн. наук, проф.;

Медведева Людмила Владимировна – зав. каф. физ.-техн. основ обеспеч. пож. безопасн. СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), д-р пед. наук, проф., засл. работник высш. шк. РФ;

Минкин Денис Юрьевич – проф. каф. пож. безопасн. зданий и автоматиз. систем пожаротушения СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), д-р техн. наук, проф.;

Некрасов Александр Сергеевич – препод. каф. физ.-техн. основ обеспеч. пож. безопасн. СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149);

Ожегов Эдуард Александрович – доц. каф. пож. безопасн. в строительстве Уральского ин-та ГПС МЧС России (620062, Свердловская обл., г. Екатеринбург, ул. Мира, д. 22), e-mail: Unk-ugps@mail.ru, канд. техн. наук;

Павлова Алла Сергеевна – соискатель фак-та подгот. кадров высш. квалификации СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), e-mail: a.s.pavlova@yandex.ru;

Пименова М.А. – ст. препод.-методист СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), канд. техн. наук;

Пелех Михаил Теодозиевич – зам. нач. ун-та по уч. работе (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), канд. техн. наук, доц.;

Печурин Александр Алексеевич – доц. каф. пож., авар.-спас. техн. и авт. хоз-ва СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), канд. техн. наук, доц.;

Полежаева Екатерина Андреевна – мл. науч. сотр. Воен.-косм. акад. им. А.Ф. Можайского (197198, Санкт-Петербург, Ждановская ул., д. 13), e-mail: artnetru@yandex.ru;

Приймак Виктор Владимирович – адъюнкт фак-та подгот. кадров высш. квал. СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский проспект, д. 149), e-mail: pvv98.ru@mail.ru;

Решетов Александр Анатольевич – нач. отд. воспит. работы и психол. обеспеч. упр. кадров, воспит. работы, проф. подгот. и психол. обеспеч. ГУ МЧС России по СПб (190000, Санкт-Петербург, наб. реки Мойки, д. 85), канд. техн. наук;

Родионов Владимир Алексеевич – проф. каф. горноспасат. дела и взрывобезопасн. СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), канд. техн. наук, доц.;

Романов Николай Николаевич – доц. каф. физ.-техн. основ обеспеч. пож. безопасн. СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), канд. техн. наук, доц.;

Свидзинская Галина Борисовна – проф. каф. физ.-хим. основ процессов горения и тушения СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), канд. хим. наук, доц.;

Скрипник Игорь Леонидович – проф. каф. пож. безопасн. технол. процесов и пр-в СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), канд. техн. наук, доц.;

Слепов А.Н. – препод. Сиб. пож.-спас. акад. ГПС МЧС России (662972, Красноярский край, г. Железногорск, ул. Северная, д. 1);

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 безопасности транспортных систем Ин-та 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;

Тихомиров А.В. – Кадетский корпус (Школа IT-Технологий) Воен. акад. связи им. маршала Советского Союза С.М. Буденного (194064, Санкт-Петербург, Тихорецкий пр., д. 3), д-р ист. наук, доц.;

Трофимец Валерий Ярославович – проф. каф. высш. мат. и систем. моделир. слож. процессов СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), e-mail: zemifort@inbox.ru, д-р техн. наук, проф.;

Трояк Евгений Юрьевич – препод. каф. пож.-техн. экспертиз Сиб. пож.-спас. акад. ГПС МЧС России (662972, Красноярский край, г. Железногорск, ул. Северная, 1), e-mail: trev191186@mail.ru;

Хакимов Равиль Тагирович – доц. каф. автомобили и тракторы и технический сервис СПб гос. аграр. ун-та (196605, г. Пушкин, Петербургское шоссе, д. 2), e-mail: haki7@mail.ru, канд. техн. наук, доц.;

Шевченко Артем Васильевич – нач. науч.-исслед. лаб. ФГБ ВО УВО «Военно-косм. акад. им. А.Ф. Можайского» (197198, Санкт-Петербург, Ждановская ул., д. 13), e-mail: artnetru@yandex.ru, канд. техн. наук;

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;

Широколобова Анастасия Павловна – ассистент каф. мат. моделир. энергет. систем СПб гос. ун-та (199034, Санкт-Петербург, Университетская наб., д. 7–9), e-mail: a.shirokolobova@spbu.ru;

