

18+

vek21.penzgtu.ru

ISSN 2221-951X

XXI век : ИТОГИ ПРОШЛОГО И ПРОБЛЕМЫ НАСТОЯЩЕГО

ПЛЮС



2022
№ 2(58) Т. 11



технические науки



XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего *плюс*

Учредитель – ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет»

Главный редактор

Шеуджен Асхад Хазретович, академик Российской академии наук,
доктор биологических наук, профессор

Заместители главного редактора:

Авроров Валерий Александрович, доктор технических наук, доцент
Ефремова Сания Юнусовна, доктор биологических наук, профессор
Мотовилов Олег Константинович, доктор технических наук, доцент
Пашенко Дмитрий Владимирович, доктор технических наук, профессор
Политаева Наталья Анатольевна, доктор технических наук, профессор
Чулков Валерий Александрович, доктор технических наук, доцент

Редакционная коллегия:

Акинин Николай Иванович, доктор технических наук, профессор
Андреев Юрий Александрович, доктор технических наук
Антипов Сергей Тихонович, доктор технических наук, профессор
Базарнова Юлия Генриховна, доктор технических наук, профессор
Бакин Игорь Алексеевич, доктор технических наук, профессор
Баширов Мусса Гумерович, доктор технических наук, профессор
Богданов Андрей Владимирович, доктор технических наук, профессор
Бурахта Вера Алексеевна, доктор химических наук, профессор
Васильев Андрей Витальевич, доктор технических наук, профессор
Громов Юрий Юрьевич, доктор технических наук, профессор
Давыденко Наталия Ивановна, доктор технических наук, доцент
Дмитриев Михаил Сергеевич, доктор технических наук, доцент
Зинкин Сергей Александрович, доктор технических наук, доцент
Зыбина Ольга Александровна, доктор технических наук, доцент
Ивашенко Антон Владимирович, доктор технических наук, профессор
Квятковская Ирина Юрьевна, доктор технических наук, профессор
Косников Юрий Николаевич, доктор технических наук, профессор
Кручинина Наталия Евгеньевна, доктор технических наук, профессор
Куликовских Илона Марковна, доктор технических наук, доцент
Мамедова Тарана Аслан кызы, доктор технических наук, профессор
Маскевич Сергей Александрович, доктор физико-математических наук, профессор
Махмудова Любовь Ширваниевна, доктор технических наук, профессор
Милентьева Ирина Сергеевна, доктор технических наук, доцент
Михеев Михаил Юрьевич, доктор технических наук, профессор
Петрова Ирина Юрьевна, доктор технических наук, профессор
Прохоров Сергей Антонович, доктор технических наук, профессор
Рожнов Евгений Дмитриевич, доктор технических наук
Рыбаков Анатолий Валерьевич, доктор технических наук, профессор
Стороженко Павел Аркадьевич, член-корреспондент Российской академии наук, доктор
химических наук, профессор
Танклевский Леонид Тимофеевич, доктор технических наук, профессор
Таранцева Клара Рустемовна, доктор технических наук, профессор
Тихомирова Елена Ивановна, доктор биологических наук, профессор
Фатыхов Юрий Адгамович, доктор технических наук, профессор
Шалагин Сергей Викторович, доктор технических наук, доцент
Ципенко Антон Владимирович, доктор технических наук, доцент
Школьникова Марина Николаевна, доктор технических наук, доцент

Ответственный секретарь

Коростелева Анна Владимировна, кандидат технических наук

Основан в 2011 г.

18+

Том 11
№ 2 (58)
2022

Журнал выходит
4 раза в год

Входит в ПЕРЕЧЕНЬ рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук.

Зарегистрирован Управлением Федеральной службы по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций по Пензенской области ПИ № ТУ 58 – 00243 от 27 апреля 2015 года.

Компьютерная верстка:
В.В. Зупарова

Технический редактор:
В.В. Зупарова

Адрес редколлегии, учредителя,
редакции и издателя
ФГБОУ ВО «Пензенский
государственный технологический
университет»:
440039, г. Пенза, проезд Байдукова/
ул. Гагарина, д. 1а/11
Тел.: 8(8412) 20-86-39;
E-mail: journal21@penzgtu.ru;
Сайт: <https://vek21.penzgtu.ru>

Подписано в печать 21.06.2022.
Выход в свет 28.06.2022.
Формат 60X84 1/8
Печать ризография.
Усл. печ. л. 23,2.
Тираж 100 экз. Заказ № 186.

Отпечатано в ПензГТУ,
440039, г. Пенза, проезд Байдукова/
ул. Гагарина, д. 1а/11, тел.: 8(8412) 20-86-39
Цена свободная

СВЕДЕНИЯ О ЧЛЕНАХ РЕДКОЛЛЕГИИ

Главный редактор

Шеуджен Асхад Хазретович, академик Российской академии наук, доктор биологических наук, профессор, заведующий кафедрой агрохимии
(Кубанский государственный аграрный университет)

Заместители главного редактора:

Авроров Валерий Александрович, доктор технических наук, доцент, профессор кафедры «Пищевые производства»

(Пензенский государственный технологический университет, г. Пенза, Россия)

Ефремова Сания Юнусовна, доктор биологических наук, профессор, профессор кафедры «Биотехнология и техносферная безопасность»

(Пензенский государственный технологический университет, г. Пенза, Россия)

Мотовилов Олег Константинович, доктор технических наук, доцент, руководитель

(Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук, Новосибирская область, Новосибирский район, р.п. Краснообск, Россия)

Пашенко Дмитрий Владимирович, доктор технических наук, профессор, ректор

(Пензенский государственный технологический университет, г. Пенза, Россия)

Политаева Наталья Анатольевна, доктор технических наук, профессор,

профессор Высшей школы гидротехнического и энергетического строительства

(Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, г. Санкт-Петербург, Россия)

Чулков Валерий Александрович, доктор технических наук, доцент,

заведующий кафедрой «Биомедицинская инженерия»

(Пензенский государственный технологический университет, г. Пенза, Россия)

Редакционная коллегия:

Акинин Николай Иванович, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Техносферная безопасность»

(Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева, г. Москва, Россия)

Андреев Юрий Александрович, доктор технических наук,

профессор кафедры «Пожарная безопасность» (Сибирский федеральный университет, г. Красноярск, Россия)

Антипов Сергей Тихонович, доктор технических наук, профессор,

заведующий кафедрой «Машины и аппараты пищевых производств»

(Воронежский государственный университет инженерных технологий, г. Воронеж, Россия)

Базарнова Юлия Генриховна, доктор технических наук, профессор,

директор Высшей школы биотехнологии и пищевых технологий

(Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, г. Санкт-Петербург, Россия)

Бакин Игорь Алексеевич, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры «Биотехнологий и производства продуктов питания» (Кузбасская государственная сельскохозяйственная академия, г. Кемерово, Россия)

Баширов Мусса Гумерович, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Электрооборудование и автоматика промышленных предприятий (Уфимский государственный нефтяной технический университет (филиал в г.

Салават), Институт нефтепереработки и нефтехимии, г. Салават, Россия)

Богданов Андрей Владимирович, доктор технических наук, доцент, профессор кафедры «Безопасность жизнедеятельности»

(Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет), г. Челябинск, Россия)

Бурахта Вера Алексеевна, доктор химических наук, профессор

(Западно-Казахстанский аграрно-технический университет имени Жангир хана, г. Уральск, Республика Казахстан)

Васильев Андрей Витальевич, доктор технических наук, профессор, начальник отдела инженерной экологии и

экологического мониторинга Самарского научного центра РАН, заведующий кафедрой «Химическая технология и промышленная экология» (Самарский государственный технический университет, г. Самара, Россия)

Громов Юрий Юрьевич, доктор технических наук, профессор, директор института автоматизации и информационных технологий (Тамбовский государственный технический университет, г. Тамбов, Россия)

Давыденко Наталия Ивановна, доктор технических наук, доцент, профессор кафедры «Технология и организация

общественного питания», начальник отдела подготовки научных кадров

(Кемеровский государственный университет, г. Кемерово, Россия)

Дмитриев Михаил Сергеевич, доктор технических наук, доцент, профессор кафедры автомобильного транспорта,

информационных технологий и методики обучения техническим дисциплинам

(Южно-Уральский государственный гуманитарно-педагогический университет)

Зинкин Сергей Александрович, доктор технических наук, доцент, профессор кафедры «Вычислительная техника»

(Пензенский государственный университет, г. Пенза, Россия)

Зыбина Ольга Александровна, доктор технических наук, доцент, заместитель начальника по научной работе (Санкт-

Петербургский университет ГПС МЧС России, г. Санкт-Петербург, Россия)

Ивашенко Антон Владимирович, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Вычислительная техника»

(Самарский государственный технический университет, г. Самара, Россия)

Квятковская Ирина Юрьевна, доктор технических наук, профессор, проректор по учебной работе, заведующий кафедрой «Высшая и прикладная математика»
(Астраханский государственный технический университет, г. Астрахань, Россия)

Косников Юрий Николаевич, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры «Информационно-вычислительные системы» (Пензенский государственный университет, г. Пенза, Россия)

Кручинина Наталия Евгеньевна, доктор технических наук, профессор, декан факультета биотехнологии и промышленной экологии, заведующий кафедрой «Промышленная экология» (Российский государственный химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева, г. Москва, Россия)

Куликовских Илона Марковна, доктор технических наук, доцент, профессор кафедры информационных систем и технологий (Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева, г. Самара, Россия)

Мамедова Тарана Аслан кызы, доктор технических наук, профессор, заместитель директора (Институт Нефтехимических процессов НАН Азербайджана, г. Баку, Азербайджан)

Маскевич Сергей Александрович, доктор физико-математических наук, профессор, директор (Международный государственный экологический институт им.А.Д. Сахарова Белорусского государственного университета, г.Минск, Республика Беларусь)

Махмудова Любовь Ширваниевна, доктор технических наук, профессор, директор (Институт нефти и газа, Грозненский государственный нефтяной технический университет имени академика М.Д. Милленицикова, г.Грозный, Чеченская Республика)

Милентьева Ирина Сергеевна, доктор технических наук, доцент, доцент кафедры бионанотехнологии (Кемеровский государственный университет, г. Кемерово, Россия)

Михеев Михаил Юрьевич, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Информационные технологии и системы» (Пензенский государственный технологический университет, г. Пенза, Россия)

Петрова Ирина Юрьевна, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры систем автоматизированного проектирования и моделирования (Астраханский государственный архитектурно-строительный университет, г. Астрахань, Россия)

Прохоров Сергей Антонович, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Информационные системы и технологии» (Самарский государственный аэрокосмический университет им. С.П. Королева, г. Самара, Россия)

Рожнов Евгений Дмитриевич, доктор технических наук, доцент кафедры биотехнологии (Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова, Бийский технологический институт (филиал), г. Бийск, Россия)

Рыбаков Анатолий Валерьевич, доктор технических наук, профессор, начальник научно-исследовательского центра Академия гражданской защиты (Академия гражданской защиты МЧС России, г. Москва, Россия)

Стороженко Павел Аркадьевич, член-корреспондент Российской академии наук, доктор химических наук, профессор, управляющий директор ГНЦ РФ «Государственный ордена Трудового Красного Знамени НИИ химии и технологии элементоорганических соединений», профессор кафедры химии и технологии элементоорганических соединений (Московский институт тонкой химической технологии имени М.В. Ломоносова, г. Москва, Россия)

Танклевский Леонид Тимофеевич, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Пожарная безопасность» (Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, Высшая школа техносферной безопасности, г. Санкт-Петербург, Россия)

Таранцева Клара Рустемовна, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Биотехнология и техносферная безопасность» (Пензенский государственный технологический университет, г. Пенза, Россия)

Тихомирова Елена Ивановна, доктор биологических наук, профессор, заведующий кафедрой «Экология и техносферная безопасность» (Саратовский государственный технический университет им. Ю.А. Гагарина, г. Саратов, Россия)

Фатыхов Юрий Адгамович, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Пищевых и холодильных машин» (Калининградский государственный технический университет, г. Калининград, Россия)

Шалагин Сергей Викторович, доктор технических наук, доцент, профессор кафедры «Компьютерные системы» (Казанский Национальный исследовательский технический университет имени А.Н. Туполева, г. Казань, Россия)

Ципенко Антон Владимирович, доктор технических наук, доцент, профессор кафедры 801 (Московский авиационный институт, г. Москва, Россия)

Школьникова Марина Николаевна, доктор технических наук, доцент, профессор кафедры технологии питания (Уральский государственный экономический университет, г. Екатеринбург, Россия)

СОДЕРЖАНИЕ

ИНФОРМАТИКА, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И УПРАВЛЕНИЕ

БЕЗОПАСНЫЙ ОБМЕН ДАННЫМИ В ОБЛАЧНЫХ ВЫЧИСЛЕНИЯХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ <i>HASBE</i> Михеев Михаил Юрьевич, Хилал Соля.....	10
ОПТИМИЗАЦИЯ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ САЙТА МЕДИЦИНСКОЙ ОРГАНИЗАЦИИ С <i>МИС</i> ПОСРЕДСТВОМ ИНТЕГРАЦИОННОЙ ШИНЫ Кузьмин Виталий Сергеевич, Панова Анастасия Алексеевна, Садова Кристина Владимировна.....	16
КОНСТРУИРОВАНИЕ И РЕАЛИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ МНОГОСЛОЙНОЙ <i>ИНС</i> С ПЕРЕМЕННОЙ ПРОВОДИМОСТЬЮ СИГНАЛА Ольшанский Алексей Михайлович.....	21
ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ В ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМАХ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ Прокофьев Олег Владимирович, Баусова Зоя Ивановна.....	26
ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА НА ПУТИ К ИНДУСТРИИ 4.0 Волков Андрей Геннадьевич, Михеев Михаил Юрьевич.....	32
ПРОБЛЕМНО-ОРИЕНТИРОВАННОЕ УПРАВЛЕНИЕ РАЗВИТИЕМ ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ Бородушко Ирина Васильевна, Матвеев Александр Владимирович.....	38
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОМПЕТЕНТНОСТНОГО ПОДХОДА В ХОДЕ ПРИНЯТИЯ КАДРОВЫХ РЕШЕНИЙ Панова Анастасия Алексеевна, Садова Кристина Владимировна.....	44
АНАЛИЗ КРИТЕРИЕВ, ВЛИЯЮЩИХ НА ТОЧНОСТЬ ИЗМЕРЕНИЯ МАССОВОГО РАСХОДА ЖИДКОСТИ Гудкова Екатерина Александровна, Таранцева Клара Рустемовна, Михеев Михаил Юрьевич.....	49
ТЕХНОЛОГИЯ ПРОДОВОЛЬСТВЕННЫХ ПРОДУКТОВ	
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЕЛИЧИНЫ ПРОГИБА ОСИ РОТОРА ДИСПЕРГАТОРА ЧИСЛЕННЫМИ МЕТОДАМИ Авроров Валерий Александрович, Мурашкина Оксана Александровна, Сарафанкина Елена Александровна.....	55
ОБЕСПЕЧЕННОСТЬ СЫРЬЕВЫМИ РЕСУРСАМИ ДЛЯ СОЗДАНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ДОБАВОК ИЗ ДЕРИВАТОВ ОХОТНИЧЬЕГО ПРОМЫСЛА Просеков Александр Юрьевич, Вечтомова Елена Александровна, Неверова Ольга Александровна, Орлова Мария Михайловна.....	59
ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ДИСТИЛЛЯТОВ ИЗ РАЗЛИЧНОГО РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ Асфондьярова Ирина Владимировна, Головкина Светлана Ивановна, Илларионова Ксения Викторовна, Мухутдинов Руслан Рамильевич.....	64
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОРОШКА БАОБАБА В РЕЦЕПТУРАХ МУЧНЫХ КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЙ Смольянова Аля Павловна, Волошина Марина Олеговна, Ломакина Полина Анатольевна.....	70

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ОБРАБОТКИ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ СТАБИЛЬНОЙ ЭМУЛЬСИИ ЭФИРНЫХ МАСЕЛ ПИХТЫ И КЕДРА Гурда Мария Дмитриевна, Омелянчук Ольга Николаевна.....	75
О ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ДОБАВОК В ПРОДУКТАХ ПИТАНИЯ Сарафанкина Елена Александровна, Мурашкина Оксана Александровна, Авроров Валерий Александрович.....	83
ВЛИЯНИЕ УПОТРЕБЛЕНИЯ ИЗОФЛАВОНОВ СОИ НА ПРОФИЛАКТИКУ РАЗВИТИЯ ОНКОЛОГИЧЕСКИХ ЗАБОЛЕВАНИЙ Решетник Екатерина Ивановна, Фролова Нина Анатольевна, Бабий Татьяна Викторовна.....	88
БЕЗОПАСНОСТЬ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА	
УПРАВЛЕНИЕ ПСИХОЛОГИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКОЙ СОТРУДНИКОВ СЛУЖБ ТЕХНОСФЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ К РАБОТЕ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ УСЛОВИЯХ Виноградов Олег Станиславович, Бочкарева Людмила Петровна, Виноградова Наталья Александровна.....	92
ЗАВИСИМОСТЬ СКОРОСТИ СОРБЦИИ ОТ ХАРАКТЕРИСТИК УГЛЕРОДНЫХ СОРБЕНТОВ ПРИМЕНЯЕМЫХ ПРИ ЛИКВИДАЦИИ РАЗЛИВОВ ХЛОРОСОДЕРЖАЩИХ ВЕЩЕСТВ Булкин Сергей Александрович.....	98
МЕТОДИКА КОЛИЧЕСТВЕННОЙ ОЦЕНКИ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ РИСКОВ РАБОТНИКОВ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ТРАНСПОРТНО-ПЕРЕСАДОЧНЫХ КЛАСТЕРОВ Донцов Сергей Александрович.....	103
ОБ ОПЫТЕ ОРГАНИЗАЦИИ ТЕСТИРОВАНИЯ НА ПЛАТФОРМЕ MOODLE ПО ТРЕБОВАНИЯМ ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ В ХИМИЧЕСКОЙ ЛАБОРАТОРИИ Манаева Алина Рамзиловна.....	109
УСОВЕРШЕНСТВОВАННЫЙ МЕТОД ОЦЕНКИ ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ УСТАНОВКИ КАТАЛИТИЧЕСКОГО КРЕКИНГА Барахнина Вера Борисовна, Шуваева Валерия Романовна.....	113
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОЦЕССА УПРАВЛЕНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫМИ РИСКАМИ В УЧРЕЖДЕНИИ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ Александрова Анна Владимировна, Ромадина Надежда Юрьевна, Левчук Александра Александровна.....	119
ОЦЕНКА ТЯЖЕСТИ ТРУДОВОГО ПРОЦЕССА НА РАБОЧЕМ МЕСТЕ Бурак Василий Евгеньевич, Донцов Сергей Александрович, Платонов Леонид Алексеевич.....	125
ОПРЕДЕЛЕНИЕ СТЕПЕНИ ТЕРМИЧЕСКОГО ПОРАЖЕНИЯ ЛАКОКРАСОЧНЫХ ПОКРЫТИЙ МЕТОДОМ СИНХРОННОГО ТЕРМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА Принцева Мария Юрьевна, Лобатова Ольга Витальевна.....	131
ГОТОВНОСТЬ К РИСКУ: НЕОБХОДИМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ ПОДГОТОВКИ СОТРУДНИКОВ МЧС Назарова Ольга Михайловна, Сайфетдинова Марьям Кяримовна, Гарькин Игорь Николаевич.....	137
ПСИХОЛОГО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПОДГОТОВКИ ЧЛЕНОВ ДОБРОВОЛЬНОЙ ПОЖАРНОЙ ДРУЖИНЫ ВУЗА К ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ Сошина Наталья Леонидовна, Непобедный Максим Витальевич, Нагорный Роман Владимирович.....	143

КОМПЛЕКСНАЯ СИСТЕМА ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ ОХРАНЫ ТРУДА Скоблещкая Оксана Васильевна, Тесленко Ирина Михайловна, Червотенко Елена Эдуардовна.....	150
ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИЙ СПОСОБ УПРАВЛЕНИЯ ЭМИССИЕЙ МЕТАНА НА ПОЛИГОНАХ ТВЕРДЫХ КОММУНАЛЬНЫХ ОТХОДОВ Сай Анна Романовна.....	154
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ХАРАКТЕРИСТИК РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ СИГНАЛИЗАЦИИ ЗАДНЕГО ХОДА ГРУЗОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ Дмитриев Михаил Сергеевич, Руднев Валерий Валентинович, Хасанова Марина Леонидовна.....	159
ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА БИОИНДИКАЦИИ ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ ВЛИЯНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ НА КОНЦЕНТРАЦИЮ РТУТИ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ Новоселова Елена Александровна, Скрипник Игорь Леонидович, Савельев Дмитрий Вячеславович, Каверзнева Татьяна Тимофеевна.....	164
ОСОБЕННОСТИ ОХРАНЫ ТРУДА И БЕЗОПАСНОСТИ БОРТПРОВОДНИКОВ АВИАКОМПАНИЙ «ПОБЕДА», «РОССИЯ» И «S7 AIRLINES» Гамзаев Вадим Рамизович.....	169
УЛУЧШЕНИЕ САНИТАРНО-ГИГИЕНИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ И ОХРАНЫ ТРУДА ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ УСОВЕРШЕНСТВОВАННОЙ ЭЛЕКТРОМЯСОРУБКИ Богданов Андрей Владимирович, Василенко Кристина Евгеньевна, Медведева Юлия Викторовна.....	176
ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ КАК ФАКТОР ОБЕСПЕЧЕНИЯ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ Насырова Элина Сагитовна, Нафикова Эльвира Валериковна, Камаева Эльвира Дамировна, Фазылова Алсу Вадисовна.....	181
КОНЦЕПЦИЯ ОЦЕНКИ УЩЕРБА ПРИ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ РЕСУРСОВ В СФЕРЕ ОХРАНЫ ТРУДА Романов Александр Иванович, Бронникова Лилия Васильевна.....	188
ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ ОЦЕНКИ ОСНАЩЕННОСТИ ЛЕСОПОЖАРНЫХ ФОРМИРОВАНИЙ СИЛАМИ ПОЖАРОТУШЕНИЯ Авдеева Марина Олеговна, Узун Олег Леонидович, Доронин Александр Сергеевич, Гаврилова Марина Валериевна.....	196
ЧЕЛОВЕЧЕСКИЙ ФАКТОР В СТРУКТУРЕ ПРИЧИН НАРУШЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ДВИЖЕНИЯ ПОЕЗДОВ Фролов Никита Владимирович, Антонова Анна Петровна, Нарусова Елена Юрьевна, Стручалин Владимир Гайзович.....	202
АНАЛИЗ И ОЦЕНКА ТРУДОВОГО ПРОЦЕССА ПОЖАРНЫХ ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ Тимофеева Светлана Семеновна, Гармышев Владимир Викторович, Вецелис Ольга Викторовна.....	207
ПУТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ПРОТИВОПОЖАРНОЙ ЗАЩИТЫ ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ С МАССОВЫМ ПРЕБЫВАНИЕМ ЛЮДЕЙ Кулага Надежда Викторовна, Мальцев Сергей Владимирович.....	212

CONTENT
INFORMATION SCIENCE, COMPUTING DEVICES AND CONTROLLING

SECURE DATA SHARING IN CLOUD COMPUTING USING HASBE Mikheev Mikhail Yurievich, Helal Sonya.....	10
OPTIMIZATION OF INTERACTION OF THE SITE OF A MEDICAL ORGANIZATION WITH MIS THROUGH THE INTEGRATION BUS Kuzmin Vitaly Sergeevich, Panova Anastasia Alekseevna, Sadova Kristina Vladimirovna.....	16
ABOUT CREATING AND IMPLEMENTATION THE CONTROL SYSTEM OF THE ARTIFICIAL NEURAL NETWORK WITH VARIABLE SIGNAL CONDUCTIVITY Olshansky Alexey Mikhailovich.....	21
SAFETY IN TRANSPORT DECISION SUPPORT SYSTEMS Vladimirovich, Bausova Zoya Ivanovna.....	26
DIGITAL TRANSFORMATION OF AGRICULTURE TOWARDS INDUSTRY 4.0 Volkov Andrey Gennadievich, Mikheev Mikhail Yuryevich.....	32
PROBLEM-ORIENTED MANAGEMENT OF THE DEVELOPMENT OF INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES IN THE RUSSIAN FEDERATION Borodushko Irina Vasilievna, Matveev Alexander Vladimirovich.....	38
USE OF COMPETENCY IN PERSONNEL DECISION-MAKING Panova Anastasia Alekseevna, Sadova Kristina Vladimirovna.....	44
ANALYSIS OF CRITERIA AFFECTING THE ACCURACY OF MEASURING THE MASS FLOW OF LIQUID Gudkova Ekaterina Aleksandrovna, Tarantseva Klara Rustemovna, Mikheev Mikhail Yurievich.....	49

FOOD TECHNOLOGY

DETERMINATION OF THE DEFLECTION VALUE OF THE ROTOR AXIS OF A HIGH-SPEED DISPERSANT BY NUMERICAL METHODS Avrorov Valery Aleksandrovich, Murashkina Oxana Aleksandrovna, Sarafankina Elena Aleksandrovna.....	55
AVAILABILITY OF RAW MATERIALS FOR THE CREATION OF BIOLOGICALLY ACTIVE ADDITIVES FROM DERIVATIVES OF HUNTING Prosekov Alexander Yurievich, Vechtomova Elena Alexandrovna, Neverova Olga Alexandrovna, Orlova Maria Mikhailovna.....	59
QUALITY EVALUATION OF DISTILLATES FROM VARIOUS PLANT RAW MATERIALS Asfondiarova Irina Vladimirovna, Golovkina Svetlana Ivanovna, Illarionova Ksenia Viktorovna, Mukhutdinov Ruslan Ramil'evich.....	64
THE USE OF BAOBAB POWDER IN FORMULATIONS FLOUR CONFECTIONERY PRODUCT Smolyanova Alya Pavlovna, Voloshina Marina Olegovna, Lomakina Polina Anatolyevna.....	70
USING ULTRASONIC PROCESSING TO OBTAIN A STABLE EMULSION OF FIR AND CEDAR ESSENTIAL OILS Gurda Maria Dmitrievna, Omelyanchuk Olga Nikolaevna.....	75
ABOUT THE EXPEDIENCY OF USING BIOLOGICALLY ACTIVE ADDITIVES IN FOOD Sarafankina Elena Aleksandrovna, Murashkina Oxana Aleksandrovna, Avrorov Valery Aleksandrovich.....	83

THE EFFECT OF THE USE OF SOY ISOFLAVONES FOR PREVENTION OF THE DEVELOPMENT OF ONCOLOGICAL DISEASES Reshetnik Ekaterina Ivanovna, Frolova Nina Anatolyevna, Babiy Tatiana Viktorovna.....	88
<i>HUMAN ACTIVITY SAFETY</i>	
MANAGEMENT OF PSYCHOLOGICAL TRAINING OF EMPLOYEES OF TECHNOSPHERE SECURITY SERVICES TO WORK IN EMERGENCY CONDITIONS Vinogradov Oleg Stanislavovich, Bochkareva Lyudmila Petrovna, Vinogradova Natalia Aleksandrovna.....	92
ENSURING THE SAFETY OF THE TERRITORIES AND THE POPULATION DURING RESPONSE OF THE CONSEQUENCES OF ACCIDENTAL SPILLS OF TOXIC CHLORINE-CONTAINING SUBSTANCES Bulkin Sergey Aleksandrovich.....	98
METHODOLOGY OF QUANTITATIVE ASSESSMENT OF PROFESSIONAL RISKS OF EMPLOYEES IN THE CONSTRUCTION OF TRANSPORT AND TRANSFER CLUSTERS Dontsov Sergey Alexandrovich.....	103
ON THE EXPERIENCE OF ORGANIZING SAFETY TESTING ON THE MOODLE PLATFORM IN A CHEMICAL LABORATORY Manaeva Alina Ramzilevna.....	109
AN IMPROVED METHOD FOR ASSESSING THE INDUSTRIAL SAFETY OF A CATALYTIC CRACKING UNIT Barakhina Vera Borisovna, Shuvaeva Valeriya Romanovna.....	113
IMPROVEMENT OF THE PROFESSIONAL RISK MANAGEMENT PROCESS IN A HEALTHCARE INSTITUTION Alexandrova Anna Vladimirovna, Romadina Nadezhda Yurievna, Levchuk Alexandra Alexandrovna.....	119
ASSESSMENT OF THE SEVERITY OF THE LABOR PROCESS IN THE WORKPLACE Burak Vasily Evgenievich, Dontsov Sergey Alexandrovich, Platonov Leonid Alekseevich.....	125
DETERMINATION OF THE DEGREE OF THERMAL DAMAGE TO PAINT COATINGS BY SYNCHRONOUS THERMAL ANALYSIS Printseva Maria Yurievna, Lobatova Olga Vitalievna.....	131
RISK-TAKING: NECESSARY COMPETENCIES FOR THE TRAINING OF EMERGENCY PERSONNEL Nazarova Olga Mikhailovna, Sayfedinova Maryam Karimovna, Garkin Igor Nikolaevich.....	137
PSYCHOLOGICAL AND PEDAGOGICAL ASPECTS OF TRAINING OF MEMBERS OF THE VOLUNTARY FIRE BRIGADE OF THE UNIVERSITY FOR ENSURING SAFETY IN EMERGENCY SITUATIONS Soshina Natalya Leonidovna, Nepobednyy Maksim Vitalyevich, Nagorny Roman Vladimirovich.....	143
INTEGRATED SYSTEM FOR ASSESSING THE STATE OF LABOR PROTECTION Skobletskaya Oksana Vasilievna, Teslenko Irina Mikhailovna, Chervotenko Elena Eduardovna.....	150
ELECTROPHYSICAL METHOD OF METHANE EMISSION CONTROL AT MUNICIPAL SOLID WASTE LANDFILLS Sai Anna Romanovna.....	154
COMPARATIVE ANALYSIS OF CHARACTERISTICS OF DIFFERENT TYPES OF THE TRUCKS REVERSE SIGNALS Dmitriev Mikhail Sergeevich, Rudnev Valery Valentinovich, Khasanova Marina Leonidovna.....	159

APPLICATION OF THE BIOINDICATION METHOD IN DETERMINING THE EFFECT OF TEMPERATURE ON MERCURY CONCENTRATION IN EMERGENCY SITUATIONS Novoselova Elena Alexandrovna, Skripnik Igor Leonidovich, Savelyev Dmitry Vyacheslavovich, Kaverzneva Tatyana Timofeevna.....	164
FEATURES OF OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY OF FLIGHT ATTENDANTS OF POBEDA, ROSSIYA AND S7 AIRLINES Gamzaev Vadim Ramizovich.....	169
IMPROVEMENT OF SANITARY AND HYGIENIC CONDITIONS AND LABOR PROTECTION WHEN USING AN IMPROVED ELECTRIC MEAT GRINDERS Bogdanov Andrey Vladimirovich, Vasilenko Kristina Evgenievna, Medvedeva Yulia Viktorovna.....	176
FIRE SAFETY AS FACTOR OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT ENSURING Valerikovna, Kamaeva Elvira Damirovna, Fazylova Alsu Vadisovna.....	181
CONCEPT OF ASSESSMENT OF DAMAGE IN THE INTERACTION OF RESOURCES IN THE SPHERE OF LABOR SAFETY Romanov Aleksander Ivanovich, Bronnikova Liliya Vasilevna.....	188
APPLICATION OF THE SIMULATION MODELING METHOD TO ASSESS THE EQUIPMENT OF FOREST FIRE FIGHTING UNITS BY FIRE EXTINGUISHING FORCES Avdeeva Marina Olegovna, Uzun Oleg Leonidovich, Doronin Alexander Sergeevich, Gavrilova Marina Valerievna.....	196
THE HUMAN FACTOR IN THE STRUCTURE OF THE CAUSES OF TRAIN SAFETY BREACH Frolov Nikita Vladimirovich, Antonova Anna Petrovna, Narusova Elena Yurievna, Struchalin Vladimir Gaiozovich.....	202
ANALYSIS AND EVALUATION OF THE LABOR PROCESS OF FIREFIGHTERS OF THE IRKUTSK REGION Timofeeva Svetlana Semenovna, Garmishev Vladimir Victorovich, Vetselis Olga Victorovna.....	207
WAYS TO IMPROVE THE FIRE PROTECTION OF PUBLIC BUILDINGS WITH MASS OCCUPANCY Kulaga Nadezhda Viktorovna, Maltsev Sergey Vladimirovich.....	212

УДК 61:007

DOI: 10.46548/21vek-2022-1158-0001

БЕЗОПАСНЫЙ ОБМЕН ДАННЫМИ В ОБЛАЧНЫХ ВЫЧИСЛЕНИЯХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ *HASBE*

© Автор(ы) 2022

SPIN: 9986-0973

AuthorID: 614496

ORCID: 0000-0002-2071-5404

ResearcherID: B-5784-2016

ScopusID: 7005080984

МИХЕЕВ Михаил Юрьевич, доктор технических наук, профессор,

заведующий кафедрой «Информационные системы и технологии»,

Пензенский государственный технологический университет

(440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, д. 1а/11, e-mail: mix1959@gmail.com)

ORCID: 0000-0002-4130-5025

ХИЛАЛ Соля, магистрант

кафедры «Информационные системы и технологии»

Пензенский государственный технологический университет

(440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, д. 1а/11, e-mail: sonya.nina.helal@gmail.com)

Аннотация. Облачные вычисления – это технология, которая стремительно развивается в последние годы. Она предлагает множество преимуществ, таких как неограниченное хранение данных и экономическая эффективность. Однако конфиденциальность и безопасность данных являются критическими вопросами для хранения данных в облачных вычислениях. *HASBE* (*Hierarchy Attribute Set Based Encryption*) обеспечивает хорошую масштабируемость, гибкость и контроль доступа в масштабе облачных вычислений. Он контролирует доступ к зашифрованным данным, заставляя пользователей делиться своими данными с разрешенными пользователями, контролируемые администратором домена. В данной работе основной целью является проведение сравнительного анализа основных методов безопасного обмена данными между медицинскими учреждениями, показавший перспективность подхода *EHR* на основе алгоритмов *HASBE* для повышения безопасности данных в облачных хранилищах медицинской информации. В данной статье реализована модель, которая проведет анализ и оценку производительности, чтобы показать высокую эффективность и преимущества модели.

Ключевые слова: облачные вычисления, безопасность, электронные медицинские карты, контроль доступа, безопасность данных, *HASBE*.

SECURE DATA SHARING IN CLOUD COMPUTING USING *HASBE*

© The Author(s) 2022

MIKHEEV Mikhail Yurievich, doctor of technical sciences, professor,

head of the department "Information Systems and Technologies"

HELAL Sonya, master's student of the department "Information Systems and Technologies"

Penza State Technological University

(440039, Penza, Baidukova Passage / Gagarina Str., 1a/11,

e-mails: mix1959@gmail.com, sonya.nina.helal@gmail.com)

Abstract. Cloud computing is a technology that has been rapidly developing in recent years. It has many advantages, such as unlimited data storage and cost efficiency. However, data privacy and security are critical issues for data storage in cloud computing. *HASBE* (*Hierarchy Attribute Set-Based Encryption*) provides good scalability, flexibility, and access control at the scale of cloud computing. It controls access to encrypted data by forcing users to share their data with authorized users controlled by the domain administrator. In this work, the main goal is to conduct a comparative analysis of the main methods to secure data exchange between medical institutions, which showed the promise of the *EHR* approach based on *HASBE* algorithms to improve data security in cloud storage of medical information. This paper implements a model that will analyze and evaluate performance to show the high performance and advantages of the model.

Keywords: cloud computing, security, electronic health records, access control, data security, *HASBE*.

Для цитирования: Михеев М.Ю. Безопасный обмен данными в облачных вычислениях с использованием *HASBE* / М.Ю. Михеев, С. Хилал // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2022. – Т. 11. – № 2(58). – С. 10-15. – DOI 10.46548/21vek-2022-1158-0001.

Введение. Отрасль информационных технологий активно развивается. Облачные вычисления – одна из наиболее широко используемых компаниями технологий; она позволяет

предоставлять различные услуги через Интернет. Эти ресурсы включают инструменты и приложения, такие как хранилища данных, серверы, базы данных, сети и программное обеспечение [1]. Однако с точки зрения информационной безопасности возникает несколько вопросов о различных угрозах, с которыми сталкивается облако, включая конфиденциальность пользователей и целостность хранимых данных. Чтобы обеспечить конфиденциальность и целостность данных, хранящихся в облаке, и предоставить их авторизованным пользователям. Внедрение облачных технологий растет во всех отраслях, включая здравоохранение.

Организации здравоохранения предпочитают хранить медицинскую информацию пациентов в системе учета здоровья, которая также называется *EHR (Electronic Health Records)*. Большие данные в здравоохранении требуют инфраструктуры для лучшего хранения и управления. Доступность данных о пациентах является одной из самых насущных потребностей в секторе здравоохранения и медицины [2]. Аналогичным образом, исследователям в области здравоохранения необходим легкий доступ к большому количеству данных для проведения научного анализа. Облачные технологии применяются в таких областях здравоохранения, как мобильные приложения, порталы для пациентов, электронные медицинские карты, устройства Интернета вещей (*IoT*) и анализ больших данных [3-4]. Кроме того, использование облака в системе *EHR* применяется для улучшения медицинских услуг, упрощая доступ для пользователей, а также облегчая коммуникацию и обмен медицинскими данными между пользователями.

Конфиденциальность [5-7] используется для обеспечения защиты и безопасности личной информации пользователей. Чтобы гарантировать это, в литературе было предложено множество методов. Некоторые из них основаны на традиционных методах и алгоритмах, другие являются современными и используются в комбинации для достижения надежной защиты. Неправильное использование данных в облаке или несанкционированный доступ внешних пользователей могут представлять потенциальную угрозу. Внешние пользователи могут представлять потенциальную угрозу для хранящихся данных. Люди хотят, чтобы их конфиденциальные или частные данные были доступны только уполномоченным лицам с указанными ими учетными данными. Одним из решений является применение подхода к управлению доступом на основе техники шифрования данных перед их хранением в облаке. Модель *HASBE (Hierarchy Attribute Set Based Encryption)* предлагает эффективное решение для обеспечения целостности данных и контроля доступа для пользователей, контролируемых администратором домена. Настоящее исследование направлено на выявление проблем безопасности и решений при внедрении облачных

вычислений в здравоохранении.

Существует несколько решений для преодоления проблем безопасности, связанных с *EHR* и системами облачных вычислений. Однако прогресс был недостаточным для удовлетворения требований безопасности федеративной среды здравоохранения (облачных вычислений) [8]. Большинство моделей информационной безопасности, разработанных до настоящего времени, были предназначены для удовлетворения требований безопасности здравоохранения в контролируемой среде, такой как база данных *EHR*, хранящаяся в больнице [9]. Текущие исследования [9] сосредоточены на шифровании и расшифровке медицинских записей в контролируемой среде без учета того, как ключи шифрования и дешифрования могут быть распределены в облаке. Традиционные механизмы управления доступом (*DAC, MAC* и *RBAC*) не смогли обеспечить значительную безопасность медицинских записей в облаке, поскольку обычно они используют только имя пользователя и пароль. Среда облачных вычислений представляет более сложные проблемы по сравнению с контролируемой средой (отдельное учреждение). Для усиления безопасности облака *EHR* были применены методы, основанные на шифровании и контроле доступа:

В [10] шифрование на основе атрибутов (*ABE*) не привязано к одному пользователю по сравнению с обычной криптографией с открытым ключом. Скорее, и шифротексты, и ключи пользователя связаны с набором атрибутов или политикой, если есть соответствие между ключом расшифровки и шифротекстом, только тогда происходит расшифровка шифротекста. (*ABE*) схемы состоят из двух форм, а именно, схемы шифрования атрибутов ключа-политики и схемы шифрования атрибутов шифротекста-политики. В *KP-ABE* [11] политики ассоциируются с ключами, а шифротекст – с атрибутами. Только те ключи, связанные с политикой, которая удовлетворяет атрибутам, могут расшифровать шифротекст. В *CP-ABE* [12] политики сопряжены с шифротекстом, а ключи – с атрибутами. Расшифровка происходит только в том случае, если атрибуты пользователя проходят через структуру доступа к шифротексту. Атрибутное шифрование в подходах "шифротекст-политика" все еще далеко от потребностей современных корпоративных сред. Во-первых, очень утомительно собирать "составные атрибуты", т.е. атрибуты, построенные из других атрибутов, и определять политики, использующие эти атрибуты. Во-вторых, атрибутное шифрование числовых атрибутов с поддержкой *Ciphertext-Policy* ограничено присвоением только одного значения любому данному числовому атрибуту внутри ключа. Однако мы можем решить эту проблему, задав шифрование на основе набора атрибутов политики шифротекста, которая может поддерживать составные атрибуты, гибко комбинируя различные одиночные атрибуты для формирования значимой политики, а также несколько числовых назначений для заданного

атрибута.

В [13] предложили иерархическую схему шифрования на основе набора атрибутов (*HASBE*) для контроля доступа к данным в облачных вычислениях.

Методология. *HASBE* применяется для иерархического предоставления прав пользователям, создания файлов данных, доступа к файлам, отзыва пользователей и удаления файлов. В этой схеме шифровальщик данных задает структуру доступа

к шифротексту, которая называется политикой шифротекста [13]. Расшифровать шифротекст могут только пользователи с ключами дешифрования, чьи связанные атрибуты, указанные в структуре ключей, удовлетворяют структуре доступа. Ожидается, что *HASBE* будет обладать тем же свойством безопасности, что и *CP-ABE*, безопасность которого была доказана в рамках общей модели билинейных групп и модели случайного оракула (рис. 1).

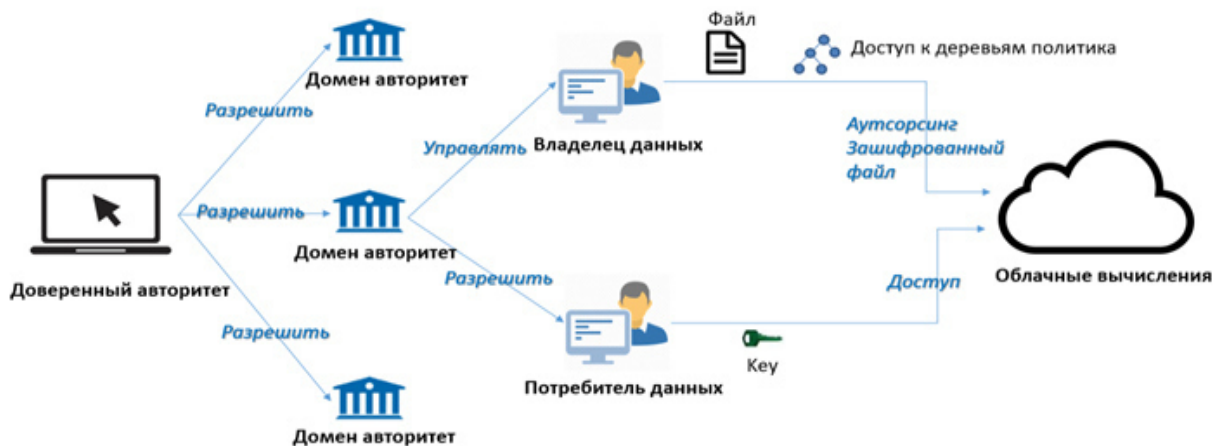


Рисунок 1 – Модель системы, реализующая алгоритм *HASBE* [13]

Общая модель безопасности описывает взаимодействие между противником и алгоритмом шифрования, таким как *HASBE* или *CP-ABE*. Идентично модели, используемой в *CP-ABE*, модель безопасности позволяет противнику запрашивать любые закрытые ключи, которые не могут быть использованы для расшифровки шифротекста вызова. В *CP-ABE* [14] шифротексты ассоциируются со структурами доступа, а закрытые ключи идентифицируются с атрибутами.

Особенности безопасности при реализации *HASBE*:

- имеет иерархическую структуру для эффективного делегирования операции генерации закрытых ключей атрибутов доверенным органом власти органам власти домена более низкого уровня. Она может обеспечить генерацию ключей атрибутов для конечных пользователей. Таким образом, эта иерархическая структура достигает большой масштабируемости;
- организует атрибуты пользователя в рекурсивную структуру множеств и позволяет пользователям накладывать динамические ограничения на то, как эти атрибуты могут быть объединены для удовлетворения политики. Таким образом, *HASBE* может поддерживать составные атрибуты и несколько числовых назначений для данного атрибута;
- обеспечивает тонкий контроль доступа. Владелец данных может быть определен и применять выразительную и гибкую политику доступа к файлам данных;
- решает проблема отзыва пользователей в облачных вычислениях.

Результаты. *HASBE* имеет инструментарий для реализации (<https://acsc.cs.utexas.edu/cpabe/>), разработанный для *CP-ABE* [15], который использует библиотеку *Pairing-Based Cryptography* (<http://crypto.stanford.edu/pbc/>). Всесторонние эксперименты проводятся на ноутбуке с двухъядерным 2,40-ГГц процессором и 8-Гб ОЗУ под управлением Ubuntu 10.04. Мы анализируем экспериментальные данные и приводим статистику. Подобно инструментарию, наш инструментарий также предоставляет несколько следующих инструментов командной строки (рис. 2):

- *hasbe-setup*: Генерирует открытый ключ и мастер-ключ;
- *hasbe-keygen*: Дает и генерирует закрытый ключ для ключевой структуры. Поддерживается ключевая структура с глубиной 1 или 2;
- *hasbe-keydel*: Дает от *DA*, делегирует некоторые части закрытых ключей *DA* новому пользователю или *DA* в своем домене. Делегированный ключ эквивалентен генерации закрытых ключей корневым органом;
- *hasbe-keyup*: Дает закрытый ключ, новый атрибут и подмножество, генерирует новый закрытый ключ, содержащий новый атрибут;
- *hasbe-enc*: Дает шифрует файл в соответствии с политикой дерева доступа, заданной на языке политик;
- *hasbe-dec*: Дать закрытый ключ и расшифровать файл;
- *hasbe-rec*: Дать закрытый ключ и зашифрованный файл, повторно зашифровать файл. Обратите внимание, что закрытый ключ должен быть способен расшифровать зашифрованный файл.