Широухов Александр Валерьевич – зам. нач. каф. мех. и инж. графики СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149);

Церфус Диана Николаевна – нач. каф. психол. риска, экстрем. и кризис. ситуаций СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), e-mail: diana.cerfus@mai.ru, канд. мед. наук, доц.;

Черных Андрей Клементьевич – проф. каф. переподгот. и повыш. квалификации спец-в СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), д-р техн. наук, доц.;

Яковлев Е.В. – доц. каф. соц. Психол. и конфликтологии Межрег. ин-та экономики и права при Межпарламентской ассамблее ЕврАзЭС (194044, Санкт-Петербург, ул. Смолячкова, д. 14/1), канд. мед. наук.



ИНФОРМАЦИОННАЯ СПРАВКА

Старейшее учебное заведение пожарно-технического профиля России образовано 18 октября 1906 г., когда на основании решения Городской Думы Санкт-Петербурга были открыты Курсы пожарных техников. Наряду с подготовкой пожарных специалистов, учебному заведению вменялось в обязанность заниматься обобщением и систематизацией пожарно-технических знаний, оформлением их в отдельные учебные дисциплины. Именно здесь были созданы первые отечественные учебники, по которым обучались все пожарные специалисты страны.

Учебным заведением за вековую историю подготовлено более 30 тыс. специалистов, которых всегда отличали не только высокие профессиональные знания, но и беспредельная преданность профессии пожарного и верность присяге. Свидетельство тому – целый ряд сотрудников и выпускников вуза, награжденных высшими наградами страны, среди них: кавалеры Георгиевских крестов, четыре Героя Советского Союза и Герой России. Далеко не случаен тот факт, что среди руководящего состава пожарной охраны страны всегда было много выпускников учебного заведения.

Сегодня Федеральное Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский университет Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий» – современный научно-образовательный комплекс, интегрированный в мировое научно-образовательное пространство. Университет по очной, заочной и заочной с применением дистанционных технологий формам обучения осуществляет обучение по программам среднего, высшего профессионального образования, а также подготовку специалистов высшей квалификации: докторантов, адъюнктов, аспирантов, переподготовку и повышение квалификации специалистов более 30 категорий сотрудников МЧС России. В целом в университете – 91 направление образовательных программ.

Начальник университета – генерал-лейтенант внутренней службы Чижиков Эдуард Николаевич.

Основным направлением деятельности университета является подготовка специалистов в рамках специальности «Пожарная безопасность», вместе с тем организована подготовка и по другим специальностям, востребованным в системе МЧС России. Это специалисты в области системного анализа и управления, высшей математики, законодательного обеспечения и правового регулирования деятельности МЧС России, психологии риска и чрезвычайных ситуаций, бюджетного учета и аудита в подразделениях МЧС России, пожарно-технической экспертизы и дознания. Инновационными программами подготовки стало обучение специалистов по специализациям «Руководство проведением спасательных операций особого риска» и «Проведение чрезвычайных гуманитарных операций» со знанием иностранных языков, а также подготовка специалистов для военизированных горноспасательных частей по специальностям «Горное дело» и «Технологическая безопасность и горноспасательное дело».

Широта научных интересов, высокий профессионализм, большой опыт научно-педагогической деятельности, владение современными методами научных исследований позволяют коллективу университета преумножать научный и научно-педагогический потенциал вуза, обеспечивать непрерывность и преемственность образовательного процесса. Сегодня в университете свои знания и огромный опыт передают 1 член-корреспондент РАН, 5 заслуженных деятелей науки Российской Федерации, 13 заслуженных работников высшей школы Российской Федерации, 2 заслуженных юриста Российской Федерации, заслуженные изобретатели Российской Федерации и СССР. Подготовку специалистов высокой

квалификации в настоящее время в университете осуществляют 4 лауреата Премии Правительства Российской Федерации в области науки и техники, 42 доктора наук, 228 кандидатов наук, 63 профессора, 155 доцентов, 20 академиков отраслевых академий, 11 член-корреспондентов отраслевых академий, 6 старших научных сотрудников, 8 почетных работников высшего профессионального образования Российской Федерации, 1 почетный работник науки и техники Российской Федерации, 2 почетных радиста Российской Федерации и 2 почетных работника общего образования Российской Федерации.