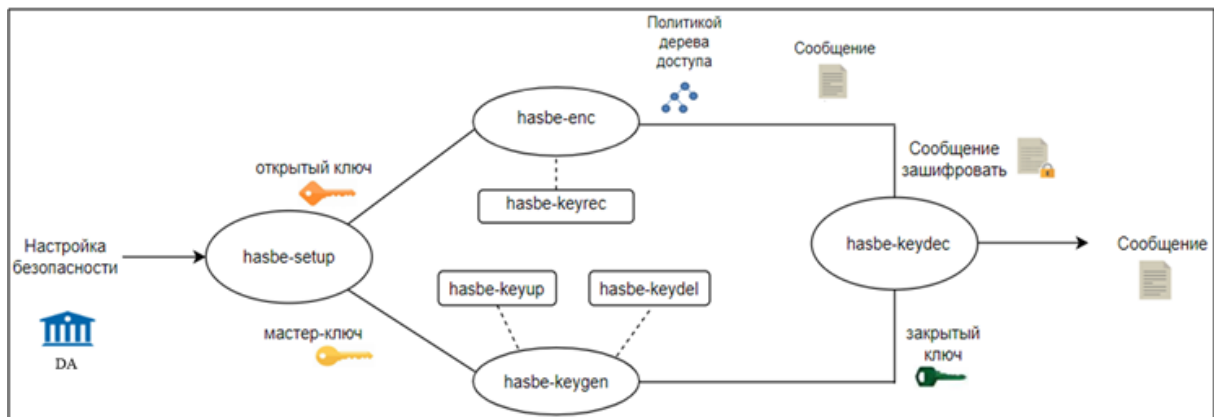


Рисунок 2 – Функции алгоритма HASBE

Облачные вычисления – это термин, используемый для описания различных типов вычислительных концепций, в которых задействовано большое количество компьютеров, соединенных сетью связи в режиме реального времени. Облачные вычисления являются синонимом распределенных вычислений по сети и означают возможность запуска программы на многих компьютерах, подключенных одновременно. Этот термин также чаще всего используется для обозначения сетевых услуг, которые предоставляются реальным серверным оборудованием, но обслуживаются виртуальным оборудованием, смоделированным программным обеспечением, работающим на одной или нескольких реальных машинах. Эти виртуальные серверы не существуют физически, поэтому их можно перемещать и увеличивать (или уменьшать) на лету, не затрагивая конечного пользователя, подобно облаку. Данные загружаются и хранятся на распределенном сервере в сети. В облачных вычислениях пользователи должны передать свои данные поставщику облачных услуг для хранения и операций, представляемых пользователями; владельцы данных шифруют свои файлы данных с помощью своего открытого ключа и хранят их на сервере для совместного использования с авторизованными потребителями данных. Для доступа к файлам данных, находящимся в общем доступе, потребители данных загружают зашифрованные файлы данных с сервера, а затем расшифровывают их с помощью своего закрытого ключа, который генерируется из их атрибутов и домена, к которому они принадлежат, где домены представляют собой отделы в системе здравоохранения. Каждый из них классифицируется в соответствии с его операционной системой, например, кардиология, неврология, гинекология и т.д.:

- создание домена: Авторизованные домены создаются для авторизованных пользователей;
- создание пользователей: Авторизованные пользователи создаются путем выделения этих Доменов;
- загрузка данных в облако: Авторизованные пользователи могут загружать свои данные в облако и просматривать опубликованные данные на облачном

сервере. Данные сначала шифруются, а затем отправляются на облачный сервер для хранения;

- пользователь-администратор: Пользователь-администратор создается для управления пользователями в Облаке. Пользователь-администратор может добавлять уровни и отменять уровень доступа пользователя;

- облачный сервер: Облачный сервер получает зашифрованный файл от отправителя данных, а также может загрузить данные пользователю. Зашифрованные файлы поступают в раздел под названием *Cloud Data publish*. На Облачном сервере;

- сервер базы данных *Hadoop*: На Облачном Сервере мы можем хранить файл на Сервере Данных *Hadoop*. *Hadoop* – это будущее системы баз данных и рассматривается как сервер больших данных для растущей потребности в хранении данных.

Обсуждение. Для лучшего анализа мы сравниваем алгоритм *AES* (128 бит) и иерархическое шифрование на основе набора атрибутов по трем уровням обработки ВРЕМЯ, СТОИМОСТЬ и УРОВЕНЬ БЕЗОПАСНОСТИ.

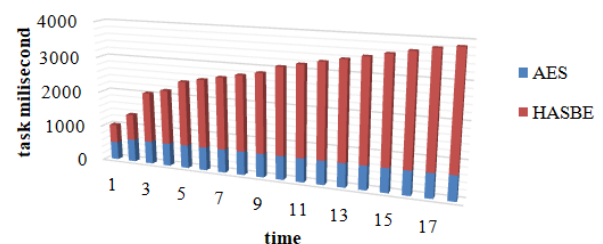


Рисунок 3 – Временная сложность для AES и HASBE

Временная сложность для алгоритма *AES* лучше, чем у *HASBE*, что, в свою очередь, свидетельствует об улучшении процессов шифрования (рис. 3). Большинство этих алгоритмов (блочные шифры *DES*, *Triple DES*, *Blowfish*) имеют сложность $O(m)O(m)$, если мы шифруем длинное сообщение, где m – размер сообщения (табл. 1).

Безопасность является наиболее сложным аспектом облачных вычислений. Поэтому поиск оптимального решения для обеспечения жизненно важной защиты от атак злоумышленников, а также своевременное предоставление этих услуг является

одной из наиболее вдохновляющих тем в сообществах, связанных с безопасностью.

Таблица 1 – Различные параметры размера ключа

	Размер	HASBE	AES
1	128bits	0.10 sec	0.07
2	192bits	0.15 sec	0.13
3	256bits	0.18 sec	0.16

Криптография является одной из основных категорий компьютерной безопасности, которая интерпретирует информацию из ее обычной формы в нечитаемую форму. Два основных признака, которые классифицируют и отделяют один алгоритм шифрования от другого, – это его способность защитить защищаемые данные от атак, а также его скорость и эффективность при этом. В данной работе основная цель разработки любого алгоритма шифрования заключается в том, чтобы скрыть оригинал записки и отправить нестираемое текстовое сообщение получателю так, чтобы секретная передача сообщений могла происходить по сети. Стойкость алгоритма шифрования зависит от того, насколько сложно определить исходное сообщение. Было создано несколько алгоритмов шифрования с симметричным ключом, таких как *DES*, *TRIPLE DES*, *AES* и *BLOW-FISH*, чтобы обеспечить больший эффект безопасности один над другим. Хотя существующие алгоритмы разработаны по принципу *Ciphertext Policy Attribute Set Based Encryption (CP-ABE)*. Код представляет собой Иерархическую технику шифрования на основе набора атрибутов, использующую принцип *CP-ABE*. Результат анализа времени шифрования и расшифровки был более медленным, но он использует политику доступа для шифрования файлов, а для расшифровки только авторизованные пользователи могут расшифровать, что показывает, что *HASBE* имеет более высокую безопасность по сравнению с другими алгоритмами. Однако алгоритм *AES* защищен от несанкционированных атак и работает быстрее, чем популярные существующие алгоритмы (табл. 2).

Таблица 2 – Сравнение анализов Время, стоимость и безопасность

	Сложность	HASBE	AES
1	Время	Высокий	Низкий
2	Стоимость	Высокий	Низкий
3	Безопасность	Высокий	Низкий

Заметим, что *HASBE* является хорошей реализацией систем безопасности в облачных вычислениях. Среди его основных достоинств следует указать следующие возможности:

- использования для хранения больших файлов баз данных с применением технологии *Big Data*;
- использования в качестве узкоспециализированного доступа для чувствительных файлов баз данных, таких как медицина, а также других, таких как военные и банковские базы данных;
- обеспечения масштабируемого гибкого контроля доступа для различных доменов;

– применения во всех видах архитектуры для облачных вычислений.

Выводы. Организации здравоохранения в глобальном мире предполагают обмен медицинской информацией в рамках глобальных медицинских информационных систем, и такая консолидация медицинской информации важна не только с точки зрения предотвращения пандемий и других глобальных процессов, но и оказывается одной из важнейших целей для злоумышленников. В статье проведен сравнительный анализ основных методов безопасного обмена данными между медицинскими учреждениями, показавший перспективность подхода *EHR* на основе алгоритмов *HASBE*, который позволил реализовать масштабируемый, гибкий контроль доступа в облачных хранилищах медицинской информации. Использование *AES* могло бы быть более быстрым, надежным и наиболее полезным для защиты данных, однако алгоритм *HASBE* органично вписывается в иерархическую структуру пользователей системы и обеспечивает эффективное разграничение прав пользователей за счет множественного присвоения значений атрибутов. При этом система хранения медицинской информации остается гибкой даже в условиях безопасности в облачной среде, но ряд частных вопросов ее применения в глобальном информационном пространстве требует дальнейшего исследования и развития.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Julian Araujo, Paulo Maciel, Ermeson Andrade, Gustavo Callou, Vandi Alves & Paulo Cunha. Decision making in cloud environments: an approach based on multiple-criteria decision analysis and stochastic models. *Journal of Cloud Computing*, 2–4 March 2018; pp. 2–5.
2. Yao Q, Han X, Ma XK, Xue YF, Chen YJ, Li JS. Cloud-based hospital information system as a service for grassroots health-care institutions. *Journal of medical systems*. 2014;38(9):104.
3. Farahnaz S. Rania Fahim E. Leila E. Abbas S. *Frontiers in Health Informatics* How the health information systems can overcome the challenges of migrating to the cloud? A framework based on a mix method approach. February 2022 DOI:10.30699/fhi.v10i1.342.
4. Madanian S, Parry D. IoT, Cloud Computing and Big Data: Integrated Framework for Healthcare in Disasters. *Studies in health technology and informatics*. 2019;264:998–1002.
5. Guilloteau S., Venkatesen M. Privacy in Cloud Computing-ITU-T Technology Watch Report March 2012. International Telecommunication Union; Geneva, Switzerland: 2013.
6. Cook A., Robinson M., Ferrag M.A., Maglaras L.A., He Y., Jones K., Janicke H. *Cloud Computing for Optimization: Foundations, Applications, and Challenges*. Springer; Berlin/Heidelberg, Germany: 2018. *Internet of Cloud: Security and Privacy Issues*; pp. 271–301.
7. Xiao Z., Xiao Y. Security and Privacy in Cloud Computing. *IEEE Commun. Surv. Tutor*. 2013;15:843–859. doi: 10.1109/SURV.2012.060912.00182.
8. Mahmood GS, Huang Dong Jun, Jaleel BA. 2019, “A Secure Cloud Computing System by Using Encryption and Access Control Model”.
9. *J Healthc Eng. eHealth Cloud Security Challenges: A Survey*. 2019; 2019: 7516035. Published online 2019 Sep 3. doi: 10.1155/2019/7516035.
10. Begam BF, Sasiskala M. Attribute-based Encryption in Cloud Computing – A Review. *International Journal of Computer Applications*. 2021;174(19):36-38. doi:10.5120/ijca2021921084.
11. Yinghui z. Robert h. D. Shengmin x. Jianfei s. Qi l. Dong z. Attribute-based Encryption for Cloud Computing Access Con-

trol: A Survey. Published in ACM Computing Surveys, September 2020, 53 (4), Article number 3398036 DOI: 10.1145/3398036.

12. Helil N, Rahman K. CP-ABE access control scheme for sensitive data set constraint with hidden access policy and constraint policy. Security and Communication Networks. 2017;2017. doi:10.1155/2017/2713595.

13. Wan Z, Liu J, Deng RH. HASBE: A hierarchical attribute-based solution for and scalable access control in cloud computing. IEEE Transactions on Information Forensics and Security. 2012;7(2):743-754. doi:10.1109/TIFS.2011.2172209.

14. Lai J., Deng R.H., Li Y. Expressive CP-ABE with partially hidden access structures; Proceedings of the 7th ACM Symposium on Information, Computer and Communications Security; Seoul, Korea. 2021(1):1-16 DOI:10.1155/2021/4132597.

15. Jayapandian N, Rahman AMJZ. Secure Wireless Cloud Data Storage using Hierarchical-Attribute-based Encryption with Identity Based Encryption. Asian Journal of Research in Social Sciences and Humanities. 2017;7(1):1000. doi:10.5958/2249-7315.2017.00038.7.

Статья поступила в редакцию 10.05.2022

Статья принята к публикации 20.06.2022

УДК 004.05

DOI: 10.46548/21vek-2022-1158-0002

ОПТИМИЗАЦИЯ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ САЙТА МЕДИЦИНСКОЙ ОРГАНИЗАЦИИ С МИС ПОСРЕДСТВОМ ИНТЕГРАЦИОННОЙ ШИНЫ

© Автор(ы) 2022

SPIN: 8921-4879

AuthorID: 1039625

ORCID:0000-0003-4607-6898

КУЗЬМИН Виталий Сергеевич, магистрант

*Самарский государственный технический университет, филиал в г. Сызрани
(446001, Россия, Самарская область, г. Сызрань, ул. Советская 45, e-mail: vskuzmin28@gmail.com)*

SPIN: 2342-5382

AuthorID: 1116445

ORCID: 0000-0002-8239-8256

ПАНОВА Анастасия Алексеевна, студент

*Самарский государственный технический университет, филиал в г. Сызрани
(446001, Россия, Самарская область, г. Сызрань, ул. Советская 45, e-mail: anastasiapanova7549@gmail.com)*

SPIN:7717-5177

AuthorID:767114

ORCID: 0000-0002-9961-8980

САДОВА Кристина Владимировна, старший преподаватель

кафедры «Информатика и системы управления»

*Самарский государственный технический университет, филиал в г. Сызрани
(446001, Россия, Самарская область, г. Сызрань, ул. Советская 45, e-mail: crazyojj@mail.ru)*

Аннотация. В статье проводится анализ проблемы интеграции сайта медицинской организации с медицинской информационной системой. Приводятся нормативные документы, в которых определены назначение, функции и состав медицинских информационных систем. Описываются методы интеграции и способы проектирования интеграционных шин. Выявляются основные барьеры для реализации эффективного взаимодействия клиник и МИС. Приводятся механизмы организации интеграционной шины. Описываются возможности реализации разграничения прав доступа информации в МИС, создание двойной защиты при помощи IP клиента и токена, реализуемые на базе интеграционной шины. Предлагаются решения для осуществления гибкости и адаптивности интеграции, среди которых: использование адаптеров, и версионных методов интеграции, которые обеспечивают гибкость и стабильность работы системы. Для повышения надежности системы предлагается использование логов. С целью оптимизации системы предлагается использовать кеширование. Приводится описание принципа работы интеграционной шины. В ходе исследования было получено новое и эффективное решение, направленное на оптимизацию работы медицинской организации со сторонними медицинскими информационными системами посредством интеграционной шины. Предложенное решение обеспечивает более быструю работу сайта медицинской организации, разгружает колл-центры и консультационные чаты компании.

Ключевые слова: интеграционная шина, информационные системы, web-сайт, медицинские информационные системы, колл-центры, оптимизация взаимодействия, обработка информации, защита информации, конверсия, контроль доступа, адаптер, логирование событий, кэширование запросов, механизмы гибкой интеграции, токен, версионность, методы интеграции.

OPTIMIZATION OF INTERACTION OF THE SITE OF A MEDICAL ORGANIZATION WITH MIS THROUGH THE INTEGRATION BUS

© The Author(s) 2022

KUZMIN Vitaly Sergeevich, master's student

PANOVA Anastasia Alekseevna, student

SADOVA Kristina Vladimirovna, senior lecturer
of the department of Informatics and Control Systems

*Samara State Technical University, branch in Syzran
(446001, Russia, Samara region, Syzran, Sovetskaya street 45,*

e-mails: vskuzmin28@gmail.com, anastasiapanova7549@gmail.com, crazyojj@mail.ru)

Abstract. The article analyzes the problem of integrating the website of a medical organization with a medical information system. Regulatory documents are provided, which the purpose, functions and composition of medical information systems. Integration methods and methods of designing integration buses are described. The main barriers to the implementation of interaction between clinics and MIS are The mechanisms of the integration bus organization are given. The possibilities of implementing the of access rights to information in the

MIS, the creation of dual protection using the client's IP and token, implemented on the basis of the integration bus, are described. Solutions are for the implementation of and adaptability of integration, including: the use of adapters, and versioned integration methods that provide and stability of the system. To increase the reliability of the system, the use of logs is proposed. In order to optimize the system, it is proposed to use caching. The principle of operation of the integration bus is described. In the course of the study, a new and solution was obtained aimed at optimizing the work of a medical organization with third-party medical information systems through an integration bus. The proposed solution provides faster operation of the medical organization's website, unloads call centers and consulting chats of the company.

Keywords: integration bus, information systems, website, medical information systems, call centers, interaction optimization, information processing, information protection, conversion, access control, adapter, event logging, request

Для цитирования: Кузьмин В.С. Оптимизация взаимодействия сайта медицинской организации с МИС посредством интеграционной шины / В.С. Кузьмин, А.А. Панова, К.В. Садова // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2022. – Т. 11. – № 2(58). – С. 16-20. – DOI 10.46548/21vek-2022-1158-0002.

Введение. На данный момент эффективность и доход любого предприятия или фирмы напрямую зависит от скорости обработки информации, а также от её надежности и целостности. Не менее важными показателями являются скорость распределения информационных потоков между подразделениями предприятия и способность адаптации под постоянно изменяющиеся требования, диктуемые техническим прогрессом. В сфере медицинских услуг наблюдается острая необходимость в интеграции с Медицинской информационной системой (МИС). В связи с этим, все чаще встает вопрос об усовершенствовании и автоматизации информационной системы предприятия. Перед ИТ-подразделением современных медицинских компаний встает вопрос организации связи информационной системы и различных МИС, к которым осуществляются запросы.

В настоящее время, как отмечается многими исследователями, все актуальнее становится проблема интеграции медицинских информационных систем [1-11]. Решение проблемы заключается в создании интеграционной шины, которая представляет собой адаптер для расширения возможностей организации [12-16].

На сегодняшний день, интеграционная шина (ИШ) является принципиально новой технологией на рынке. Она дает возможность организациям объединять информационные системы и процессы в единое информационное пространство. Тем самым повышается общая эффективность и управляемость ИТ-инфраструктуры [17].

Согласно рекомендациям Минздрава РФ от 23.06.2016 по-новому определяются назначение, функции и состав региональных медицинских информационных систем. До появления этого документа разработчики руководствовались Концепцией создания ЕГИСЗ. Вследствие этого, принудительное внедрение единой информационной системы и отказ от ранее внедренных систем приводит к конфликтам и саботажу ЕМИС со стороны медицинских организаций. В организациях, потративших время и деньги на разработку, внедрение и развитие собственной системы, ЕМИС встречает особо сильное сопротивление

[18]. Существующие системы плохо интегрированы друг с другом.

Одним из основных барьеров для развития сферы электронных медицинских услуг является слабая интеграция сайтов организаций с Медицинской информационной системой (МИС). У клиник формируется потребность не только в интеграции сайтов с действующими информационными системами, но и в осуществлении возможности подключения к МИС новых партнеров, а также в безболезненном переходе на другую МИС в случае необходимости.

Методология. В ходе анализа существующих сайтов медицинских организаций, было выявлено, что основной проблемой является отсутствие возможности записи на прием к врачу. Вследствие этого возникает сильная загруженность работы колл-центров и консультационных чатов, что существенно замедляет работу всей организации, а также является дополнительным фактором, вызывающим недовольство пациентов. Более того выявлен и ряд второстепенных проблем: сайты плохо обновляются, уменьшается конверсия из-за регулярных сбоев в результате перехода новых посетителей в клиентов [19, 20].

В подобных случаях метод прямой интеграции не является подходящим, так как сможет решить лишь часть обозначенных проблем. Поэтому предлагается использовать интеграционную шину, которая позволит не только упростить процесс интеграции, но и эффективнее поддерживать и развивать инфраструктуру в целом, а также сделает ее более гибкой, что является важным аспектом в современной экономической ситуации [21].

Целью работы является поискуниверсального решения по оптимизации взаимодействия сайта медицинской организации с МИС.

Современная медицинская информационная система (МИС) должна обеспечивать выполнение ряд функций:

1. Содержание базы данных с полной информацией о сотрудниках организации и клиентах.
2. Осуществление записи клиента на прием непосредственно на сайте организации.
3. Возможность формирования, редакции и управ-

ления расписанием врачей.

4. Обработка записей на прием с сайта в системе медицинских центров [22-24].

Важным аспектом в работе сайта является возможность осуществления записи на прием не только на главном сайте организации, но и на сторонних партнерских сервисах, таких как сайты других медицинских центров, страховых компаний и агрегаторах медицинских услуг.

Также возникает необходимость в разграничении прав доступа к информации, хранящейся в МИС. Клиентам требуется предоставлять строго ограниченный доступ к программному интерфейсу информационной системы. В большинстве современных МИС предоставление доступа осуществляется исключительно по *IP*. Это означает, что предоставление доступа конкретному пользователю сети к МИС открывает ему доступ ко всей имеющейся информации сразу и в неограниченном объеме. При такой системе невозможно осуществить разграничение прав доступа пользователей на различные уровни [25].

Следовательно, в ходе разработки возникает потребность в решении следующей задачи: смена схемы прав доступа к МИС.

Но, чтобы избежать нарушения интеграции, программный интерфейс приложения (*API*) должен оставаться иммутабельным. Это означает, что требуется не только четко прописать все методы интеграции, но и закрепить их для корректной работы системы. То есть, если в методе настроена выдача ответов в виде *ID*, этот метод обязан оставаться таковым навсегда. Данная система является крайне негибкой. И в случае необходимости перехода на стороннюю МИС, все настройки необходимо будет проводить сначала. Соответственно возникает необходимость в решении еще одной задачи, а именно поиска универсального решения, которое бы позволило осуществить гибкую интеграцию.

Результаты. Решением поставленных задач является шина интеграции. Интеграционная шина представляет собой прослойку между пользователем и внутренними слоями медицинской информационной системы.

Интеграционная шина способна выполнять ряд задач:

1. Тонкий контроль доступа. Интеграционная шина обладает повышенным функционалом в сфере контроля прав доступа пользователей. Прослойка в виде шины позволяет не только контролировать наличие или отсутствие доступа к МИС, но и тонко настраивать, какие именно данные может получать каждый пользователь. При необходимости для каждого конкретного пользователя может быть подобран уникальный набор прав доступа, который может быть скорректирован в любой момент.

2. Надежная защита доступа к системе. После подключения интеграционной шины доступ к медицинской информационной системе будет настраиваться не по *IP* пользователя. Защита подключения на уровне шины является более надежной. Доступ осу-

ществляется только при наличии токена, который может быть отозван в любой момент времени, тем самым доступ к системе будет закрыт. Более того, имеется возможность осуществления двойной защиты для МИС. В этом случае для авторизации используется и токен и *IP*. Токен позволяет получить доступ через шину данных, после чего права доступа проверяются в самой МИС через *Ц* [26].

3. Гибкость и адаптивность интеграции. Важным фактором при осуществлении интеграции системы являются ее адаптивность и гибкость. Необходимо, чтобы существующая система могла соединяться с любой медицинской информационной системой. Так как зачастую возникает необходимость перехода на новую или стороннюю МИС. Более того, бизнес-логика компании может существенно отличаться от возможностей и особенностей организации конкретной МИС.

Для осуществления гибкости и адаптивности интеграции предлагается ряд решений:

а) Использование адаптера. Адаптер представляет собой устройство программным кодом, которое способно соединять любую МИС с рабочей шиной. При поступлении запроса от пользователя, он сначала направляется на шину, шина перенаправляет его к адаптеру, после чего адаптер трансформирует запрос в формат, понятный для МИС. То есть адаптер выполняет роль переводчика для конкретной МИС. Данная схема работает и в обратную сторону. МИС отвечает на полученный запрос, ответ поступает на адаптер, после чего преобразуется в универсальный язык. Адаптер передает ответ шине, и через нее к конечному пользователю. При наличии нескольких МИС, с которыми необходимо обмениваться данными, можно подключить несколько адаптеров, каждый из которых будет соединен с конкретной МИС, учитывая все ее особенности. Все адаптеры являются легко заменяемыми, что увеличивает надежность системы [27].

б) Версионность методов интеграции. Одной из задач, решаемых интеграционной шиной, является возможность осуществления гибкой интеграции без жесткого закрепления методов *API*. Необходимо обеспечить версионность методов интеграции без выхода из строя всей системы. Для решения данной проблемы предлагается создавать новую версию метода, который не будет изменять существующие методы интерфейса шины. Пользователь сможет самостоятельно сообщать шине, какой версией метода ему нужно воспользоваться. После чего, шина пропустит запрос именно по указанному алгоритму. Таким образом, интеграция с медицинской информационной системой станет стабильной, а шина получит непрерывную возможность развития и модернизации под меняющиеся требования клиентов и партнерских организаций.

в) Логирование событий. Для повышения надежности системы предлагается использование логов. Логи – это записи с системной информацией и действиями пользователей. Все взаимодействия клиентов с интеграционной шиной и шины с внутренними сер-

всами залогированы. Это означает, что при возникновении проблемы, логи позволят быстро обнаружить причину ошибки и оперативно устранить препятствие в работе шины.

d) Кеширование запросов. Исходя из анализа системы, можно сделать вывод, что многими клиентами осуществляются одни и те же запросы. Чтобы оптимизировать систему предлагается использовать кеширование. При использовании данной технологии, на шине будут сохраняться ответы на одинаковые запросы. То есть, когда клиент отправляет запрос, который уже был обработан ранее, ответ уже содержится на шине и выдается клиенту непосредственно с нее,

без участия МИС. Это позволяет значительно уменьшить нагрузку на МИС, за счет чего происходит экономия ресурсов системы. Более того, увеличивается скорость ответов на запросы клиентов.

В результате оптимизации сайта медицинской организации с МИС посредством интеграционной шины, были решены все поставленные задачи исследования.

При подобной организации системы, компания получает надежную и гибкую рабочую систему, в которой сайт клиник надежно интегрирован с МИС. Принцип работы интеграционной шины в виде схемы изображен на рисунке 1.



Рисунок 1 – Принцип работы интеграционной шины

Обсуждение. Существующие разработки в области интеграции медицинских информационных систем проектируются, как правило, под заказ, хотя и строятся на базе готовых решений. Такие решения применяются для достижения конкретных задач в соответствии с конкретными требованиями, установленными техническими заданиями и почти всегда являются уникальными продуктами, применение которых в других организациях невозможно или неэффективно [28, 29]. Исследования публикаций современных авторов подтверждают необходимость организации связи информационной системы и различных МИС. В тоже время для эффективного и экономически выгодного применения информационных технологий требуется учитывать специфику, как сферы здравоохранения, так и особенности конкретного медицинского учреждения [30]. Следует отметить, что в ходе исследования было получено новое и эффективное решение, направленное на оптимизацию работы медицинской организации со сторонними медицинскими информационными системами посредством интеграционной шины.

Выводы. По итогам произведенной оптимизации, данные на сайте регулярно обновляются, посетители клиник легко находят интересующую их информацию. Запись на прием происходит без ошибок и вылетов из системы. Время записи фиксируется во внутренней системе клиник [31]. В связи с этим существенно снизилась нагрузка на колл-центры.

Интеграционная шина позволила осуществлять гибкую, стабильную и адаптивную интеграцию сайтов организаций с МИС. Присутствует возможность смены МИС на другую в случае необходимости. Интеграционная шина обеспечивает более быструю работу сайта, разгружает колл-центры и консультационные чаты компании. Данная технология позволила осуществлять гибкие настройки доступа к данным и

обеспечивает дополнительную защиту информации. В дальнейшем планируется усовершенствовать механизм внедрения интеграционной шины, расширить ее функционал за счет возможности подключения к другим информационным системам, а также настроить методы интеграции под более узконаправленные бизнес-задачи.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Гогина О. А. Основные стандарты и модели интеграции медицинских информационных систем / О. А. Гогина. – Текст: непосредственный // Молодой ученый. – 2017. – № 18 (152). – С. 8-11. – URL: <https://moluch.ru/archive/152/43122/> (дата обращения: 07.04.2022).
2. Интеграция информационных систем медицинских организаций с помощью интерфейса прикладного программирования / Ямников О.А., Кузнецов О.Ю.В сборнике: Студенческие научные общества - экономике регионов. Сборник материалов Международной молодежной научной конференции. – 2018. – С. 367-373.
3. Интеграция с внешними информационными системами. Особенности многопрофильного медицинского учреждения / Карпов О.Э., Субботин С.А., Здирук К.К., Шишканов Д.В., Дьяченко П.С., Толпыгин А.С., Стрельцов А.Н. / Вестник Национального медико-хирургического центра им. Н.И. Пирогова. – 2018. – Т. 13. – № 4. – С. 4-9.
4. Проблемы интеграции информационных систем в медицине и пути их решения/Соколова М.А. // Постулат. – 2017. – № 12 (26). – С. 47.
5. Проблемы интеграции медицинских информационных систем / Одинцова И.А., Трошкина Г.Н.В сборнике: Актуальные проблемы прикладной информатики в образовании, экономике, государственном и муниципальном управлении. Материалы международной научной конференции. Барнаул, 2020. С. 114-126.
6. Бикчентаев А.А. Поддержка данных технологических процессов в интегрированной информационной среде предприятия / А. А. Бикчентаев // Вестник СибГАУ, 2013. – № 2 (48). – С. 9-13.
7. Калабин В.В. Управление основными данными как одна из задач интеграции корпоративных систем управления / В.В. Калабин // Бизнес-информатика, 2007. – № 1. – С. 19-28.
8. Frischmuth Philipp, Klimek Jakob, Auer Sören, Tramp Sebastian, Unbehauen Jörg, Holzweißig Key, Marquardt Carl-Martin Linked Data in Enterprise Information Integration // Semantic Web 0. – 2012. – С. 1-17.

9. Валуев А.М. Об одном подходе к интеграции информации из независимых баз данных в системах автоматизированного управления / А.М. Валуев, А.С. Панкратов // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2010. – № 12. – С. 52–62.
10. Кузнецов, П.П., Владимирский А.В. Виртуальный госпиталь – инновационная платформа предоставления медицинских услуг // Здоровоохранение. – 2015. – № 5. (<https://e.zdravohrana.ru/article.aspx?aid=419340>).
11. Finet P., Le BouquinJeannès R., Dameron O., Gibaud B. Review of current telemedicine applications for chronic diseases. Toward a more integrated system? Innovation and Research in BioMedical engineering – 2015 – issue 3. – P. 133-157.
12. Бельшев Д.В., Гулиев Я.И., Михеев А.Е. Изменение функциональных требований к МИС в процессе перестройки систем здравоохранения // Врач и информационные технологии. – 2017. – № 4. – С. 6-25.
13. Галушка И.Н. Методы, модели и информационная технология разработки специализированных систем интеграции корпоративных данных: дис. канд. техн. наук: 25.00.15. Кременчугский национальный университет имени Михаила Остроградского. Кременчуг. – 2015. – 160 с.
14. Гулиев Я.И. Основные аспекты разработки медицинских информационных систем. // Врач и информационные технологии. – 2014. – № 5. – С. 10–19.
15. Интеграционная шина предприятия Клопова А.В. Вестник науки и образования № 13(91). – Часть 2. – 2020. – стр. 21-23.
16. Медицинская информатика. Электронное учебное пособие / С.Д. Гусев, Е.И. Кичигина, Е.Г. Мягкова. – Красноярск: ГОУ ВПО КрасГМУ, 2016. – 150 с.
17. Abrahamyan, S. A Concept of E-Health Platform for Patient Communication and Monitoring / S. Abrahamyan [et al.] // Lecture Notes in Computer Science. – 2017. – Vol. 10408. – P. 448-462.
18. Методические рекомендации по обеспечению функциональных возможностей региональных медицинских информационных систем (РМИС) (утв. Министерством здравоохранения РФ 23 июня 2016 г.) URL: <https://base.garant.ru/71498190/#friends>.
19. Balyan, S. Teambraier: Network-based collaborative mobile system / S. Balyan [et al.] // High Performance Computing & Simulation (HPCS). – Innsbruck, Austria: IEEE Conference Publication, 2016. – P. 1009-1012.
20. Miah Shah J., Hasan J, Gammack J. G. On-Cloud Healthcare Clinic: An e-health consultancy approach for remote communities in a developing country. TelematicsandInformatics. – Volume 34. – Issue 1. – 2017. – P. 311-322.
21. Balyan, S. Distributed collaboration based on mobile infrastructure / S. Balyan [et al.] // Lecture Notes in Computer Science. – 2015. – Vol. 9158. – P. 354-368.
22. Кузьмин В.С. Автоматизированная система дистанционного медицинского обслуживания / В.С. Кузьмин, А.А. Панова, К.В. Садова // Перспективные информационные технологии (ПИТ 2021) [Электронный ресурс]: труды Международной научно-технической конференции / [редкол.: Прохоров С. А. (гл. ред.) и др.]. – Самара: Издательство Самарского научного центра РАН. – 2021. – С. 393-396.
23. Основы телемедицины: учебное пособие / В.Л. Столяр [и др.]. – Москва: Российский университет дружбы народов, 2017. – 236 с. – ISBN 978-5-209-07476-2. – Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. – URL: <http://www.iprbookshop.ru/91042.html>.
24. Danica Mitch M. Pacis Edwin D. C. Subido, Nilo T. Bugtai, AIP Conference Proceedings [Конференция] // Trends in telemedicine utilizing intelligence. – [б.м.]: American Institute of Physics, 2018.
25. Mass D. Medical information system: current aspects and implications // J. Med. Technol. 1984. – V. 1. – № 5. – P. 370 -374.
26. Брумштейн Ю.М. Медицинские данные организаций и пациентов: системный анализ категорий информации, угроз информационной безопасности, подходов к защите / Ю.М. Брумштейн, Е.О. Кузнецова, А.Д. Захаров // В сборнике: Методы компьютерной диагностики в биологии и медицине – 2017 Материалы Всероссийской школы-семинара. – 2017. – С. 65-69.
27. Шумский Л.Д. Подход к построению универсального адаптера интеграционной шины // Сборник научных трудов Sworld/ - КУПРИЕНКО, 2013. – С. 9-17.
28. Основные аспекты разработок медицинских информационных систем / Ефимова Е. К., Аполлонова И. А. Основные аспекты разработки медицинских информационных систем // Молодой ученый. — 2017. — №16. — С. 169-173. — URL <https://moluch.ru/archive/150/42438/> [Электронный ресурс].
29. Vladzmyrsky, A. New Fact of the Early Telemedicine History / A. Vladzmyrsky, O. Stadnyk, M. Karlinska // Global Telemedicine and eHealth Updates: Knowledge Resources. – 2012. – Vol. 5. – P. 463-467.
30. Pearson S.D., Goulart-Fisher D., Lee T.H. Critical pathways as a strategy for improving care: Problems and potential// Annals of Internal Medicine. – 1995. – vol. 123 – no 12 – pp. 941-948.
31. Cho KW, Kim SM, Chae YM, Song YU. Application of Queueing Theory to the Analysis of Changes in Outpatients' Waiting Times in Hospitals Introducing EMR. Healthcare Informatics Research. – 2017. – Vol. 23(1). – P. 3542.

Статья поступила в редакцию 24.03.2022

Статья принята к публикации 20.06.2022

УДК 004.032.26+656.22

DOI: 10.46548/21vek-2022-1158-0003

КОНСТРУИРОВАНИЕ И РЕАЛИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ МНОГОСЛОЙНОЙ ИНС С ПЕРЕМЕННОЙ ПРОВОДИМОСТЬЮ СИГНАЛА

©Автор 2022

SPIN:8972-1970

AuthorID: 149135

ORCID 0000-0002-1459-2567

ОЛЬШАНСКИЙ Алексей Михайлович, кандидат технических наук,

начальник отдела технологического сопровождения НТК цифрового моделирования им. В.И. Уманского

АО «Научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт информатизации,

автоматизации и связи на железнодорожном транспорте»

(109029, РФ, г. Москва, Нижегородская ул., д.27 стр.1, e-mail:lexolshans@gmail.com)

Аннотация. В последнее время существенно расширился круг вопросов, решаемых с помощью аппарата искусственных нейронных сетей. Важное место среди решаемых с помощью ИНС задач занимает составление расписания на железнодорожном транспорте. Многие задачи поиска расписаний являются оптимизационными. Постановка и решение такой задачи требуют учета конкретных деталей технологического процесса работы железных дорог в среднесрочном и краткосрочном периодах. С ростом их специфичности (детализация топологии линий до станций и отдельных путей) происходит модификация как структуры и топологии используемых нейронных сетей, так и методов их обучения и применения. Для составления расписания разработана многослойная искусственная нейронная сеть с переменной проводимостью сигнала (МИНС). Решения, получаемые МИНС при традиционном алгоритме, часто не соответствуют требованиям, предъявляемым к корректным расписаниям для транспортных систем. Так, использование в качестве главного критерия качества расписаний величины отклонения моментов прибытия поездов на конечные пункты от желаемых приводит к тому, что с уменьшением остаточной ошибки увеличивается время на получение решения, а жесткое ограничение времени получения решений существенно повышает уровень остаточной ошибки. Так как оперативная корректировка расписаний в заданные моменты времени предъявляет равнозначные требования к скорости получаемых решений и к остаточной ошибке (при отсутствии конфликтов в движении поездов), то использование традиционных алгоритмов, свойственных МИНС, нецелесообразно. Управление поведением ошибки работы данной сети, включая управление поведением функций активации таких сетей, позволило бы существенно изменить алгоритмы обучения и сократить затраты машинного времени на обучение. В статье рассматриваются разработка и реализация нейросетевого управления работой МИНС, приводится функциональная схема, оцениваются показатели качества созданной системы управления. Показаны преимущества применения нейросетевого управления.

Ключевые слова: железнодорожный транспорт, задача расписаний, искусственная нейронная сеть, ошибка, система управления, нейросетевое управление, перерегулирование, алгоритмы.

ABOUT CREATING AND IMPLEMENTATION THE CONTROL SYSTEM OF THE ARTIFICIAL NEURAL NETWORK WITH VARIABLE SIGNAL CONDUCTIVITY

©The Author 2022

OLSHANSKY Alexey Mikhailovich, phd in technics,

Digital Modelling in the name of Dr.Sci. V.I.Umansky

JSC «Railway Signalling Institute»

(Nizhegorodskaya str.27 bld.1 Moscow Russia 109029, e-mail:lexolshans@gmail.com)

Abstract. More recently the pool of problems solved by the neural networks has substantially extended. The railway timetable task is a problem solving by the ANN. Many task problems are set as optimization tasks. The set and solution of such problems require considering concrete aspects of railway operation technology in short-time and middle-time periods. Details of the schedule task (topology of stations, tracks and junctions etc.) determine the structure and of the ANN and its learning and application methods. The multilayer ANN (MANN) with variable signal conductivity is a special type of ANN created for railway scheduling. This ANN has its own learning algorithm (so-called a traditional algorithm). The solutions (variants of schedule) created by the traditional algorithm of MANN often don't satisfy the requirements for correct solutions for transport railway systems. For example if the sum of total deviation between real and desirable time moments of train arrival is the major criterion of quality of the solution then we can observe that minimizing the level of this deviation yields the increase of solution (computational) time. Rigor constraints of time solution interval lead to rather high level of total deviation (the residual error). Operational timetable iterative correction is a kind of railway management which enters equivalent claims just as for computational time so for the level of residual error. Because of these the traditional algorithms of MANN training are not suitable for operational control if we do not use any control techniques. In this paper the author suggests a solution for an

approach of control the error level of MANN including of the activation functions, training algorithms. It allows us reduce the computational period of the solution and training time of the MANN. The paper is devoted to elaborating and implementation of MANN-control, the functional scheme and some quality indicators for the control system of MANN are presented. Advantages of MANN-neurocontrol are also described.

Keywords: railway transport, schedule problem, neural network, error, control system, neural control, overcontrol ratio, algorithm.

Для цитирования: Ольшанский А.М. Конструирование и реализация системы управления многослойной ИНС с переменной проводимостью сигнала / А.М. Ольшанский // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2022. – Т. 11. – № 2(58). – С. 21-25. – DOI: 10.46548/21vek-2022-1158-0003.

Введение. Важное место среди решаемых с помощью ИНС задач занимает задача составления расписания на железнодорожном транспорте [3]. Многие задачи поиска расписаний являются оптимизационными [12, 13], то есть требуется не только построить расписание, но среди всех полученных расписаний найти наилучшее. Постановка и решение такой задачи требует учета конкретных деталей технологического процесса работы железных дорог в среднесрочном и краткосрочном периодах. Среди них – конфигурация и топология участков, величина межпоездных интервалов, интервалов скрещения и неодновременного прибытия, наличия ограничивающего перегона на любой линии, детали оборота локомотивов, переменный приоритет поездов, характер движения и др. [5, 19]. Построение расписания происходит на участках от 50-100 км до 1000-2000 км и более. Между тем, поиск для таких задач точных алгоритмов, время работы которых ограничено полиномом от размера входа задачи, в настоящее время является неприемлемым в силу того, что найденные решения имеют вычислительную сложность $O(n^5)$ – $O(n^7)$ и выше, а время их получения в обычных условиях рабочих мест на железной дороге может составлять до 4-5 часов. Такой режим не является удовлетворительным с точки зрения времени принятия управленческих решений, в особенности при оперативном перестроении режима работы направлений. В этих условиях перспективным представляется нейросетевое составление расписаний, при котором вариант расписания появляется непосредственно в процессе функционирования ИНС [2, 14].

С ростом специфичности задач (детализация топологии линий до станций и отдельных путей) происходит модификация как структуры и топологии используемых нейронных сетей, так и методов их обучения и применения [8, 15].

Тем не менее, нейронные сети со своим характерным поведением до сих пор остаются системами, в отношении которых существуют лишь наборы практических рекомендаций, основанные на эвристических подходах, численных экспериментах и т.п. Многие авторы открыто указывают на то, что вопросы строгих исследований поведения нейронных сетей и построения нейросетевых решений представляют собой сложную комплексную проблему [1, 4].

Методология. Целью настоящей статьи является исследование аспектов построения и реализации системы управления многослойной ИНС с переменной

проводимостью сигнала в процессе составления расписаний.

Этот подвид сетей отличается от остальных тем, что в нем введена двумерная решетка нейронов, которая отражает распространение сигнала по двум координатам (расстояние, время); в сети имеется возможность переключения состояний нейронов по заранее заданным правилам. Отличительные особенности МИНС проявляются в наличии двух комплектов весов, наличии связей между нейронами своего слоя и с соседними слоями [7].

МИНС обладает признаками сетей Wilshaw and von der Malsburg, Кохонена [18] и многослойного персептрона. Архитектурно такие сети сочетают в себе свойства сетей Уилшоу – ван дер Мальсбурга [20] с принципом конкуренции за максимум, примененный, однако, не к входу/выходу, а к значениям весов связей при расчете.

Данные сети обладают алгоритмом обучения, совмещающим в себе алгоритм обратного распространения ошибки с некоторыми эвристическими настройками (такими, как пространственно-временная дифференциация скорости обучения и определением эпохи как одного такта расчета сети, в то время как в машинном обучении эпоха – один цикл предъявления примеров). Такие алгоритмы обучения ниже именуются традиционными.

В настоящее время особенности поведения данных сетей не полностью изучены в части поведения сигнала ошибки. В процессе функционирования сети наблюдаются резкие скачкообразные изменения функции ошибки, возникающие как на начальном этапе схождения ошибки к требуемой величине, так и после общей стабилизации картины, что является нетипичным для ИНС как методов решения задач [10,11]. Традиционный алгоритм обучения рассматриваемых сетей требует больших затрат вычислительных мощностей и времени. Использование в качестве критерия качества получаемых расписаний такого показателя, как величина отклонения моментов прибытия поездов от желаемых времен, как это реализовано в [7], приводит к тому, что наблюдается следующее противоречие. С уменьшением желаемого периода получения решения существенно увеличивается величина остаточной ошибки МИНС, а фиксация желаемого уровня остаточной ошибки на низких значениях приводит к чрезмерному увеличению времени получения решения, до 3-5 тысяч эпох.

Так как оперативная корректировка расписаний в заданные моменты времени предъявляет равнозначные требования к скорости получаемых решений и к остаточной ошибке (при отсутствии конфликтов в движении поездов), то использование традиционных алгоритмов [9, 16], свойственных МИНС, нецелесообразно. Управление поведением данной сети с использованием современных разделов теории автоматического управления, включая нейросетевое интеллектуальное управление, позволило бы трансформировать алгоритмы обучения и сделать получение решения такой сетью более эффективным.

При управлении рассматриваемой ИНС в процессе ее функционирования необходимо обеспечить следующие требования:

- требование 1. Уровень остаточной ошибки $E(t) < \Delta$, где Δ – некоторое задаваемое значение ошибки. Ошибка в данном случае определяется по формуле ИВКО на всем временном интервале работы МИНС;
- требование 2. Общее время функционирования сети при подаче конкретного входного вектора на ИНС $T \rightarrow \min$.

Рассматриваемая многослойная ИНС относится к многосвязным нелинейным динамическим системам с переменными параметрами и переменной структурой. Своеобразие таких систем заключается в сочетании эволюционных уравнений, характеризующих величину ошибки нейронной сети в непрерывной части модели, а динамику гиперпараметров ИНС – как дискретную часть системы управления, которая также отвечает за конкретную структуру системы в заданный момент времени (например, включение или выключение тех или иных нейронных связей между слоями, перевод части нейронов в активное состояние и др.).

Отсутствие строгой формальной модели МИНС как объекта управления в сочетании с существенной нелинейностью поведения данной сети приводит к необходимости применения схем с адаптивным управлением сложными системами.

Одной из трудностей, которые предстоит решить, является алгоритмическая реализация найденного закона управления через набор инструментов, который

предоставлен архитектурой сети:

- значениями весовых коэффициентов;
- параметром скорости обучения;
- величиной интервала обучения сети [6].

С учетом требований сложности МИНС как объекта управления, решение задачи по разработке системы управления МИНС будет происходить с помощью синтеза законов управления МИНС по итогам сведения общей постановки к частной и проведения ряда дополнительных экспериментов по оценке качества получаемых расписаний и по оценке устойчивости созданной системы управления.

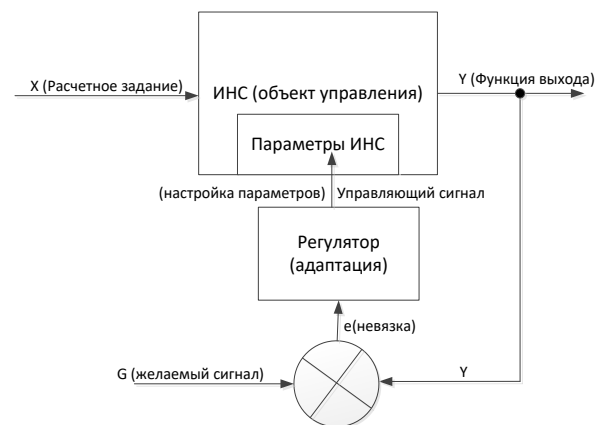


Рисунок 1 – Общая схема системы управления МИНС

Структура предложенной системы управления содержит МИНС как объект управления, предполагает наличие расчетной нагрузки, некоторой функции выхода и набора целевых (желаемых) значений функции выхода.