В состав университета входят:

- Институт безопасности жизнедеятельности;
- Институт заочного и дистанционного обучения;
- Институт культуры;
- Институт профессиональной подготовки;
- Институт развития;
- Научно-исследовательский институт перспективных исследований и инновационных технологий в области безопасности жизнедеятельности;
- Дальневосточная пожарно-спасательная академия – филиал университета;
- три факультета: факультет инженерно-технический, факультет экономики и права, факультет подготовки кадров высшей квалификации.

Университет имеет представительства в городах: Выборг (Ленинградская область), Петрозаводск, Стрежевой (Томская область), Хабаровск, Сыктывкар, Бургас (Республика Болгария), Алматы (Республика Казахстан), Бар (Республика Черногория), Баку (Азербайджан), Ниш (Сербия), Севастополь, Пятигорск.

В университете по 31 направлению подготовки обучается более 8000 человек. Ежегодный выпуск составляет более 1550 специалистов.

В университете действует один диссертационный совет по защите диссертаций на соискание ученой степени доктора и кандидата наук по техническим наукам.

В целях совершенствования научной деятельности в университете создано 12 научно-исследовательских лабораторий.

Ежегодно в университете проводятся международные научно-практические конференции, семинары и «круглые столы» по широкому спектру теоретических и научно-прикладных проблем, в том числе по развитию системы предупреждения, ликвидации и снижения последствий чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, совершенствованию организации взаимодействия различных административных структур в условиях экстремальных ситуаций и др.

Среди них: Всероссийская научно-практическая конференция «Сервис безопасности в России: опыт, проблемы и перспективы», Международная научно-практическая конференция «Подготовка кадров в системе предупреждения и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций», Форум МЧС России и общественных организаций «Общество за безопасность», Всероссийская научно-практическая конференция «Арктика – территория безопасности. Развитие системы обеспечения комплексной безопасности Арктической зоны Российской Федерации».

На базе университета совместные научные конференции и совещания проводили Правительство Ленинградской области, Федеральная служба Российской Федерации по контролю оборота наркотических средств и психотропных веществ, Научно-технический совет МЧС России, Северо-Западный региональный центр МЧС России, Международная ассоциация пожарных и спасательных служб (СТИФ), Законодательное собрание Ленинградской области.

Университет ежегодно принимает участие в выставках, организованных МЧС России и другими ведомствами. Традиционно большим интересом пользуется стенд университета на ежегодном Международном салоне «Комплексная безопасность», Международном форуме «Охрана и безопасность» SFITEX.

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России на протяжении нескольких лет сотрудничает с Государственным Эрмитажем в области инновационных проектов по пожарной безопасности объектов культурного наследия.

При обучении специалистов в вузе широко используется передовой отечественный и зарубежный опыт. Университет поддерживает тесные связи с образовательными, научно-исследовательскими учреждениями и структурными подразделениями пожарно-спасательного профиля Азербайджана, Белоруссии, Болгарии, Великобритании, Германии, Казахстана, Канады, Китая, Кореи, Сербии, Черногории, Словакии, США, Украины, Финляндии, Франции, Эстонии и других государств.

Вуз является членом Международной ассоциации пожарных и спасательных служб (СТИФ), объединяющей более 50 стран мира.

В рамках международной деятельности университет активно сотрудничает с международными организациями в области обеспечения безопасности.

В сотрудничестве с Международной организацией гражданской обороны (МОГО) Санкт-Петербургским университетом ГПС МЧС России были организованы и проведены семинары для иностранных специалистов (из Молдовы, Нигерии, Армении, Судана, Иордании, Бахрейна, Азербайджана, Монголии и других стран) по экспертизе пожаров и по обеспечению безопасности на нефтяных объектах, по проектированию систем пожаротушения. Кроме того, сотрудники университета принимали участие в конференциях и семинарах, проводимых МОГО на территории других стран. В настоящее время разработаны пять программ по техносферной безопасности на английском языке для представителей Международной организации гражданской обороны.

Одним из ключевых направлений работы университета является участие в научном проекте Совета государств Балтийского моря (СГБМ). Университет принимал участие в проекте 14.3, а именно в направлении С – «Макрорегиональные сценарии рисков, анализ опасностей и пробелов в законодательстве» в качестве полноценного партнера. В настоящее время идет работа по созданию нового совместного проекта в рамках СГБМ.

Большая работа ведется по привлечению к обучению иностранных граждан. Открыты представительства в пяти иностранных государствах (Болгария, Черногория, Казахстан, Азербайджан, Сербия).

В настоящее время в университете обучаются более 200 граждан из 8 иностранных государств.

Заклучены соглашения о сотрудничестве более чем с 20 иностранными учебными заведениями, в том числе Высшей технической школой профессионального обучения г. Нови Сад и университетом г. Ниш (Сербия), Академией пожарной охраны г. Гамбурга (ФРГ), Колледжем пожарно-спасательной службы г. Куопио (Финляндия), Кокшетауским техническим институтом МЧС Республики Казахстан и многими другими. Организовано обучение представителей университета в Гарвардском университете по программам подготовки руководителей в области безопасности.

В университете на основании межправительственных соглашений проводится обучение сотрудников МЧС Кыргызской Республики и Республики Казахстан.

За годы существования университет подготовил более 1000 специалистов для пожарной охраны Афганистана, Болгарии, Венгрии, Вьетнама, Гвинеи-Бисау, Кореи, Кубы, Монголии, Йемена и других зарубежных стран.

Организовано обучение по программе дополнительного профессионального образования «Переводчик в сфере профессиональной коммуникации» студентов, курсантов, адъюнктов и сотрудников.

Издается ежемесячный информационно-аналитический сборник Центра международной деятельности и информационной политики, аналитические обзоры по пожарно-спасательной тематике. Переведен на английский язык и постоянно обновляется сайт университета.

Компьютерный парк университета составляет более 1400 единиц, объединенных в локальную сеть. Компьютерные классы позволяют курсантам работать в международной компьютерной сети Интернет. С помощью сети Интернет обеспечивается выход на российские и международные информационные сайты, что позволяет значительно расширить возможности учебного, учебно-методического и научно-методического процесса. Необходимая нормативно-правовая информация находится в базе данных компьютерных классов, обеспеченных полной версией программ «КонсультантПлюс», «Гарант», «Законодательство России», «Пожарная безопасность». Для информационного обеспечения образовательной деятельности в университете функционирует единая локальная сеть.

Нарастающая сложность и комплексность современных задач заметно повышают требования к организации образовательного процесса. Сегодня университет реализует программы обучения с применением технологий дистанционного обучения.

Библиотека университета соответствует всем современным требованиям. Фонд библиотеки университета составляет более 359 тыс. экземпляров литературы по всем отраслям знаний. Фонды библиотеки имеют информационное обеспечение и объединены в единую локальную сеть. Все процессы автоматизированы. Установлена библиотечная программа «Ирбис». В библиотеке осуществляется электронная книговыдача. Это дает возможность в кратчайшие сроки довести книгу до пользователя.

Читальные залы (общий и профессорский) библиотеки оснащены компьютерами с выходом в Интернет, Интранет, НЦУКС и локальную сеть университета. Создана и функционирует Электронная библиотека, она интегрирована с электронным каталогом.

В Электронную библиотеку оцифровано 2/3 учебного и научного фонда. К электронной библиотеке подключены: учебные центры, а также Дальневосточный филиал и библиотека учебно-спасательного центра «Вытегра». Имеется доступ к крупнейшим библиотекам нашей страны и мира (Президентская библиотека им. Б.Н. Ельцина, Российская национальная библиотека, Российская государственная библиотека, Библиотека академии наук, Библиотека Конгресса). Заключены договоры с ЭБС IPRbooks и ЭБС «Лань» на пользование и просмотр учебной и научной литературы в электронном виде.

В фонде библиотеки насчитывается более 150 экземпляров редких и ценных изданий. Библиотека располагает богатым фондом периодических изданий, их число составляет 8 121 экземпляр. На 2017 г., в соответствии с требованиями ГОС, выписано 80 наименований журналов и газет. Все поступающие периодические издания расписываются библиографом для электронных каталога и картотеки. Издания периодической печати активно используются читателями в учебной и научно-исследовательской деятельности. Также выписываются 3 иностранных журнала.

На базе библиотеки создана профессорская библиотека и профессорский клуб вуза.