Разность между фактическим и желаемым выходом МИНС подается на обобщенный регулятор, который производит корректировку параметров МИНС в процессе обучения или обучения с управлением.

На рисунке 2 приведена функциональная схема управления МИНС, которая позволяет применить любое из построенных в работе управлений (ПИД-управление, постобучение, нейроуправление и др.) в развитие структурной схемы, показанной на рисунке 1.

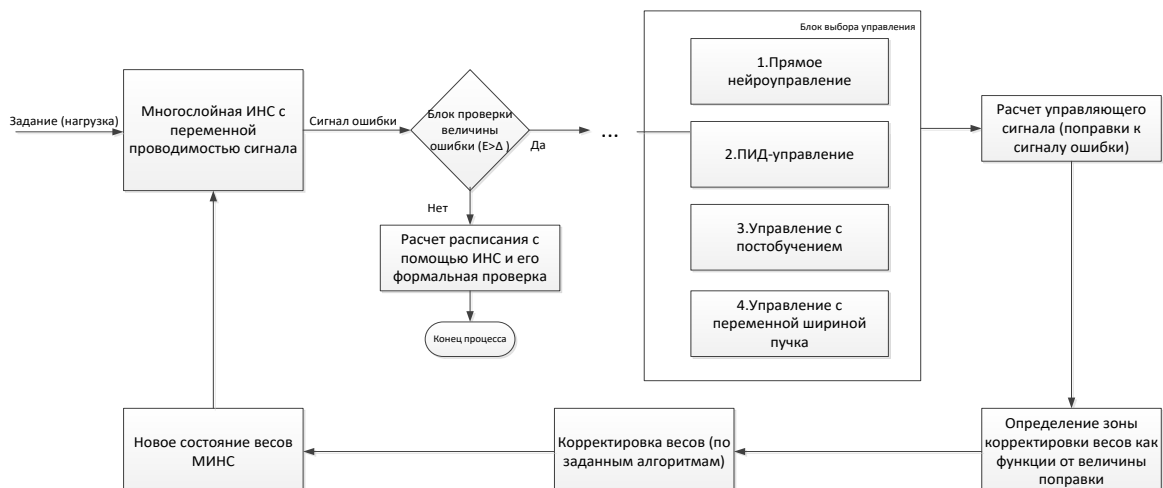


Рисунок 2 – Функциональная схема системы управления МИНС

В соответствии с рисунком 1, ошибка в настоящий момент времени, суммируемая с величиной управляющего сигнала, есть ошибка целевая, передаваемая на исполнительный механизм. Применяемые техники и приемы управления МИНС позволяют сформулировать законы управления МИНС в форме правил, разработанных для различного расчетного режима нагрузок.

В случае с рассмотренной МИНС одним из ключевых критериев качества полученной системы управления выступает время поиска необходимого решения.

Учитывая, что размер вектора входа и размер сигнала управления заданы, варьируются 2 параметра ИНС-регулятора:

1. Вид функции активации.

Таблица 1 – Сравнение режимов работы МИНС с нейроуправлением и без такового

Вид ошибки (ИВКО)	МИНС	МИНС с нейро-управлением	Разница, абс. ед.	Разница, %	Нагрузка, проц.
Нечетная (накопленная)	3 401 774	2 369 334	1 032 440	30,35	185
Четная (накопленная)	3 998 839	2 861 559	1 137 280	28,44	185

Проведенные испытания, результаты которых показаны в таблице 1, показывают, что выигрыш во времени получения решений по сравнению с МИНС без управления может достигать 4,95 раз.

Управляющим воздействием является поправка к величине сигнала ошибки сети на следующей эпохе, значение которой передается на алгоритм корректировки весов многослойной ИНС.

Введение усиления, зависящего от величины ошибки, в нейроуправление в ряде случаев снижает величину остаточных ошибок в установившемся режиме работы ИНС. Однако, это снижение не настолько велико, чтобы говорить о значимом отличии между прямым нейроуправлением с усилением и без такового.

Прямое нейроуправление, нейроуправление с усилителем и генерализованное инверсное нейроуправление составляют группу методов нейросетевого управления для рассматриваемой ИНС.

Для характеристики качества процессов управления в получившейся системе рассчитываются следующие показатели:

1. Динамическое регулирование – показатель, определяемый по формуле:

$$r = (E - E_u) / E * 100\%$$

где E – значение ошибки до введения управления, E_u – значение ошибки при управлении, рассчитываемое для заданного момента времени.

Использование классического показателя перерегулирования системы в данном случае не представляется возможным в силу того, что тестовое воздействие на систему в виде дельта-функции не имеет физического смысла и любое поступление сигнала на вход запускает процесс расчета.

2. Величина постоянной времени T – минимальное время, в течение которого траектория сигнала попадает в границы $E < \Delta$, где Δ – устанавливаемая пользователем граница ошибки.

3. Максимальные амплитуды на разных участках траектории.

Показатели динамического регулирования для не-

2. Количество нейронов в скрытом слое.

Учитывая, что рост числа нейронов в скрытом слое свыше 20 не приводит к существенному снижению количества эпох, принимается 20 нейронов с сигмоидальной функцией активации в скрытом слое управляющей ИНС.

Результаты. Для оценки качества построенной системы управления работой МИНС используются результаты сравнения процесса получения расписания для 185 поездов в сутки на модельном участке в 1024 км, при этом ошибка функционирования МИНС оценивалась по методу ИВКО.

В таблице 1 приведены сравнительные показатели качества полученного решения.

четной и четной ошибки показаны в таблице 2.

Таблица 2 – Динамическое регулирование (сравнение сети за 200 эпох)

№ эпохи	Нечетный ряд, %	Четный ряд, %
1	18,89	0,56
20	17,06	39,39
40	6,55	13,24
60	61,49	91,10
80	12,36	41,10
100	40,85	92,26
120	64,09	1,51
140	35,49	10,43
160	75,53	18,61
180	41,55	35,03
200	49,52	14,41
Среднее значение динамического регулирования	38,48	32,51
Максимальная амплитуда	214091/178414	243083/211698

Обсуждение. Как видно из данной таблицы, в среднем значения максимальной ошибки при наличии нейроуправления на 17% ниже, чем при работе сети без управления, а по ряду в целом значения ошибки при управлении ниже на 32,5–38,5%.

Постоянная времени была оценена как начальная граница перехода решения в коридор (0,400): при управлении – 210 эпох, а без управления – 1700-2000 эпох.

По результатам испытаний установлено, что прямое нейроуправление с усилением показало устойчивость в пределах области возмущений от 0 до +1000 единиц. При этом минимальные и медианные значения сигналов ошибки находятся на расстоянии 13–15 единиц друг от друга, т.е. достаточно близки.

Величины медианных ошибок работы сети с управлением при составлении расписания (150-200 единиц) говорят о погрешности не более 6-8 минут отклонения на каждый час (для плотности поездов от 8 до 11 в час). Данный результат является удовлетворительным с точки зрения практики составления расписаний на транспорте.

Введение прямого нейроуправления приводит к снижению частоты выбросов в 1,7–2,2 раза по срав-

нению с техникой управления путем постобучения (один из сценариев управления на рис. 2). Это облегчает получение решений, так как срок их получения сокращается до 200-300 эпох вместо 800-1100 при использовании ИНС без управления.

Отдельно скажем несколько слов о сложности полученных решений. Однослойная ИНС с переменной проводимостью сигнала решает задачу коммивояжера с квадратичной сложностью, что сравнимо с результатами, сравнимыми с алгоритмом Литтла [17].

Добавление необходимого количества слоев ИНС для решения задачи расписания на полигоне до 1500 км длиной (что в среднем для условий эксплуатации в РФ равносильно участку с 20–35 крупными станциями, или до 20–35 слоев ИНС) увеличивает данную сложность на величину $O(mn^2)$, где n – число нейронов, m – число слоев. ИНС с управлением была применена для участка железной дороги длиной 1024 км на временном промежутке 24 и 36 часов, при количестве поездов от 180 до 200.

Однако следует отметить, что хотя данные результаты и подтверждаются практическим применением полученных решений, вопрос оценки устойчивости как самих нейросетевых решений, так и спроектированной системы управления требует дополнительных исследований в силу сложности построения функций Ляпунова для синтезированных объектов. Нейроконтроллер, который может быть встроен и в контур ПИД-управления, основан на многослойном персептроне с сигмоидальной функцией активации, что делает его способным к аппроксимации и воспроизведению достаточно широкого класса практически реализуемых управляющих воздействий.

Выводы. В данной статье показаны результаты синтеза системы нейросетевого управления нелинейным объектом с переменными параметрами – специализированной ИНС для построения расписания на транспорте. Невозможность построения аналитической модели объекта управления, принципиально нелинейный характер поведения нейронов требуют перехода к конструированию адаптивных законов управления, которые реализуются, в том числе, и с помощью ИНС-контроллера. Своеобразие построенного контура управления заключается в том, что в качестве объекта управления и в качестве регулятора выступают ИНС.

Применение прямого нейруправления, как показано в настоящей статье, в 4,95 раза сокращает время получения решения по сравнению с применением МИНС без управления. Кроме того, следует отметить существенно более низкие значения показателя динамического регулирования при использовании нейруправления.

Вопросы строгих оценок устойчивости построенной системы управления являются предметом дополнительного изучения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Андреева Е.А., Пустарнакова Ю.А. Математическая

модель искусственной нейронной сети с запаздыванием.// Программные продукты и системы. – 2001. – №3. – С.6-9.

2. Костенко В.А., Винокуров А.В. Локально-оптимальные алгоритмы построения расписаний, основанные на использовании сетей Хопфилда // Программирование. – 2003. – № 4. – С.27–40.

3. Лазарев А. А. Теория расписаний. Задачи и алгоритмы / А. А. Лазарев, Е. Р. Гафаров. – М.: МГУ, 2011. – 222 с.

4. Назаров А.В., Лоскутов А.И. Нейросетевые алгоритмы прогнозирования и оптимизации систем. Под ред. М.В. Финкова – СПб.: Наука и Техника, 2003. – 384 с.: ил. – ISBN 5-94387-076-8.

5. Ольшанский А.М., Игнатенков А.В. О жадной стратегии прокладки графика движения поездов // Перспективные информационные технологии (ПИТ-2015): тр. Междунар. науч.-техн. конф. / под ред. С. А. Прохорова. – Самара: Изд-во Самар. науч. центра РАН, 2015. – Т. 2. – С. 70–73.

6. Ольшанский А.М., Игнатенков А.В., Прохоров С.А. Проектирование информационного обеспечения для реализации способа управления искусственной нейронной сетью с переменной проводимостью сигнала // Проблемы автоматизации и управления в технических системах: сб. ст. XXXII Междунар. науч.-техн. конф. (г. Пенза, 6–8 июня 2017 г.): в 2 т. / под ред. М. А. Щербакова. – Пенза: Изд-во ПГУ, 2017. – Т. 1. – С. 66–68.

7. Ольшанский А.М., Игнатенков А.В. Разработка искусственной нейронной сети для построения графика движения поездов // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета (РГРТУ-2016). – 2016. – №55. – С.73-80.

8. Розенберг Е.Н. и др. Разработка теории нейросетевого управления железнодорожными транспортными системами. Проект РФФИ №17-20-01065. Отчет 2017/2018 гг. //М., НИИ-АС, 2018 г. – 80 с., пер.№ ЦИТиС АААА-А17-117091370009-6.

9. Энгель, Е.А. Модели и методы интеллектуальной поддержки при принятии управленческих решений.//Вестник Сибирского государственного аэрокосмического университета имени академика М.Ф. Решетнева. Серия: «Математика, механика, информатика». – 2011. – №1(34). – С. 106-112.

10. Becerikli Y., Konar A.-F., Samad T. Intelligent optimal control with dynamic neural networks.//www.elsevier.com/locate/neunet; Neural Networks. – 2003. – №16. – pp.251-259.

11. Bruck J., Goodman J. W. On the power of neural networks for solving hard problems //Neural Information Processing Systems. – 1988. – P. 137-143.

12. Caprara, A. et al. Modelling and solving the train timetabling problem // Operation research. 2002. № 50. P. 851–861.

13. Caprara A., Galli L., Toth P. A solution of the train platforming problem.// ATMOS 2007 . 7th Workshop on Algorithmic Approaches for Transportation Modeling, Optimization and Systems, Dagstuhl, Germany, 2007.

14. Chen R. M., Huang Y.M. Competitive neural network to solve scheduling problems // Neurocomputing. – 2001. Vol. 37, № 1. P. 177–196.

15. Chermodub A., Dziuba D. Neurocontrol methods review // arXiv preprint arXiv:1511.05506. – 2015.

16. Ignatenkov A., Olshansky A. Extent of error control in neural networks //arXiv preprint arXiv:1608.04682. – 2016.

17. Little J.D.C. et al. An algorithm for the travelling salesman problem//Operations research – 1963. – vol.11. – №6. – pp. 972-989.

18. Murtagh F., Hernández-Pajares M. The Kohonen self-organizing map method: an assessment //Journal of – 1995. – Т. 12. – №. 2. – С. 165-190.

19. Tormos P. et al. A genetic algorithm for railway scheduling problems //Metaheuristics for scheduling in Industrial and Manufacturing Applications. SCI. – 2008. – P. 255–276.

20. Willshaw D. J., C. Von Der Malsburg. How patterned neural connections can be set up by self-organization// Proc. R. Soc. Lond. B. Biological sciences. – 1976. – Vol. 194 – № 1117. – P. 431–445.

Статья поступила в редакцию 12.04.2022

Статья принята к публикации 20.06.2022

УДК 004.942

DOI: 10.46548/21vek-2022-1158-0004

ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ В ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМАХ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ

© Автор(ы) 2022

SPIN-код: 7198-5521

AuthorID: 415365

ORCID: 0000-0002-7495-1090

ScopusID: 57204969256

ПРОКОФЬЕВ Олег Владимирович, кандидат технических наук,
доцент кафедры «Информационные технологии и системы»,
Пензенский государственный технологический университет

(440039, Россия, Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, д. 1а/11, e-mail Prokof_ow@mail.ru)

SPIN-код: 2207-0367

AuthorID: 740405

ORCID:0000-0001-6943-0381

БАУСОВА Зоя Ивановна, кандидат технических наук,
доцент кафедры «Информационно-вычислительные системы»,
Пензенский государственный университет

(440026, Россия, Пенза, улица Красная, 40, e-mail: bausovazoya@mail.ru)

Аннотация. Интегральные системы безопасности следующего поколения обеспечат лучшую защиту от дорожно-транспортных происшествий за счет взаимосвязанных датчиков и исполнительных механизмов обеспечения активной и пассивной безопасности. Ряд технических возможностей будет использоваться для смягчения последствий столкновений, и если их невозможно избежать, они, по крайней мере, уменьшат их серьезность. Становится важным взаимодействие между ключевыми технологическими областями для целостного подхода к проектированию и поддержке принятия решений по интегральным системам безопасности. Во-первых, нужны систематизация и анализ основных проблем проектирования эффективных систем поддержки принятия решений по управлению транспортными средствами и связанных с ними задач разработки программного обеспечения. Во-вторых, новые решения в области анализа данных, предоставляемых датчиками должны быть использованы в этой системе. В-третьих, в последнее время взрывной рост объемов данных о трафике побудил разработчиков создавать модели с большими данными для лучшего принятия решений. Системы для работы с большими данными обрабатывают и анализируют данные, собранные из множества разнородных источников, которые не могут быть обработаны традиционными технологиями. Возникает задача динамической маршрутизации транспортных средств, которая может стать серьезным препятствием при управлении транспортным средством, в том числе, при реализации беспилотных технологий.

Ключевые слова: системы поддержки принятия решений, безопасность на транспорте, сенсорные системы, большие данные.

SAFETY IN TRANSPORT DECISION SUPPORT SYSTEMS

© The Author(s) 2022

PROKOFIEV Oleg Vladimirovich, candidate of technical sciences,
associate professor of the department of Information Technologies and Systems
Penza State Technological University

(440039, Russia, Penza, BaydukovProyezd / Gagarin Street, 1a/11, e-mail Prokof_ow@mail.ru)

BAUSOVA Zoya Ivanovna, candidate of technical sciences,
associate professor of the department of Information and Computing Systems,
Penza State University

(440026, Russia, Penza, Krasnaya Street, 40, e-mail: bausovazoya@mail.ru)

Abstract. The next generation of integrated safety systems will provide better protection against accidents through interconnected sensors and actuators for active and passive safety. A number of technical options will be used to mitigate the of collisions, and if they cannot be avoided, they will at least reduce their severity. Interaction between key technology areas is becoming important for a holistic approach to design and decision support for integrated security systems. Firstly, it is necessary to systematize and analyze the main problems of designing decision support systems for driving vehicles and related software development tasks. Secondly, new solutions in the of data analysis provided by sensors should be used in this system. Third, the recent explosion in c data has prompted developers to create big data models for better decision making. Big data systems process and analyze data collected from many heterogeneous sources that cannot be processed by traditional technologies. The problem of dynamic vehicle routing arises, which can become a serious obstacle in driving a vehicle, including the implementation of unmanned

technologies.

Keywords: decision support systems, transport safety, sensor systems, big data.

Для цитирования: Прокофьев О.В. Обеспечение безопасности в транспортных системах поддержки принятия решений / О.В. Прокофьев, З.И. Баусова // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2022. – Т. 11. – № 2(58). – С. 26-31. – DOI: 10.46548/21vek-2022-1158-0004.

Введение. Интегральные системы безопасности (*Integral Safety Systems, ISS*) сочетают пассивную безопасность с системами активной безопасности. В первых используются как конструктивные средства, так и подсистемы, использующие бортовые данные, например, от датчиков ускорения и датчиков отклонения от курса, как в известных электронных системах стабилизации. С другой стороны, системы активной безопасности в основном полагаются на динамические данные, получаемые датчиками из окружающей среды автомобиля. Типичным случаем активной безопасности являются нынешние системы помощи водителю (*Advanced Driver Assistance Systems, ADAS*) – системы поддержки принятия решений, предназначенные для выявления критических ситуаций вождения, предупреждений для водителя. *ADAS* основаны на динамических данных и сенсорных системах для обнаружения и классификации объектов, а также для отслеживания расстояния до цели. Комбинация систем обоих типов повысит общую безопасность движения и в то же время снизит весомость негативных воздействий и расход топлива по сравнению с вариантом, в котором использовались бы системы одного типа. Таким же способом соединения пассивных и активных систем безопасности можно снизить тяжесть аварий и их последствий. Эта интеграция может быть реализована за счет сочетания последних достижений в трех различных областях: моделирования гибридных систем безопасности, анализа данных датчиков и поддержки принятия решений для управления транспортным средством. Комплексный подход к проектированию транспортных информационных систем, использующий достижения различных наук, позволит создать системы поддержки принятия решений (*Decision Support System, DSS*) нового поколения. Моделирование уже давно рассматривается автомобильной промышленностью как экономически целесообразное средство проверки алгоритмических реализаций систем безопасности.

Методология. Проектирование и разработка *ISS* сопряжены со специфическими проблемами. Анализ данных, собираемых датчиками, относится к современным методам и системным архитектурам для обработки огромного количества разнородных данных. Это не может не потребовать использования технологий для больших данных. Разработки в области систем поддержки принятия решений и, конкретно, проблемы проектирования логического компонента принятия решений для *ISS* также должны привлечь внимание разработчиков. Поэтому целью работы стала формулировка принципов проектирования транспортных *DSS* на основе научного междисци-

плинарного подхода, расширяющих функциональные возможности и обеспечивающих безопасность традиционных и новых видов транспорта. Основной проблемой *ISS* является их функциональная зависимость от неточных и изменчивых данных из окружающей среды автомобиля, которые воспринимаются датчиками, такими как камеры, радары или лазерные сканеры. Проверка функциональности с использованием набора всех вообразимых ситуаций только на полигоне или на дорогах общего пользования недостаточна с точки зрения воспроизводимости и точности. Однако это нецелесообразно с точки зрения использования экономических ресурсов и поэтому производители автомобильного оборудования используют различные подходы, основанные на моделировании, при проектировании и разработке систем, чтобы экспериментировать и проверять свои алгоритмические реализации. Хотя их полезное использование, очевидно, зависит от качества моделей окружения системы, бортовых датчиков и исполнительных механизмов системы, преимущество их использования проявляется на нескольких этапах разработки [1]. Моделирование помогает анализировать и ограничивать исследования проектного пространства, например, для идентификации подходящего датчика или определения его монтажного положения, ориентации для достижения наилучшей эффективности в предполагаемом наборе вариантов использования. После запуска производства следующего поколения транспортных средств упрощения и допущения относительно моделей маневрирования других участников дорожного движения могут быть скорректированы за счет ввода экспериментальных данных обратно в модель среды моделирования. Это представляет особый интерес для срока службы датчиков, которые могут быть заменены, в то время как части системы программного обеспечения остаются неизменными. Другим примером является обратная совместимость протоколов связи, которая становится все более и более важной в отношении систем, которые полагаются на связь между транспортными средствами и связь между транспортными средствами и дорожной инфраструктурой для реализации функций комфорта или безопасности.

Симуляционные подходы при проектировании и разработке *ISS* могут быть реализованы с обязательным условием решения ряда задач. Во-первых, выбор системы моделирования, которая будет использоваться при проектировании и разработке, напрямую зависит от интересующих вопросов, на которые необходимо получить ответы. Таким образом, в обозримом будущем не будет единой или объединяющей системы моделирования, и, таким образом, различные и специ-

ализированные модели необходимо координировать и интегрировать для получения требуемых данных. Например, при моделировании проверки системы предупреждения о столкновении с пешеходами не требуется моделировать потоки воздуха в пассажирском салоне. Таким образом, для управления процессом интеграции потребуются соответствующие подходы в отношении разработки программного обеспечения. Во-вторых, польза от использования симуляционных подходов при проектировании и разработке критических с точки зрения безопасности или построения *ADAS* напрямую зависит от качества моделей для датчиков и окружающей среды транспортного средства. Таким образом, произвольно выбранных моделей шума для искусственного снижения идеального качества смоделированных данных датчика недостаточно и вместо этого требуются более совершенные модели свойств материалов окружающей среды для более точного моделирования характеристик обнаружения радиолокационной системы. Кроме того, освещение и погодные условия также должны быть смоделированы соответствующим образом, чтобы анализировать поведение транспортного средства в различных условиях окружающей среды для заданного набора дорожных ситуаций. Вследствие перечисленных этапов моделирование генерирует все более растущий объем данных, которые необходимо проанализировать, чтобы выявить скрытые взаимосвязи, которые могут быть полезны при проверке системы. Таким образом, необходимы методы агрегирования этих данных для получения быстрого обзора качества программного обеспечения сложной встроенной системы в целом, как описано в [1]. Должны быть разработаны и применены подходы к поиску и раскрытию скрытых связей внутри образовавшихся таким образом больших данных. Современный вариант использования автомобиля как простого средства мобильности оказывает значительное влияние на средние профили использования транспортных средств, которые играют важную роль при общем проектировании и выборе параметров систем управления энергопотреблением.

Результаты. Проблемы, связанные с огромным объемом и разнородностью данных, которые необходимо обрабатывать и анализировать для проектирования и разработки *ADAS*, не могут быть решены обычными статистическими методами. В целом, существует потребность в универсальных, сложных и масштабируемых платформах для поддержки извлечения информации из необработанных данных. Эти структуры должны реализовывать сочетание быстрых алгоритмов и интеллектуальных методов для извлечения информации из данных и представления ее в формах, способствующих принятию решений. Возникает необходимость одновременного применения мультидисциплинарных методологий в отношении анализа больших данных. Для систем безопасности важно разработать и применить методы статистической идентификации и обнаружения сложных событий, то есть событий, которые обобщают, представляют или обо-

значают наборы простых событий. Сложные события имеют решающее значение для систем безопасности, так как, большое количество простых и, казалось бы, некоррелированных и несинхронизированных простых событий может привести к аварийным ситуациям и даже к авариям. Сложные события не могут быть обнаружены с помощью обычного статистического анализа и существует потребность в комбинированных алгоритмических и интеллектуальных методах их идентификации. Связанная область исследований известна как прогнозирование и обработка сложных событий (*Complex Event Prediction and Processing, CEPP*) [2].

Сложные события представлены структурами данных, которые содержат не только сведения о каждом событии-компоненте, но и отношения между ними по времени, причинно-следственные связи и т. д. Формальное описание события с помощью переменных и реляционных операторов формирует шаблон события (ключевое понятие в *CEPP*) и включает в себя правила для агрегирования, фильтрации и сопоставления событий низкого уровня в сочетании с возможностями для создания новых событий более высокого уровня [3]. В случае систем безопасности *CEPP* можно использовать для объединения в моделях данных об окружающей среде и транспортных средствах, которые потенциально могут привести к различным непредвиденным ситуациям. В целом аналитика данных в рамках *CEPP* полезна для совершенствования транспортных *DSS*. Идентификация и прогнозирование шаблонов в потоках данных включает использование передовых многомерных статистических методологий и алгоритмов интеллектуального анализа данных, таких как визуальная аналитика, схемы выборки, тесты множественных сравнений, временные ряды, методы сжатия данных, методы классификации и кластеризации, правила ассоциации, оптимизация, алгоритмы и продвинутое вероятностные, а также стохастические причинно-следственные модели, такие как байесовские сети и модели структурных уравнений.

Комплексная платформа для системы безопасности, основанная на анализе данных датчиков и комплексной обработке событий, должна включать три основных компонента [4]: компонент мониторинга, отвечающий за представление событий, наблюдение и составление событий; компонент передачи, отвечающий за уведомление о событии; реагирующий компонент, отвечающий за инициирование множества действий на основе предопределенных правил. Таким образом, для систем безопасности, в которых создаются непрерывные потоки пользовательских данных, первым требованием является эффективный мониторинг, который может быть основан на методах формирования выборки, методах уменьшения размерности и распознавании сложных событий с помощью методов сопоставления с образцом. Требования к уведомлению могут основываться на методах кластеризации и классификации или даже на правилах ассоциации. В целом аналитика данных может значительно

улучшить функциональность и производительность систем безопасности. Как показано в [5], обнаружение шаблонов в современных системах должно быть запрограммировано с учетом деталей конкретных шаблонов, которые необходимо обнаружить. Распространено предположение, что разработчики точно знают, что представляют собой эти шаблоны при разработке приложения, и что шаблоны составляют часть спецификаций приложения. Однако в таких случаях, как нежелательные ситуации, которые система безопасности должна диагностировать и предотвращать, разработчики вряд ли точно знают, как может выглядеть критическое событие, при первом проектировании приложения. В таких случаях статистические методы наряду с методами машинного обучения могут использоваться для изучения исторических событий и обучения распознаванию новых закономерностей.

Еще одним очень важным применением анализа данных является непрерывный контроль качества системы. Передовые статистические методы и быстрые алгоритмы необходимы для мониторинга и самонастройки всей системы. Следовательно, аналитика данных может помочь выявить неисправности отдельных датчиков или даже всей системы и, более того, могут проверить точность и эффективность систем поддержки принятия решений, получив от них обратную связь. Компонент контроля качества, по сути, обеспечивает интеллектуальность системы и приводит к действиям по самокоррекции и самосовершенствованию. Использование статистических методов и методов интеллектуального анализа данных ограничено конкретными данными из определенных источников в зависимости от предметной области. Сегодня существует несколько мощных бесплатных программных инструментов с открытым исходным кодом, таких как статистический язык R [6], язык разметки прогнозирующих моделей [7] (*Predictive Model Markup Language, PMML*), проекты стандартов *Data Mining Group* для статистических моделей и моделей интеллектуального анализа данных [8], платформа *KNIME* [9] для анализа данных, проект по масштабируемому машинному обучению и интеллектуальному анализу данных *Apache Mahout* [10], проект динамической маршрутизации транспортных средств *Dynamic Vehicle Routing Problem (DVRP)* [11]. Эти инструменты дают возможность комбинировать широкий спектр статистических методологий и моделей, способных взаимодействовать для обработки массивных данных из разнородных источников и получения данных для системы поддержки принятия решений [12].

Обсуждение. *DSS* для управления транспортными средствами в настоящее время являются одним из основных и ключевых компонентов большинства интеллектуальных программных решений. Их назначение состоит в том, чтобы помочь лицам, принимающим решения, и экспертам в предметной области, предоставляя альтернативные решения с учетом ситуации. Такой аспект также должен включать алгоритмы обучения, чтобы повысить качество решений. *DSS* мо-

гут управляться моделью, коммуникацией, данными, документами или знаниями [13], предоставляя опыт решения проблем, сохраненный в виде фактов, правил или подобных форм. Производительность *DSS* зависит от различных факторов, таких как качество и эффективность входных данных, алгоритмы принятия решений и предоставленная поддержка для пересмотра суждений. В связи с этим для *ISS* необходимо очищать данные от шумов и собирать данные датчиков таким образом, чтобы их можно было должным образом визуализировать для компонентов, принимающих решения. Для компьютеризированных *DSS* ключевой вопрос заключается в том, как представить информацию о ситуации [14]. Эти знания касаются основных технических и экологических аспектов, а также субъективных, индивидуальных знаний и предпочтений лиц, принимающих решения. Как показано на рисунке 1, компонент поддержки принятия решений *ISS* может быть реализован на двух основных уровнях: уровне событий и уровне принятия решений. С помощью рассуждений, основанных на прецедентах, система идентифицирует похожие прецеденты в хранилище событий, чтобы предоставить необходимую информацию для принятия соответствующих решений в отношении текущей ситуации. Ключевой функцией слоя событий является компонент измерения шаблона подобия. С помощью алгоритма машинного обучения шаблон подобия позволяет повысить точность измерений подобия на основе цикла обратной связи с системой альтернативных решений. «Оценка решений» и «Проверка суждений» на уровне принятия решений также играют важную роль в повышении производительности и обучении системы принятию более эффективных решений.

В качестве компонент *DSS* присутствуют две базы данных, а именно репозиторий событий и база решений. Репозиторий событий состоит из исторических данных о событиях. База данных о решениях содержит окончательные решения и пересмотренные решения для конкретных ситуаций. В компоненте моделирования решений необходимо учитывать различные критерии, такие как предпочтения (например, осведомленность о ситуации), альтернативы решения, данные датчиков и индикаторы оценки решения. Одно из возможных применений для собранных данных с датчиков в *ISS* – это развертывание облачных сервисов [15].

Строгий дизайн является краеугольным камнем на пути к внедрению надежных и оптимизированных *ISS*. Большинство усилий по повышению надежности обычно приводят к неоптимальному использованию ресурсов системы. Строгие методы проектирования позволяют сбалансировать противоречивые интересы надежности и оптимальности. Более того, в *ISS* человеческий фактор играет центральную роль в поведении системы: его реакции подразумевают изменения состояния в поведении аппарата, которые учитываются при автономном функционировании *ISS* [16].

В [17] автор представляет строгий дизайн системы как формальный и подотчетный процесс, основанный

на модели, ведущий от требований к правильной реализации системы. Подотчетность относится к возможности утверждать, какие из системных требований удовлетворены, а какие могут не быть удовлетворены. Автор рассматривает основные характеристики успешных методов строгого проектирования систем подлинного реального времени и микросхем для автомобильной промышленности. Успех этих методов объясняется последовательными и подотчетными потоками проектирования, а также широким использованием архитектур и правил проектирования, которые позволяют создавать правильные конструкции, зависящие от реакции человека и окружающей среды автомобиля. С этой целью автор опирается на структуру компонентов Поведение, Взаимодействие, Приоритет (*Behaviour, Interaction, Priority, BIP*) [18] для

формализации проектирования смешанных интерактивных аппаратно-программных систем, поведение которых определяется явлениями из окружающей среды. *BIP* – это средство реализации четырех ключевых инженерных принципов, а именно разделения задач, построения на основе компонентов, семантической согласованности и правильности построения. В «строгом» поточном проектировании, в таком как *BIP*, человеческая реакция в функциях поддержки водителя *ISS* будет предусмотрена в соответствующих моделях взаимодействия человека и машины, которые будут объединены с моделями гибридных систем [19] для транспортного средства. В [16] авторы обсуждают причинно-следственный цикл в расширенных функциях поддержки водителя, которые можно формально представить, как показано на рисунке 2.

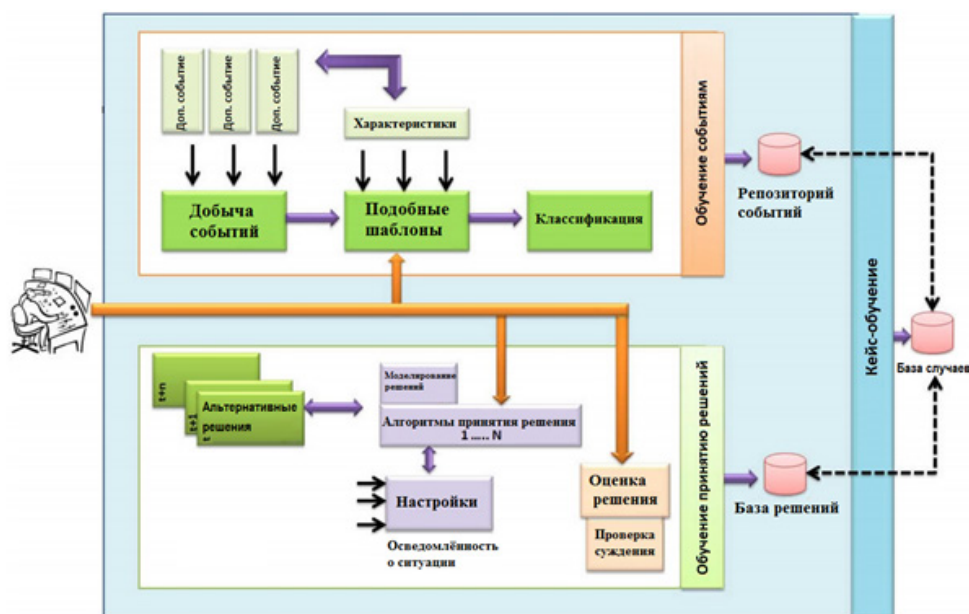


Рисунок 1 – Структура компонента принятия решений

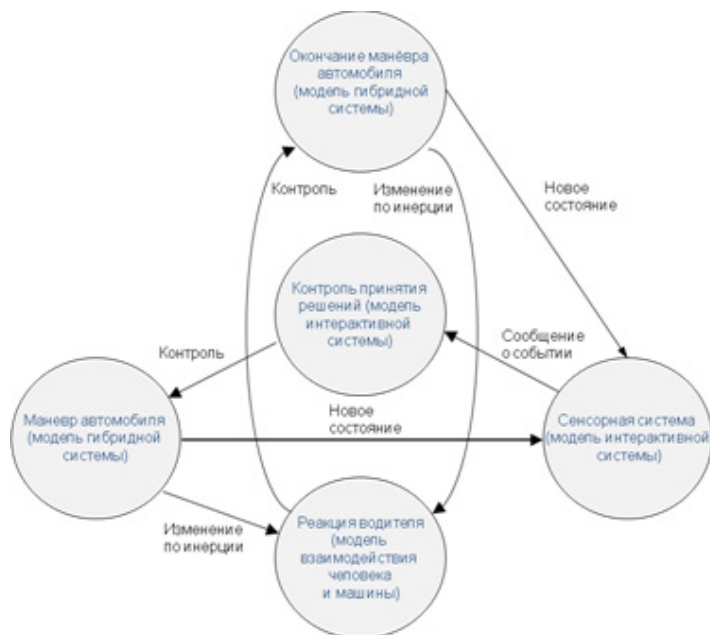


Рисунок 2 – Моделирование функций поддержки решений водителя

Они также указывают на важность выработки одинаковых действий контролируемым транспортным средством в идентичных ситуациях, так как любое отклонение от этого принципа может вызвать нежелательную реакцию водителя. При наличии этого и адекватной формальной модели поведения человека должна быть предусмотрена возможность обнаружения или доказательства отсутствия ошибок, возникающих при взаимодействии *ISS* и водителя. Такой анализ, вероятно, приведет к усовершенствованию проекта для установления эффективного баланса между надежностью и оптимальным использованием ресурсов. Продолжением развития такого рода моделей человеческого поведения является работа, описанная в [20]. В этой работе авторы описывают методологию проверки, обнаруживающую сбои в работе интерактивных систем, вызванные действиями человека, которые можно рассматривать как когнитивные ошибки.

Выводы. Комплексный подход к созданию безопасного транспорта на основе *DSS* требует ряда решений в проекте.

1. «Строгий» системный дизайн на основе моделей является основой того, чтобы справиться с неоднородностью и высокой сложностью подсистем *ISS*, а также предпосылкой для получения надежных и оптимизированных реализаций.

2. Формальные модели для гибридных систем и описания интерфейса человека и машины позволяют выявить ограничения "строгих" методов проектирования.

3. Использование программной архитектуры анализа больших данных для решения динамических задач оптимизации *DVRP* определяет перспективу развития *DSS*, предоставляя возможность минимизации общего расстояния и расхода ресурсов.

Внедрение принципов проектирования безопасных и экономичных транспортных средств послужит развитию новых поколений отечественных автомобилей [21].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Berger, C., Block, D., Hons, C., Kühnel, S., Rumpe, B., Leschke, A., and Strutz, T. Meta-Metrics for Simulations in Software Engineering on the Example of Integral Safety Systems. 25 Aug 2014. Retrieved from <https://doi.org/10.48550/arXiv.1408.5691>.
2. Fulop, L., Fülöp, O., Tóth, G., Vidacs, L., Beszédes, Á., Demeter, H., Farkas, L. (2012). Predictive Complex Event Processing: A conceptual framework for combining Complex Event Processing and Predictive Analytics. ACM International Conference Proceeding Series. DOI 10.1145/2371316.2371323.
3. Grez, A., Riveros, C., Ugarte, M., (2017). Foundations of Complex Event Processing. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/319898832_Foundations_of_Complex_Event_Processing.
4. Event-driven Architecture. [Электронный ресурс] URL: <http://exiatec.com/capabilities/event-driven-architecture/> (дата обращения: 30.04.2022).
5. Etzion, O., Niblett, P. Event Processing in Action. Manning Publications Co., 2010, pages 325.
6. The R Project for Statistical Computing. [Электронный ресурс] URL: <https://www.r-project.org/> (дата обращения: 30.04.2022).
7. Predictive Model Markup Language. [Электронный ресурс] URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Predictive_Model_Markup_Language (дата обращения: 30.04.2022).

Markup Language (дата обращения: 30.04.2022).

8. Data Mining Group. [Электронный ресурс] URL: <https://dmg.org/> (дата обращения: 30.04.2022).

9. Berthold, M. R., Cebron, N., Dill, F., Gabriel, T.R., Koetter, T., Meinl, T., Ohl, P., Thiel, K., Wiswedel B. KNIME - the Konstanz information miner: version 2.0 and beyond. ACM SIGKDD Explorations Newsletter Volume 11, Issue 1, June 2009, pp. 26-31 <https://doi.org/10.1145/1656274.1656280>.

10. The Apache Software Foundation. [Электронный ресурс] URL: <http://people.apache.org/~isabel/content/overview.html> (дата обращения: 30.04.2022).

11. Pillac, V., Gendreau, M., Guéret, C., Medaglia, A. (2013). A review of dynamic vehicle routing problems. European Journal of Operational Research. 225. 1–11. 10.1016/j.ejor.2012.08.015.

12. Williams, G. J. (2011). Data Mining with Rattle and R: The Art of Excavating Data for Knowledge Discovery. Use R! series. Springer. <http://www.amazon.com/gp/product/1441998896>.

13. 8 Decision Support System Examples To Guide Decision-Making (2022). [Электронный ресурс] URL: <https://www.indeed.com/career-advice/career-development/decision-support-system-examples> (дата обращения: 30.04.2022).

14. Yang, Y. (2007), A framework for decision support systems adapted to uncertain knowledge. Computer Science. <https://www.semanticscholar.org/paper/A-framework-for-decision-support-systems-adapted-to-Yang/a0f32401574b5e1dc3d81fe867dec309b3d7feca>.

15. Bohlouli, M., Schulz F., Angelis, L., Pahor, D., Brandic, I., Atlan D., Tate R. (2020) Towards an Integrated Platform for Big Data Analysis <https://doi.org/10.48550/arXiv.2004.13021>.

16. Sandberg, A., Sivencrona, H., Törngren, M. (2008) Deterministic target selection : setting requirements on speed and yaw rate in automotive sensor systems. Computer Science. <https://www.semanticscholar.org/paper/Deterministic-target-selection-%3A-setting-on-speed-Sandberg-Sivencrona/f10cec9885a6ba2d5e236e255e38f464df37a614>.

17. Sifakis, Joseph. (2014). Rigorous System Design. Foundations and Trends® in Electronic Design Automation. 6. 10.1145/2611462.2611517.

18. Basu, A., Bensalem, B., Bozga, M., Combaz, J., Jaber, M., Nguyen, T.H., Sifakis, J. (2011). Rigorous Component-Based System Design Using the BIP Framework. Software, IEEE. 28. 41 - 48. 10.1109/MS.2011.27.

19. Handbook of hybrid systems control: theory, tools, applications / ed. by J.Lunze, F.Lamnabhi-Lagarrigue. – Cambridge: Cambridge University Press, 2009, 565 pages.

20. Weyers, B., Bowen, J., Dix, A., Palanque, P. (2018) The Handbook of Formal Methods in Human-Computer Interaction. Springer, 577 p. <https://www.bokus.com/bok/9783319847542/the-handbook-of-formal-methods-in-human-computer-interaction/>

21. ГАЗ открывает «Академию IT». [Электронный ресурс] URL: http://moymotor.ru/r-290322-gaz-otkryvaet-akademiyu-it/?go_from_letter=1 (дата обращения: 30.04.2022).

Статья поступила в редакцию 04.05.2022

Статья принята к публикации 20.06.2022

УДК 631.153

DOI: 10.46548/21vek-2022-1158-0005

ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА НА ПУТИ К ИНДУСТРИИ 4.0

© Автор(ы) 2022

SPIN: 6284-2540

AuthorID: 654620

ORCID: 0000-0002-1769-3582

ВОЛКОВ Андрей Геннадьевич, старший преподаватель кафедры «Экономика»

Московский университет им. С.Ю.Витте (Пензенский филиал)

(440011, Россия, г.Пенза, ул.Вяземского, д.25 «Б», e-mail: volkovange@yandex.ru)

SPIN: 9986-0973

AuthorID: 614496

ORCID: 0000-0002-2071-5404

ResearcherID: B-5784-2016

ScopusID: 7005080984

МИХЕЕВ Михаил Юрьевич, доктор технических наук, профессор,

заведующий кафедрой «Информационные системы и технологии»

Пензенский государственный технологический университет

(440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, д. 1а/11, e-mail: mix1959@gmail.com)

Аннотация. Цифровые технологии в настоящее время имеют важнейшее значение для развития всего мирового хозяйства, в том числе – России. Неслучайно, Президент страны заявил, что сегодня «... формирование цифровой экономики – это вопрос национальной безопасности и независимости России, конкурентоспособности отечественных компаний, позиций страны на мировой арене на долгосрочную перспективу, по сути на десятилетия вперед» [1]. Такое значимое внимание со стороны высшей власти вызвало появление разнообразных проектов по цифровизации национальной экономики на всех уровнях: от общегосударственного до отдельных отраслей и компаний. Одним из важнейших направлений, способствующих росту эффективности и производительности отечественного сельхозпроизводства, а также повышению качества продукции, стала его цифровая трансформация. В статье рассмотрены: роль государства в цифровизации этой отрасли народного хозяйства через реализацию «Национальной программы цифровизации сельского хозяйства в России», основные постулаты и принципы цифровой трансформации сельскохозяйственного производства, исследован механизм функционирования цифрового мониторинга бизнес-процессов на промышленных предприятиях, выявлены схожие аспекты в функционировании промышленного и сельскохозяйственного производства, определены этапы цифровой трансформации аграрного сектора экономики в рамках концепции Индустрия 4.0.

Ключевые слова: цифровая экономика, цифровое сельское хозяйство, роботизированные агрокомплексы, прецизионное земледелие, оцифрованные фермы, Интернет вещей, цифровой контроль, Индустрия 4.0.

DIGITAL TRANSFORMATION OF AGRICULTURE TOWARDS INDUSTRY 4.0

© The Author(s) 2022

VOLKOV Andrey Gennadievich, senior lecturer department of Economics

Moscow University named after S. Yu. Witte

(440011, Russia, Penza, Vyazemsky str., 25 "B", e-mail: volkovange@yandex.ru)

MIKHAEV Mikhail Yuryevich, doctor of technical sciences, professor,

head of the Department "Information Systems and Technologies",

Penza State Technological University

(440039, Penza, Baidukova Passage / Gagarin Str., 1a/11, e-mail: mix1959@gmail.com)

Abstract. It is impossible to overestimate the importance of digital technologies for the further development of the world community, including Russia. The President of the country announced that today "... the formation of the digital economy is a matter of national security and independence of Russia, the competitiveness of domestic companies, the country's position on the world stage for the long term, in fact for decades to come" [1]. Such significant attention from the highest authorities has caused the emergence of various initiatives and projects to digitalize the national economy at all levels: from the national to individual industries and companies. One of the most important areas contributing to the growth of efficiency and productivity of domestic agricultural production, as well as improving the quality of products, has become its digital transformation. The article considers: the role of the state in the digitalization of this branch of the national economy through the implementation of the "National Program of Digitalization of Agriculture in Russia", the main postulates and principles of digital transformation of agricultural production, the mechanism of functioning of digital monitoring of business processes at industrial enterprises, similar aspects in the functioning of industrial and agricultural production, the stages of digital transformation of agricultural sectors of the economy within the framework of the Industry 4.0 concept.

Keywords: digital economy, digital agriculture, robotic agricultural complexes, precision farming, digitized farms, Internet of things, digital control, Industry 4.0.

Для цитирования: Волков А.Г. Цифровая трансформация сельского хозяйства на пути к Индустрии 4.0 / А.Г. Волков, М.Ю. Михеев // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2022. – Т. 11. – № 2(58). – С. 32-37. – DOI 10.46548/21vek-2022-1158-0005.

Введение. Следует отметить, что достаточно долго сельское хозяйство не рассматривалось бизнесом, как сфера привлекательная для потенциальных инвесторов. Это можно объяснить тем, что, в первую очередь, оно имеет длительный цикл производства, при этом, он сильно зависит от природных условий. Кроме этого, всегда существует угроза значительных, часто незастрахованных, потерь урожая.

Очевидно по этим причинам, использование информационных технологий в сельском хозяйстве было ограничено информационными системами управления финансами и отслеживания коммерческих сделок [2].