Полиграфический центр университета оснащен современным типографским оборудованием для полноцветной печати, позволяющим обеспечивать не только заказы на печатную продукцию университета, но и план издательской деятельности Министерства. Университет издает 7 научных журналов, публикуются материалы ряда Международных и Всероссийских научных конференций, сборники научных трудов профессорско-преподавательского состава университета. Издания университета соответствуют требованиям законодательства Российской Федерации и включены в электронную базу Научной электронной библиотеки для определения Российского индекса научного цитирования, а также имеют международный индекс. Научно-аналитический журнал «Проблемы управления рисками в техносфере» и электронный «Научно-аналитический журнал «Вестник Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России» включены в утвержденный решением Высшей аттестационной комиссии «Перечень рецензируемых научных журналов, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук».

Все слушатели и курсанты университета проходят обучение по программам первоначальной подготовки спасателей и пожарных. Обучение проходит на базе Учебно-спасательного центра «Вытегра» – филиала Северо-Западного регионального ПСО МЧС России; Центра подготовки спасателей Байкальского поисково-спасательного отряда МЧС России, расположенного в населенном пункте Никола вблизи озера Байкал; 40-го Российского центра подготовки спасателей; 179-го Спасательного центра в г. Ногинске; Центра подготовки спасателей «Красная Поляна» Южного регионального ПСО МЧС России.

На базе Санкт-Петербургского университета Государственной противопожарной службы МЧС России 1 июля 2013 г. был создан Центр по обучению кадетов.

Основные цели деятельности центра – интеллектуальное, культурное, физическое и духовно-нравственное развитие кадет, их адаптация к жизни в обществе, создание основы для подготовки несовершеннолетних граждан к служению Отечеству на поприще государственной гражданской, военной, правоохранительной и муниципальной службы.

Центр осуществляет подготовку кадет по общеобразовательным программам среднего общего образования с учётом дополнительных образовательных программ.

В университете большое внимание уделяется спорту. Команды, состоящие из преподавателей, курсантов и слушателей, – постоянные участники различных спортивных турниров, проводимых как в России, так и за рубежом. Слушатели и курсанты университета являются членами сборных команд МЧС России по различным видам спорта.

Деятельность команды университета по пожарно-прикладному спорту (ППС): участие в чемпионатах России среди вузов (зимний и летний), в зональных соревнованиях и чемпионате России, а также проведение бесед и консультаций, оказание практической помощи юным пожарным кадетам и спасателям при проведении тренировок по ППС.

В университете создан спортивный клуб «Невские львы», в состав которого входят команды по пожарно-прикладному и аварийно-спасательному спорту, хоккею, американскому футболу, волейболу, баскетболу, силовым единоборствам и др. В составе сборных команд университета – чемпионы и призеры мировых первенств и международных турниров.

Курсанты и слушатели имеют прекрасные возможности для повышения своего культурного уровня, развития творческих способностей в созданном в университете институте культуры. Учащиеся университета принимают активное участие в играх КВН среди команд структурных подразделений МЧС России, ежегодных профессионально-творческих конкурсах «Мисс МЧС России», «Лучший клуб», «Лучший музей», конкурсе музыкального творчества пожарных и спасателей «Мелодии Чутких Сердец».

В Санкт-Петербургском университете Государственной противопожарной службы МЧС России созданы все условия для подготовки высококвалифицированных специалистов как для Государственной противопожарной службы, так и в целом для МЧС России.



АВТОРАМ ЖУРНАЛА «ПРОБЛЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ РИСКАМИ В ТЕХНОСФЕРЕ»

Материалы, публикуемые в журнале, должны отвечать профилю журнала, обладать несомненной новизной, относиться к вопросу проблемного назначения, иметь прикладное значение и теоретическое обоснование и быть оформлены по следующим правилам:

1. Материалы для публикации представляются куратору журнала. Материал должен сопровождаться:

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

б) для авторов **сторонних** организаций – сопроводительным *письмом* от учреждения на имя начальника университета и *разрешением* на публикацию в открытой печати, *рецензией* от специалиста по соответствующему статье профилю, имеющему ученую степень;

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

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

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

2. Статьи, включая рисунки и подписи к ним, список литературы, должны иметь объем от 8 до 13 машинописных страниц.