Однако, значительный рост населения планеты и, соответственно, увеличивающийся спрос на сельхозпродукцию, вызвал естественный интерес со стороны крупных технологических компаний, которые имели возможность контролировать промышленные производственные процессы. Имеющийся опыт позволил, может быть с меньшим эффектом, но всё же, отслеживать процессы выращивания растений и животных в режиме мониторинга, что давало более полную картину обо всех бизнес-процессах в производстве сельскохозяйственной продукции. Именно применение «умных» устройств способствовало получению информации о состоянии большинства процессов во времени, отклонениях от установленных технологических параметров и своевременно на них реагировать.

Ну и конечно, важнейшую роль в ускорении этого процесса сыграло государство. В частности, в России пять лет назад была утверждена Национальная программа «Цифровая экономика Российской Федерации» (распоряжение Правительства РФ №1632-р от 28 июля 2017г.), которая предполагала применение законодательных основ развития цифровых технологий в различных секторах экономики страны, в том числе – в производстве сельскохозяйственной продукции [3].

С учетом поставленных в этой Программе задач, была разработана федеральная научно-техническая программа развития сельского хозяйства на 2017-2025 г.г, предусматривающая за счет внедрения в агропромышленный комплекс программ цифрового земледелия увеличить прирост объемов производства сельхозпродукции в стране почти на четверть [3].

Кроме этого, параллельно происходила разработка способствующих этому развитию программ и соответствующих приложений, которые позволяют отслеживать весь цикл производства и логистики сельскохозяйственной продукции в цифровом формате от места производства до точки продажи. Этому

активно способствует внедрение на территории России цифровой системы «Меркурий».

Методология. В работе использованы материалы с сайтов *TAdviser.ru*, *iot.ru*, экспертные оценки состояния и развития цифровизации экономики России, данные ООН, научные статьи в специализированных журналах, журналах из списка *Web of science*, Интернет-изданиях, посвященные теме исследования, данные компаний, использующих в своем бизнесе технологии управления сельхозпроизводством с использованием информационных технологий.

Результаты. Как отмечалось выше, одним из решающих факторов, вызвавших бурный интерес со стороны бизнеса к сельскому хозяйству, был прогрессирующий рост население планеты, который в 2008 году составлял 6,5 млрд. человек, в 2011 году – 7 млрд. человек, а по прогнозам ООН к 2050 году их число может составить 10 млрд. человек. Соответственно, такими же темпами должно расти и потребление продуктов питания. На основании прогнозов экспертов, сельскохозяйственное производство к 2050 г. должно увеличиться на 70% [2].

В настоящее время, Россия и ещё несколько стран-сельхозпроизводителей, способны выращивать в значительных объемах сельскохозяйственное сырьё для растущего населения мира. Однако, следует отметить, что основные показатели, характеризующие сельское хозяйство как товарную отрасль мирового хозяйства растут медленнее. По данным из краткого статистического сборника «РОССИЯ В ЦИФРАХ 2020», в России за период 2015-2019 г.г. несмотря на значительный рост сумм инвестиций (+54,3%), сальдированный финансовый результат снизился на 39,6% (табл. 1). В то же время, в экономике страны он вырос на 110,0% [4].

Как видно, за пять лет наблюдался стабильный рост продукции (+23,2%), хотя посевная площадь даже несколько уменьшилась. За это время, количество прибыльных организаций в отрасли выросло на 3,6%, а рентабельность снизилась на 31,8%.

Является обоснованным фактом, что применение роботизированного оборудования в мировом производстве промышленной продукции доказало своё предназначение и позволило значительно повысить эффективность всех бизнес-процессов. Очевидно, такая же ситуация должна произойти и в аграрной отрасли и, в первую очередь, повысить производительность традиционного сельского хозяйства и его производственного процесса. Это, наверняка, приведет к росту урожайности сельхозпродукции, снижению её потерь и к экономии потребляемых ресурсов. Очевидно, использование

передовых научных разработок и современных технологий сделает сельскохозяйственный бизнес более прибыльным и конкурентным.

По мнению экспертов, для того, чтобы цифровое сельское хозяйство состоялось как бизнес, необходимо сочетание двух основных факторов [5]:

1) наличие «умных» машин, которые должны быть способны принимать, отправлять, генерировать и обрабатывать данные, пусть даже неструктурированные и неотформатированные;

2) наличие коммуникационных и интерфейсных стандартов, которые будут способны обеспечить беспрепятственный, лучше – бесшовный обмен данными между машинами (Интернет вещей), а также между платформами, при этом, информация должна быть «удобной» для восприятия администраторами, заказчиками (руководителями предприятий), ответственными за бизнес-процессы и деловыми партнерами.

Таблица 1 – Основные экономические показатели сельского хозяйства России (по данным Росстата) [4]

Показатели	Годы				
	2015	2016	2017	2018	2019
Продукция сельского хозяйства, млрд.руб., в т.ч.:	4 794,6	5 112,3	5 109,5	5 348,8	5 907,9
– растениеводства,	2 487,3	2 710,3	2 599,7	2 756,1	3 160,0
– животноводства	2 307,3	2 402,0	2 509,8	2 592,7	2 747,9
Инвестиции в основной капитал, направленные на развитие организаций по виду экономической деятельности «Растениеводство и животноводство, охота и предоставление соответствующих услуг в этих областях»*, млрд. руб.	483,6	582,6	651,4	707,7	746,6
Сальдированный финансовый результат (прибыль минус убыток) деятельности организаций (в фактически действовавших ценах), млрд. руб.:					
– по виду экономической деятельности*;	265,3	240,8	171,5	206,2	160,3
– по экономике в целом	7 502,7	12 801,6	9 036,8	12 400,3	15 758,4
Уровень рентабельности, процентов:					
– по виду экономической деятельности*;	21,7	16,4	13,6	15,4	14,8
– по экономике в целом	8,1	7,6	6,7	10,7	11,4
Удельный вес прибыльных организаций, процентов:					
– по виду экономической деятельности*;	77,0	77,7	75,6	73,8	79,8
– по экономике в целом	67,4	70,5	68,1	66,9	73,5
Сельскохозяйственные угодья, млн.га	220,2	222,1	222,0	222,0	222,0
Посевная площадь, млн. га	55,1	54,7	54,4	53,6	53,3

Некоторые имеющиеся в настоящее время интеллектуальные платформы способны взаимодействовать с многими коммуникационными и промышленными технологиями, протоколами и интерфейсами; уже разработаны системы интеллектуального видеонаблюдения *IVS (intelligent video surveillance)* с использованием технологии «глубокого обучения» [6], основной задачей которых является распознавание чего-нибудь необычного.

В свою очередь, это позволит в автоматизированном формате регулировать многие элементы сельскохозяйственного производства, в частности:

- проводить цифровой контроль за работой автотранспорта и сельхозтехники в режиме мониторинга;
- отслеживать процессы хранения, подготовки и переработки сельскохозяйственной продукции;
- организовать «прецизионное земледелие», что позволит контролировать урожайность и, соответственно, повысить эффективность сельхозпроизводства [7]. Это позволяет в режиме реального времени контролировать важнейшие аспекты процесса земледелия с помощью роботов и автоматов [8]. В данном случае, *IoT*-платформа позволит оценить такие показатели, характеризующие этот цикл, как уровень влажности и минерализации почвы, состояние посевов, уровень их освещённости, от которого зависит скорость реакций фотосинтеза, и т.д. При этом, возможно точно в срок контролировать

и осуществлять полив, внесение необходимых для данной культуры удобрений и затем сбор урожая [5].

Эксперты отмечают достаточно успешное развитие рынка отечественных решений в сфере автоматизации и роботизации технологических процессов, в том числе – в сельском хозяйстве [9]. Для примера можно привести бизнес-процесс, организованный в агрохолдинге «Красава». На цистерны для хранения продукции там установлены беспроводные *IoT*-датчики, которые контролируют информацию об объемах отгруженного молока и соответствие его нормам. Зона отгрузки товаров оснащена системой видеонаблюдения, которая позволяет в онлайн-режиме следить за работой персонала [10].

В связи с этим, необходимо отметить, что теперь в сельском хозяйстве стали генерироваться весьма интенсивные потоки цифровых данных. Такая, подчас неструктурированная информация, в больших объемах стала поступать от различных датчиков и трекеров, расположенных в полях и на фермах. Генерируют такие данные огромное количество датчиков, сельхозтехника, метеорологические станции, беспилотные летательные аппараты (дроны), спутники, другие внешние приёмо-передающие системы, партнерские платформы, исполнители и поставщики.

Полученная информация после соответствующей обработки приобретает новое качество и уже появляется её способность создавать добавленную

стоимость, которой владеют все участники производственно-логистической цепочки.

Такую информацию необходимо структурировать, систематизировать и привести в «удобоваримый» вид. В настоящее время уже имеются соответствующие технологические решения, которые позволяют применять современные научные методы обработки (*data science*) и на их основе принимать оптимальные управленческие решения, которые, в свою очередь, снижают риски, совершенствуют бизнес-процессы и накапливают неоценимый практический опыт (рис. 1).

Приобретенные таким образом знания позволили разработать различные аппаратные приложения, которые установлены на компьютерах или мобильных гаджетах и обладают большим информативным потенциалом. Они способны выдавать консультации, рекомендации и советы фермерам, агрономам, вет-

еринарам и другим пользователям по тому, как лучше обрабатывать почву, какие виды культур лучше использовать на имеющихся площадях, когда следует проводить их обработку, когда вносить удобрения, какими лекарствами лечить животных и т.д. Причем, эти данные могут различаться в зависимости от географического расположения земельных участков, видов и пород скота.

Современные информационные технологии позволяют получать и накапливать релевантную информацию. После соответствующей обработки она становится основой для формирования базы данных о том или ином процессе. Затем эти данные позволяют сгенерировать качественно новую, имеющую высокую практическую значимость, информацию. В свою очередь, именно она послужит алгоритмом для создаваемых программных продуктов.



Рисунок 1 – Информационные системы в сквозной автоматизированной производственно-бытовой цепочке

Как отмечают многие эксперты, использование цифровых решений позволяет перевести на язык компьютера многие виды (до 80%) рутинных операций: значительную часть работ с документами и с клиентской базой, процессы контроля отклонений в ходе производства и т.д. Таким образом, постепенно все виды деятельности предприятия оцифровываются [11]. В результате формируется его цифровой образ (виртуальный двойник).

В настоящее время, многие компании уже тестируют беспилотные летательные аппараты, комбайны, трактора и другие «умные» машины.

В качестве примера использования такого оборудования можно привести отечественную систему «Агросигнал», которая способна контролировать большинство бизнес-процессов в режиме реального времени. На все объекты контроля, которыми являются большинство движущихся машин (комбайн, трактор, бензовоз), а также оборудование на складах, на весовых и т.д., установлены трекеры и датчики. Генерируемая ими информация передается на сервер, откуда, уже после обработки, поступает на электронные устройства клиента [5].

Данные контроля состояния техники компании включают следующие параметры:

- состояние каждого выстроенного бизнес-процесса;

- местоположение машин на маршруте с использованием систем GPS или ГЛОНАСС;
- количество поездок транспорта (загруженного и порожнего);
- скорость передвижения;
- перегрев или поломку двигателя;
- состояние коммуникационного соединения (*Wi-Fi* или всей сети).

Как правило, современная отечественная сельхозтехника оснащена бортовыми компьютерами, что позволяет при обращении к ним получать различную информацию о состоянии контролируемых машин через различные механизмы для мониторинга.

Наконец, следует отметить важнейший фактор, позволяющий сделать процедуру контроля эффективной – формы отчетов, которые с разной степенью информативности различным по уровню иерархии специалистам должны представлять картину происходящего так, чтобы она позволяла оперативно разрабатывать управляющие решения на разных уровнях менеджмента. Универсальная система мониторинга способна отслеживать огромное множество показателей, описывающих разные бизнес-процессы – от состояния двигателя трактора до поступления денег на расчетный счет.

Конечно, всегда будет различная степень дета-

лизации данных и формы этих отчетов для разных категорий сотрудников. Это определяется уровнем их актуальности. Например, руководителям высшего и среднего уровня менеджмента не всегда интересны технические моменты, но важны, в основном, индикативные показатели: техника работает/ не работает, производство запущено / простаивает и т.д.

Обсуждение. Успех реализации процесса цифровизации бизнес-процессов, в том числе – в цепочке создания сельскохозяйственной продукции, предполагает наличия соответствующих факторов для его эффективного протекания.

В связи с этим, целесообразно рассмотреть возможности их формализации, то есть идентификации цифрового образа самого процесса. Одним из способов реализации этой задачи является структурное моделирование бизнес-процессов на предприятии.

В последнее время многие исследователи придерживаются методологии в рамках концепции *Industrie 4.0*. Основоположниками данной концепции являются ученые из Центра *Industrie 4.0 Maturity*

Center. В 2017 году они представили результаты исследования под названием «Индекс зрелости для Индустрии 4.0» (*Industrie 4.0 Maturity Index*) [8]. Данный «Индекс зрелости» дает представление о готовности предприятий к переходу на уровень так называемого «индустриального развития».

Согласно концепции *Industrie 4.0*, «индустриальное производство» состоит из киберфизических систем (*Cyber-Physical System, CPS*), в состав которых входят «...различные природные объекты, искусственные подсистемы и управляющие контроллеры, что позволяет считать такое образование как единое целое. В этих системах обеспечена тесная связь и координация между вычислительными и физическими ресурсами» [8].

Предполагается, что для каждого предприятия процесс трансформации в такую киберфизическую систему может проходить по-разному, однако, в целом, для всех из них общим будет поступательное движение по шести ключевым ступеням, показанным на рисунке 2.

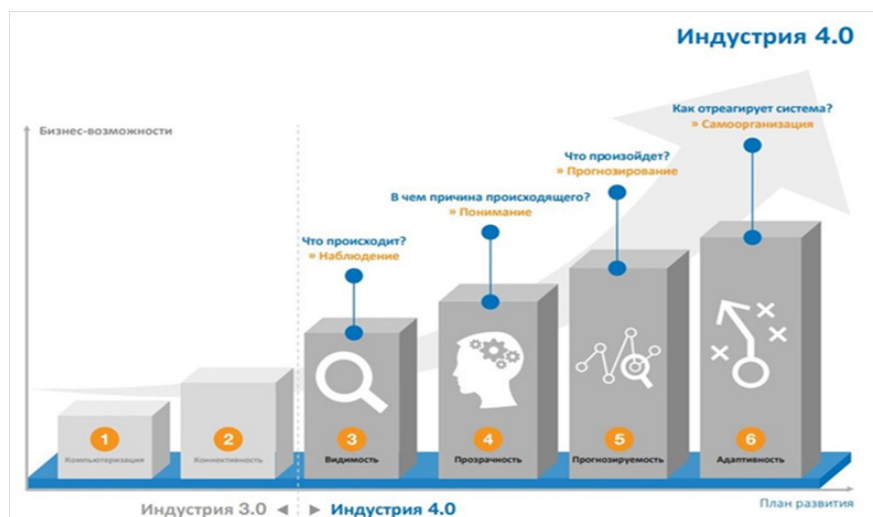


Рисунок 2 – Ступени развития организаций в контексте *Industrie 4.0* [12]

Рассмотрим их сущность [12]:

1. Очевидно, что обязательным для цифрового управления производственным процессом является обеспечение предприятий всем необходимым компьютерным оборудованием. Таким образом, может успешно пройдена первая стадия пути – компьютеризация (*Computerisation*).

2. На следующей стадии необходимо обеспечить связь элементов внутри цифровой системы. Имеется ввиду объединение изолированных цифровых технологий, выбранных для себя каждым отдельным подразделением предприятия в общий формат, который наиболее соответствует особенностям бизнеса предприятий. Целесообразно для этого использовать готовые технологические решения, например, коммуникации по протоколу *Internet Protocol (IP)*, образуя при этом Интернет вещей (*Internet of Things*). Важным условием создания такой среды является выбор универсальной платформы, позволяющей добиться совместной работы элементов

цифровой системы. Данная стадия называется сетевое взаимодействие (*Connectivity*).

3. Когда система приобретёт свое «цифровое отображение», происходит реализация третьей стадии. Для формирования «виртуального предприятия» желательно как можно больше цифровой информации, которая поступит от датчиков, видеокамер, трекеров и другого оборудования. Но, как предполагается, на этой стадии сложно получить релевантную, то есть достоверную информацию. Это связано больше с технической стороной, оборудованием, позволяющим корректно её обработать и дать точное описание цифрового объекта. В концепции *Industrie 4.0* эта стадия имеет название обозримость (*Visibility*).

4. Продолжением предыдущей стадии является организация коммуникации цифрового отображения с интерфейсами аналитических систем. Здесь возможно использование решений с использованием искусственного интеллекта, систем работы с большими данными (Биг-Дата), систем «машинного обучения».

Таким образом, обеспечивается прохождение стадии под названием прозрачность (*Transparency*).

5. На следующей стадии в такой киберфизической системе предусмотрена процедура контроля и анализа её состояния. Результатом должна стать объективная оценка происходящего и разработка корректирующего воздействия. Для этого могут быть использованы адаптированные к производству технологии предиктивной аналитики. Данная стадия называется прогнозирование (*Predictive capacity*).

6. Возможности искусственного интеллекта с использованием систем «машинного обучения» позволят автоматизировать процесс принятия управленческих решений, связанных с адаптацией бизнеса к изменяющимся внешним условиям, то есть будет обеспечена адаптивность (*Adaptability*).

Что обязательно нужно отметить – процесс превращения в киберфизическую систему будет влиять мотивацию и поведение сотрудников, а это, в свою очередь, имеет не меньшее значение, чем технологии и организация производства. Очевидно, что при этом ментальность каждого сотрудника будет эволюционировать – от простого исполнителя до менеджеров С-уровня – и всей компании в целом.

Выводы. За период цифровой трансформации мирового хозяйства термин *Industrie 4.0*, предложенный на Ганноверской ярмарке в 2011, стал интернациональным и теперь более известен как *Industry 4.0*. В настоящее время под ним предполагается реализация мероприятий, направленных на создание «умного производства» (*smart factory*).

Авторами выдвинуто предположение, что во многом эти меры универсальны, значит подходят для цифровой трансформации сельскохозяйственного производства. Однако, специфика российской экономики выявила ряд проблем системного характера, среди которых много тех, которые препятствуют такой трансформации, в частности:

- недостаточное количество у профильных специалистов научно-практических знаний о современных агротехнологиях и методологии;
- недостаток у аграриев финансовых возможностей для закупки новой техники, оборудования и платформ;
- цифровое неравенство, которое выражается в отсутствии в малочисленных населенных пунктах доступа к мобильной связи и Интернету;
- иностранное происхождение большинства ресурсов, используемых в России для коммуникации и организации цифровых сервисов;
- некоторые типовые юридические сложности (правовая культура участников информационных правоотношений, защита персональных данных и т.д.) [13].

Тем не менее, Минсельхоз России видит своей важнейшей целью преобразование сельского хозяйства посредством внедрения цифровых решений. Эта задача определена в «майском» указе Президента РФ (Указ Президента РФ от 7 мая 2018 года № 204 «О национальных целях и стратегических задачах разви-

тия Российской Федерации на период до 2024 года»). В конечном итоге ожидается, что производительность на «цифровых» сельскохозяйственных предприятиях увеличится в два раза к 2024 году.

Директор Центра интеллектуального цифрового сельского хозяйства ИПУ РАН Сергей Антипин отмечает следующее: «Наша миссия – интеллектуализация сельского хозяйства. Мы разрабатываем и внедряем технологии, системы поддержки принятия решений для растениеводческих и животноводческих предприятий на основе междисциплинарных научных знаний, баз знаний и искусственного интеллекта» [14].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. В.В. Путин: выступление на заседании Совета по стратегическому развитию и приоритетным проектам 5 июля 2017 г.: <http://www.kremlin.ru/events/president/news/54983>.
2. ИТ в агропромышленном комплексе России. TAdviser: Государство. Бизнес. ИТ. 14.06.2019г.
3. Распоряжение Правительства РФ №1632-р от 28 июля 2017г. Национальная программа «Цифровая экономика Российской Федерации».
4. РОССИЯ В ЦИФРАХ 2020. Краткий статистический сборник. М.: ООО «Буки Веди», 2020, с.34, с.66, с.200, с.355-357.
5. Иванов А. Сельское хозяйство по-умному. ПоТ приложение к журналу CONTROL ENGINEERING РОССИЯ / 06.04.2017.
6. Hirovuki Arai†, Kazuyuki Iso, Akira Kojima, Hitoshi Nakazawa, and Hideki Koike. Toward Intelligent Video Surveillance. NTT Technical Review, Nov. 2007, Vol. 5, No. 11.
7. Применение машинного зрения в сельском хозяйстве. <https://sinergy-journal.ru/>.
8. Дрон и компьютерное зрение проследили за урожаем хлопка. <https://nplus1.ru/news>.
9. Потенциал российских инноваций на рынке систем автоматизации и робототехники. www.rvc.ru/.
10. Зеновина В. Умные поля, теплицы и стада: сельское хозяйство планируют сделать цифровым. Новости ИТ-рынка России от TAdviser, 14-02-2020.
11. Цифровое предприятие: правила мониторинга промышленных производств в эпоху цифровой трансформации. Новости ИТ-рынка России от TAdviser. 17-12-2019.
12. Как создать цифровое предприятие 6 этапов на пути к Индустрии 4.0. Новости ИТ-рынка России от TAdviser. 17-12-2019.
13. Исаков В.Б., Сарьян В.К., Фокина А.А. Правовые аспекты внедрения интернета // Открытый сайт портала Группы ИТ-Стандарт. URL: http://www.itstandard.ru/soderganie_gumala.
14. РСХБ и ИПУ РАН: Сервис диагностики здоровья растений Новости ИТ-рынка России от TAdviser. 17-03-2020.

Статья поступила в редакцию 20.05.2022

Статья принята к публикации 20.06.2022

УДК 004+351

DOI: 10.46548/21vek-2022-1158-0006

ПРОБЛЕМНО-ОРИЕНТИРОВАННОЕ УПРАВЛЕНИЕ РАЗВИТИЕМ ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

© Автор(ы) 2022

SPIN: 1955-6402

AuthorID: 279196

ORCID: 0000-0001-9213-4126

БОРОДУШКО Ирина Васильевна, доктор экономических наук, доцент,
профессор кафедры прикладной математики и информационных технологий
Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России имени Героя РФ генерала армии Е.Н. Зиничева
(196105, Россия, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149, e-mail: bi08@me.com)

SPIN: 5778-8832

AuthorID: 618571

ORCID: 0000-0002-0778-3218

ScopusID: 57197819511

МАТВЕЕВ Александр Владимирович, кандидат технических наук, доцент,
заведующий кафедрой прикладной математики и информационных технологий
Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России имени Героя РФ генерала армии Е.Н. Зиничева
(196105, Россия, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149, e-mail: fcvega_10@mail.ru)

Аннотация. Целью статьи является исследование развития информационно-коммуникационных технологий и ИТ-сектора в условиях проблемно-ориентированного государственного антикризисного управления. Методы исследования опираются на положения общей теории управления, используются методы математического моделирования и приемы статистической обработки числовой информации. В статье определен круг основных задач проблемно-ориентированного государственного антикризисного управления сферой ИКТ в условиях беспрецедентного санкционного давления Запада. Незамедлительных решений требуют обострившиеся проблемы импортозамещения и ускоренной структурной трансформации экономики. С использованием массива обработанных автором числовых данных проведен детальный анализ основных проблем развития информационно-коммуникационных технологий. Раскрыта актуальность мер по повышению заинтересованности кадров молодых ИКТ-специалистов в работе в отечественном ИТ-секторе. Обоснована значимость производства ИКТ в структуре деятельности ИТ-сектора. Доказана приоритетная роль импортозамещения в ИТ-секторе. Выявлены возникающие перед ИТ-сектором новые вызовы в условиях государственного антикризисного управления. Проведен анализ проблем развития территориальных сегментов ИТ-сектора. Научная новизна выявленных авторами закономерностей дифференциации развития ИКТ по регионам страны подтверждается построением ими числовыми индикаторами. Подход авторов к оценке системных свойств комплекса ИКТ посредством математического моделирования связей также отличается научной новизной и подтверждается результатами соответствующих прикладных разработок по данным за 2020 год.