3. Оформление текста:

а) текст материала для публикации должен быть тщательно отредактирован автором;

б) текст на одной стороне листа формата А4 набирается на компьютере (шрифт Times New Roman 14, *интервал 1,5*, без переносов, в одну колонку, *все поля по 2 см*, нумерация страниц внизу посередине);

в) на первой странице авторского материала должны быть напечатаны **на русском и английском языках**: название (прописными буквами, полужирным шрифтом, без подчеркивания); инициалы и фамилии *авторов (не более трех)*; ученая степень, ученое звание, почетное звание; место работы (название учреждения), аннотация, ключевые слова.

Требования к аннотации. Аннотация должна быть краткой, информативной, отражать основные положения и выводы представляемой к публикации статьи, а также включать полученные результаты, используемые методы и другие особенности работы. Примерный объем аннотации 40–70 слов.

4. Оформление формул в тексте:

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

5. Оформление рисунков и таблиц:

- а) рисунки необходимо выделять отдельным блоком для удобства переноса в тексте или вставлять из файла, выполненного в любом из общепринятых графических редакторов, под рисунком ставится: Рис. 2. и далее следуют пояснения;
- б) если в тексте не одна таблица, то их следует пронумеровать (сначала пишется: Таблица 2, на той же строке название таблицы полужирно, и далее следует сама таблица);
- в) если в тексте одна таблица или один рисунок, то их нумеровать не следует;
- г) таблицы должны иметь «вертикальное» построение;
- д) в тексте ссылки на таблицы и рисунки делаются следующим образом: рис. 2, табл. 4, если всего один рисунок или одна таблица, то слово пишется целиком: таблица, рисунок.

6. Оформление библиографии (списка литературы):

- а) в тексте ссылки на цитируемую литературу обозначаются порядковой цифрой в квадратных скобках;
- б) список должен содержать цитируемую литературу, пронумерованную в порядке ее упоминания в тексте.

Пристатейные библиографические списки должны соответствовать ГОСТ Р 7.0.5–2008.

Примеры оформления списка литературы:

Литература

1. Адорно Т.В. К логике социальных наук // Вопросы философии. 1992. № 10. С. 76–86.
2. Информационные аналитические признаки диагностики нефтепродуктов на местах чрезвычайных ситуаций / М.А. Галишев [и др.] // Жизнь и безопасность. 2004. № 3–4. С. 134–137.
3. Щетинский Е.А. Тушение лесных пожаров: пособ. для лесных пожарных. 5-е изд., перераб. и доп. М.: ВНИИЛМ, 2002.
4. Грждяну П.М., Авербух И.Ш. Вариант вероятностного метода оценки оползнеопасности территории // Современные методы прогноза оползневого процесса: сб. науч. тр. М.: Наука, 1981. С. 61–63.
5. Минаев В.А., Фаддеев А.О. Безопасность и отдых: системный взгляд на проблему рисков // Туризм и рекреация: тр. II Междунар. конф. / МГУ им. М.В. Ломоносова. М., 2007. С. 329–334.
6. Белоус Н.А. Прагматическая реализация коммуникативных стратегий в конфликтном дискурсе // Мир лингвистики и коммуникации: электрон. науч. журн. 2006. № 4. URL: http://www.tverlingua.by.ru/archive/005/5_3_1.htm (дата обращения: 15.12.2007).
7. Об аварийно-спасательных службах и статусе спасателей: Федер. закон Рос. Федерации от 22 авг. 1995 г. № 151-ФЗ // Собр. законодательства Рос. Федерации. 1995. № 35. Ст. 3 503.

7. Оформление раздела «Сведения об авторах»

Сведения об авторах прилагаются в конце статьи и включают: Ф.И.О. (полностью), должность, место работы с указанием адреса и его почтового индекса; номер телефона, адрес электронной почты, ученую степень, ученое звание, почетное звание.

Статья должна быть подписана авторами и указаны контактные телефоны.

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

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

МЧС РОССИИ
ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский университет
Государственной противопожарной службы»

Научно-аналитический журнал

Проблемы управления рисками в техносфере
№ 3 (43) – 2017

Подписной индекс № 16401 в «Каталоге российской прессы (ООО МАП)»

Свидетельство о регистрации
ПИ № ФС77-36404 от 20 мая 2009 г.

Редактор П.А. Болотова

Подписано в печать 29.09.2017. Формат 60×84_{1/8}.
Усл.-печ. л. 22,00 Тираж 1000 экз. Зак. № 00

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