Ключевые слова: информационно-коммуникационные технологии, ИТ-сектор, государственное антикризисное управление, проблемно-ориентированное управление, структурная трансформация, эффективность, импортозамещение, территориальный аспект.

PROBLEM-ORIENTED MANAGEMENT OF THE DEVELOPMENT OF INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES IN THE RUSSIAN FEDERATION

© The Author(s) 2022

BORODUSHKO Irina Vasilievna, doctor of economical sciences, associate professor,
professor of the department of applied mathematics and information technology,
MATVEEV Alexander Vladimirovich, candidate of technical sciences, associate professor,
head of the department of applied mathematics and information technology,

St. Petersburg University of the State Fire Service of the Ministry of Emergency Situations of Russia named after the Hero of the Russian Federation, General of the Army E.N. Zinichev
(196105, Russia, Saint-Petersburg, Moskovsky pr., 149, e-mails: bi08@me.com, fcvega_10@mail.ru)

Abstract. The article is devoted to the study of the development of information and communication technologies and the IT sector in the context of problem-oriented state anti-crisis management. Research methods are based on the provisions of the general theory of control, methods of mathematical modeling and methods of statistical processing of numerical information are used. The purpose of the article is to study the development of information and communication technologies and the IT sector in the context of problem-oriented state anti-crisis management. Research methods are based on the provisions of the general theory of control, methods of mathematical modeling and methods of statistical

processing of numerical information are used. The article the range of the main tasks of the problem-oriented state anti-crisis management of the ICT in the face of unprecedented sanctions pressure from the West. The aggravated problems of import substitution and accelerated structural transformation of the economy require immediate solutions. Using an array of numerical data processed by the author, a detailed analysis of the main problems in the development of information and communication technologies was carried out. The relevance of measures to increase the interest of young ICT specialists in work in the domestic IT sector is revealed. The importance of ICT production in the structure of the IT sector activity is substantiated. The priority role of import substitution in the IT sector has been proven. New challenges facing the IT sector in the context of state anti-crisis management are An analysis of the problems of development of the territorial segments of the IT sector was carried out. The novelty of the patterns of of ICT development by regions of the country by the authors is by the numerical indicators they have built. The approach of the authors to assessing the system properties of the ICT complex through mathematical modeling of relationships is also distinguished by novelty and is con by the results of relevant applied developments based on data for 2020.

Keywords: information and communication technologies, IT sector, state anti-crisis management, problem-oriented , import substitution, territorial aspect.

Для цитирования: Бородушко И.В. Проблемно-ориентированное управление развитием информационно-коммуникационных технологий в Российской Федерации / И.В. Бородушко, А.В. Матвеев // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2022. – Т. 11. – № 2(58). – С. 38-43. – DOI: 10.46548/21vek-2022-1158-0006.

Введение. В канун осложнения социально-экономической ситуации, вызванного пандемией и организацией Западом гибридной войны против нашей страны, Россией был взят курс на цифровую трансформацию экономики. Была сформирована необходимая нормативно-правовая база. Ее основными элементами являются «Стратегия развития информационного общества в Российской Федерации на 2017-2030 годы» и Программа «Цифровая экономика Российской Федерации». Активизировалась деятельность по основным направлениям цифровизации различных сфер экономики и общественной жизни, ключевые направления которой раскрыты в статье «Тенденции цифровой трансформации в современной России» [1].

События первой половины 2022 года предопределили необходимость введения особого режима, который отдельные ученые именуют как «государственное антикризисное управление» [2, 3]. Это емкое понятие наиболее полно соответствует принятой и реализуемой всеобъемлющей программе антикризисных мер, детально охарактеризованных в отчете Правительства на заседании Государственной Думы 07.04.2022 г. Принципиально значимой особенностью программы антикризисных мер является ее проблемно-ориентированная направленность. Экстренные меры по поддержке валютно-финансовой системы, бизнеса, населения синхронизированы со стратегическими целями развития экономики и всех иных сфер общественной жизни. При всей значимости проблем государственного антикризисного управления, ему незаслуженно мало внимания уделяется в современных научных публикациях [4].

Цель данной статьи состоит в выявлении и структурировании приоритетных задач проблемно-ориентированного управления и механизмов регулирования IT-сектора, развития информационно-коммуникационных технологий (ИКТ).

Методология. Проведенное исследование базируется на ряде положений общей теории управления, использованы методы ситуационного анализа. Применены методы математического моделирования связей, оценки масштабов дифференциации исследуемых процессов, методы классификации. Данные методы использованы при обработке материалов официальных публикаций Росстата об уровне развития ИКТ.

Результаты исследования. В условиях государственного антикризисного управления вопросы развития информационно-коммуникационных технологий приобретают особую актуальность, так как ускоренная разработка отечественных ИКТ и электроники является одной из наиболее сложных и первоочередных задач в области импортозамещения [5-9]. Основными факторами, от которых зависит решение этих задач, являются обеспеченность кадрами специалистов, наличие научной исследовательской и производственной базы, финансирование [10-14].

К важнейшим реализуемым мерам поддержки сферы цифровых технологий относятся: выделение 21,5 млрд рублей на 2022 год компаниям IT-отрасли, льготная ипотека для занятых в отрасли, отсрочка от призыва ИКТ-специалистов на военную службу, увеличение числа бюджетных мест в вузах по направлению «электроника» и др.

Для России, как свидетельствуют статистические данные, одной из наиболее актуальных проблем в области развития ИКТ является вопрос кадрового обеспечения. В 2020 году в России общее число специалистов по ИКТ составило 1764,5 тысяч человек, что соответствовало 2,5% от общей численности занятого населения страны. Россия существенно отстает от развитых стран мира по показателю доли специалистов по ИКТ среди занятого населения. Данный показатель в 2020 г. имел максимальное значение в Финляндии (7,6%), он был примерно

вдвое выше российского в Великобритании (5,6%), Германии (4,9%), Франции (4,5%).

Для кадров специалистов по ИКТ характерно преобладание лиц молодых возрастов. В зарубежных странах процент лиц моложе 35 лет среди них составляет около 30 – 40%. В России этот показатель еще выше – 50%, а на долю лиц старше 50 лет приходится всего лишь 13,7 %. Преобладание молодежи среди специалистов по ИКТ и высокий спрос на них за рубежом являются основными причинами значительных масштабов их эмиграции из России. Россия не уступает большинству зарубежных стран по показателю доли специалистов по ИКТ среди выпускников вузов, которая составляет у нас 5%, и по их доле среди выпускников аспирантуры (6,6%).

Ведущая роль в деле цифровой трансформации экономики России принадлежит ИКТ сектору, но он пока обеспечивает лишь 3,1% валовой добавленной стоимости (в мире максимум 7,4%), на него приходится только 1,9% занятого населения (в мире максимум 4,9%) и 4,1% от общего объема инвестиций организаций в основной капитал. Более детально характеристики российского сектора ИКТ показаны в таблице 1 [15].

Материалы таблицы 1 в контексте темы данной статьи следует рассматривать, прежде всего, по тако-

му виду экономической деятельности, как «производство ИКТ». С точки зрения задач проблемно-ориентированного государственного антикризисного управления особенно актуальным в современных условиях является обеспечение импортозамещения высокотехнологичных товаров и ИКТ товаров в том числе. Данные таблицы 1 показывают, что деятельность в области производства ИКТ развита в России крайне слабо. Но именно она могла бы компенсировать резкое сокращение импорта товаров ИКТ в 2022 г. (для сравнения – в 2020 г. Россия экспортировала товаров ИКТ на сумму 1,8 млрд долларов, а импортировала на сумму 24,2 млрд долларов).

Достигнутый в России уровень развития ИКТ организаций и домашних хозяйств (населения) оценивается системой показателей, ежегодно публикуемых Росстатом. В таблице 2 приведены соответствующие данные за 2020 год. В целом населением достигнут более высокий уровень развития ИКТ, чем субъектами хозяйственной деятельности. Масштаб различий по разным компонентам ИКТ у населения несколько выше, чем в организациях. В таблице 2 приведены также показатели уровня экономического потенциала и доходов населения, которые можно рассматривать как факторы (предпосылки) развития ИКТ [16].

Таблица 1 – Структура сектора ИКТ в Российской Федерации по видам экономической деятельности, 2020 г.

Виды экономической деятельности	Доля сектора ИКТ (%) в		
	валовой добавленной стоимости	численности занятых	инвестициях в основной капитал
Деятельность в сфере телекоммуникаций	32,3	36,4	72,0
Отрасль информационных технологий	40,1	32,7	17,0
Оказание других информационных услуг	8,9	12,4	7,2
Производство ИКТ	9,1	16,0	3,1
Оптовая торговля товарами, связанными с ИКТ	9,6	2,5	0,7
Всего	100	100	100

Таблица 2 – Показатели уровня развития ИКТ и экономического потенциала России в 2020 г.

Организации (без малых предприятий)	Домашние хозяйства, население	Экономический потенциал РФ	
1) процент организаций, имеющих персональные компьютеры - 80,7	1) домашних хозяйств, имевших доступ к сети интернет – 80,0	1) ВРП на душу населения, тыс. руб. - 646	
2) процент организаций, имеющих серверы – 46,4	2) домашних хозяйств, имевших широкополосный доступ к сети интернет – 77,0	2) среднедушевые денежные доходы населения, в месяц, тыс. руб. - 36	
3) % организаций, имеющих локальные вычислительные сети – 54,7	3) % населения, использовавшего сеть Интернет каждый или почти каждый день – 76,7		
4) % организаций, имеющих «облачные» сервисы – 25,7	4) численность активных абонентов мобильного широкополосного доступа к сети Интернет на 100 человек населения – 99,6		
5) % организаций, использующих мобильный интернет – 39,9	5) численность активных абонентов фиксированного широкополосного доступа к сети Интернет на 100 человек населения - 23		
6) % организаций, использующих фиксированный интернет – 77,0			
7) % организаций, использующих широкополосный доступ к сети интернет – 58,1			
8) % организаций, имевших веб-сайт - 44,3			
9) число персональных компьютеров с доступом к сети интернет на 100 работников – 40			
10) % организаций, использовавших электронный обмен данными с внешними информационными системами - 54,3			
В среднем по всем показателям – 52,1%	В среднем по всем показателям – 71,3%		X

Достигнутый в стране к 2020 году уровень валового регионального продукта на душу населения и среднедушевых денежных доходов населения достаточен для умеренного инвестирования средств в необходимые электронное оборудование и программное обеспечение. Вместе с тем, по наиболее продвинутым компонентам ИКТ и организации, и население находятся на весьма низком уровне. Об этом свидетельствуют такие показатели, как «процент организаций, имеющих облачные сервисы» и «численность активных абонентов фиксированного широкополосного доступа к сети Интернет на 100 человек населения». Перспективы дальнейшего наращивания объемов и качественной структуры ИКТ в экономике и у населения в условиях государственного антикризисного управления будут преимущественно определяться ходом импортозамещения в секторе ИКТ.

Активизируя развитие сектора ИКТ, необходимо принимать во внимание порождаемые им новые вызовы, на которые указывает ряд авторов. Такими вызовами являются: «усложнение механизмов и факторов успешного взаимодействия участников рынка»; сокращение эффективного срока владения профессиональными навыками и, соответственно, – рост потребности в повышении квалификации кадров; обострение проблем кибербезопасности [17, 18]. Еще одним вызовом, актуальность которого отмечают специалисты, является необходимость в связи с развитием ИКТ усиления научного подхода к антикризисному управлению и учета его исторической, этической, социальной составляющих [19]. В частности, требуется новый научный подход к проблемам развития человеческого капитала, который в условиях цифровой экономики трансформируется в сетевой человеческий капитал [20]. Развитие ИКТ в условиях пандемии и усугубляющегося

санкционного давления на Россию радикально меняют содержание и принципы государственного антикризисного управления, для которого становятся обязательными разработка и применение эффективной коммуникационной стратегии [21]. В России она приобретает особую актуальность как один из механизмов обеспечения импортозамещения и организации параллельного импорта ИКТ товаров.

При развитии импортозамещения возникает вопрос о территориальном распределении производителей товаров ИКТ. Конкурирующими оказываются два альтернативных подхода. Первый подход - приоритет регионов с наиболее благоприятными условиями организации производства товаров ИКТ, что обеспечивает оперативность и эффективность решения задач импортозамещения. Второй, менее популярный подход – выбор в пользу относительно слабо развитых регионов в целях сокращения неравномерности развития экономического пространства страны. Оптимальным решением, видимо, было бы дополнить первый подход элементами второго подхода.

При рассмотрении данного вопроса следует предварительно оценить сложившийся масштаб территориальной дифференциации основных показателей ИКТ. В самом общем виде такая оценка может быть произведена на основе сравнительного анализа данных по федеральным округам (табл. 3).

Представленная в таблице 3 информация свидетельствует об отсутствии принципиальных качественных различий между федеральными округами по уровню развития ИКТ в экономике и у населения. По общепринятому критерию, при величине коэффициента вариации менее 33% совокупность объектов является качественно однородной. В графе 3 таблицы 3 показано, что максимальное значение коэффициента вариации в организациях и у населения составляет 26%.

Таблица 3 – Масштабы дифференциации показателей ИКТ и экономического потенциала по федеральным округам РФ в 2020 году [15,16]

1	Размах вариации по показателям	Коэффициент вариации,%		
		по показателям	средний	
2	3	4	5	
Организации	1) 70,1-83,7; 2) 34,6-51,8; 3) 40,8-59,9; 4) 22,0-28,5; 5) 32,4-45,3; 6) 66,3-79,4; 7) 48,2-62,4; 8) 39,8-47,5; 9) 34-49; 10) 45,9-57,8	1) 6; 2) 12; 3) 11; 4) 11; 5) 11; 6) 6; 7) 8; 8) 7; 9) 13; 10) 8		
Домохозяйства, население	1) 77,4-82,4; 2) 72,8-79,6; 3) 73,7-83,0; 4) 71-117; 5) 10-28	1) 2; 2) 3; 3) 4; 4) 14; 5) 26		10
Экономический потенциал	1) 232-1071; 2) 24-48	1) 43; 2) 23		33

Обсуждение. Обращаясь к исходным данным, по которым определены показатели размаха вариации, обнаруживаем любопытную диспропорцию в развитии ИКТ. В организациях 8 из 10 показателей имели минимальные значения в Северо-Кавказском ФО. Но у населения Северо-Кавказского ФО минимальными были только 2 из 5 показателей, по остальным 3 показателям аутсайдером был Сибирский федеральный округ.

Можно предположить, что для Северо-Кавказ-

ского федерального округа характерны повышенная доля теневого сектора экономики и приоритетное место среди дотационных регионов, определившие относительно более высокий уровень жизни населения.

Состав территорий-лидеров по уровню развития ИКТ менее однороден. Максимальный уровень ИКТ в организациях имел место Северо-Западном, Центральном и Уральском федеральных округах. По уровню ИКТ населения лидерами были Центральный

ФО (по 3 показателям) и, как ни странно, – Северо-Кавказский ФО (по 2 показателям).

Принципиально значимым является следующее соотношение – масштабы территориальной дифференциации уровня развития ИКТ в целом невелики – 9-10% (графа 4 в табл. 3), но дифференциация душевых денежных доходов населения достаточно существенна (23%), а по уровню ВРП на душу

населения наблюдаются качественные различия между федеральными округами (43%). Следовательно, благодаря успешной социальной политике территориальные различия в уровне жизни населения вдвое ниже, чем в уровне экономического развития регионов (табл. 4). В области развития ИКТ процесс выравнивания по территории страны идет опережающими темпами.

Таблица 4 – Взаимосвязи показателей развития ИКТ в организациях, парные линейные коэффициенты корреляции, 2020 г. [15,16]

	ВРП на душу населения, тыс. рублей	% организаций, использовавших электронный обмен данными с внешними информационными системами
1) процент организаций, имеющих персональные компьютеры	0,85	0,92
2) процент организаций, имеющих серверы	0,93	0,93
3)% организаций, имеющих локальные вычислительные сети	0,84	0,89
4)% организаций, имеющих «облачные» сервисы	0,58	0,85
5)% организаций, использующих мобильный интернет	0,79	0,96
6)% организаций, использующих фиксированный интернет	0,85	0,92
7)% организаций, использующих широкополосный доступ к сети интернет	0,80	0,85
8)% организаций, имевших веб-сайт	0,83	0,94
9) число персональных компьютеров с доступом к сети интернет на 100 работников	0,37	0,72
10)% организаций, использовавших электронный обмен данными с внешними информационными системами	0,78	

Особого внимания заслуживает вопрос о связях отдельных видов ИКТ между собой. Моделирование этих связей было выполнено с помощью парных линейных коэффициентов корреляции (табл. 4).

Приведенные в таблице 4 данные свидетельствуют о высоком уровне гармонизации и взаимной согласованности показателей развития ИКТ в организациях – электронный обмен данными с внешними информационными системами как наиболее продвинутый вид ИКТ тесно связан с другими их видами. Существенные связи, хотя и несколько менее тесные, прослеживаются между показателем уровня экономического развития региона (ВРП на душу населения) и характеристиками развития ИКТ, что подтверждает эффективность управления сложными социально-экономическими системами в регионах России.

Выводы. В результате проведенного исследования были получены результаты, подтверждающие актуальность следующих ключевых задач развития ИКТ в условиях проблемно-ориентированного государственного антикризисного управления на современном этапе в Российской Федерации: 1) преодоление острого дефицита ИКТ-специалистов при достаточно высоких масштабах их подготовки в вузах и аспирантуре, что требует особых мер по созданию для них наиболее привлекательных условий труда и наращиванию интеллектуального потенциала ИТ-сектора; 2) в числе задач структурной трансформации российской экономики актуально повышение доли производства ИКТ в деятельности ИТ-сектора; 3) в условиях санкционного давления решение задач цифровизации экономики достигается, прежде всего,

обеспечением импортозамещения в ИКТ-секторе; 4) развитие ИКТ-сектора в условиях проблемно-ориентированного государственного антикризисного управления сопряжено с необходимостью противодействия ряду новых вызовов; 5) анализ территориального аспекта развития ИКТ-сектора показал значимость обеспечения его опережающей динамики в сравнении с развитием национальной экономики в целом; 6) в условиях острого кризиса управление ИКТ-сектором требует комплексных решений в единстве текущих задач и стратегических целей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

- Бородушко И.В. Тенденции цифровой трансформации в современной России // Путеводитель предпринимателя. – 2021. № 1. – С. 11-20.
- Okhotsky E.V. Anticrisisnoe gosudarstvennoe upravlenie v usloviakh globalizatsii [Anti-Crisis Governance in the Context of Globalization] // Public Administration Issues. – 2017. № 1. – P. 213–232. – URL: <https://vgmu.hse.ru/en/2017--1/204451477.html> (дата обращения 27.04.2022).
- Государственное антикризисное управление в нефтяной отрасли. Монография / Под ред. А. З. Бобылевой, О. А. Львовой. М.: Юрайт, – 2022. – 326 с.
- Фиалковская И.Д. Методы государственного управления: вопросы теории. Монография. Казань: Бук, – 2019. – 174 с.
- Бородушко И.В. Управление развитием информационно-коммуникационных технологий в Российской Федерации с учетом закономерностей функционирования ИТ-отрасли // Научно-аналитический журнал Вестник Санкт-Петербургского университета Государственной противопожарной службы МЧС России. – 2022. № 1. – С. 119-128.
- Потехина И.П. Развитие информационно-коммуникационных технологий в условиях глобализации // Вестник Саратовского государственного социально-экономического университета. – 2012. № 2(41). – С. 36-40.

7. Житяева О.И. Инновации систем информатизации субъектов экономики // Вестник НГУЭУ. – 2021. № 2. – С. 17-22. – DOI 10.34020/2073-6495-2021-2-212-219.
8. Трифонов Ю.В., Горская Н.Н., Полушин А.А. Развитие современных информационно-коммуникационных технологий // Экономика и предпринимательство. – 2021. № 8(133). С. – 1005-1007. – DOI 10.34925/EIP.2021.133.8.192.
9. Щербинина М.Ю., Крюкова А.А. Импортзамещение в ИТ-сфере // Карельский научный журнал. – 2016. Т. 5. № 4(17). – С. 213-216.
10. Митрофанов Е.П., Яковлев А.Е. Методические аспекты совершенствования управления развитием информационно-коммуникационных технологий в регионе // Инновации и инвестиции. – 2009. № 2. – С. 15-20.
11. Саликов Ю.А., Исаенко М.И. Концептуальный подход к развитию процесса активного импортзамещения / Ю. А. Саликов, // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. – 2018. Т. 80. № 1(75). – С. 335-340. – DOI 10.20914/2310-1202-2018-1-335-340.
12. Клеева Л.П. Развитие региона: целеполагание и влияние на развитие информационно-коммуникационных технологий // Энергия: экономика, техника, экология. – 2019. № 9. – С. 16-34. – DOI 10.7868/S0233361919090039.
13. Кучеренко Д.В., Матвеев А.В. Графовая модель описания информационной инфраструктуры органов государственного управления Санкт-Петербурга // Научно-аналитический журнал Вестник Санкт-Петербургского университета Государственной противопожарной службы МЧС России. – 2021. № 1. – С. 135-146.
14. Кучеренко Д.В. Комплексная методика поддержки принятия решений при планировании работ по совершенствованию региональной инфраструктуры государственных информационных систем // Вестник Воронежского института ФСИН России. – 2021. № 3. – С. 87-95.
15. Цифровая экономика. Краткий статистический сборник. М., 2022. [Электронный ресурс]. – URL: <https://publications.hse.ru/pubs/share/direct/553808040.pdf> (дата обращения 25.04.2022).
16. Регионы России. Социально-экономические показатели. Росстат. 2021. [Электронный ресурс]. – URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/210/document/13204> (дата обращения 25.04.2022).
17. Янковская Е.С. Трансформация системы управления бизнесом в Российской Федерации в условиях глобальной цифровизации // Путеводитель предпринимателя. – 2020. Т. 13. № 2. – С.37–45.
18. Trends in the Information Technology sector (report) Makada Henry-Nickie, Kwadwo Frimpong, and Hao Sun Friday, March 29, 2019 [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.brookings.edu/research/trends-in-the-information-technology-sector/> (дата обращения 25.04.2022).
19. Khaled Zamoum and Tevhide Serra Gorpe. Crisis Management: A Historical and Conceptual Approach for a Better Understanding of Today's Crises. 2018. [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.intechopen.com/chapters/60813> (дата обращения 25.04.2022).
20. Dyatlov S.A., Selishcheva T.A., Feigin G.F. The impact of network human capital on economic growth of supply chain in digital economy // International journal of supply chain management. – 2018. № 7(5). – P. 877-885.
21. Hyland-Wood, B., Gardner, J., Leask, J. et al. Toward government communication strategies in the era of COVID-19. Humanit Soc Sci Commun 8, 30 (2021). – DOI: <https://doi.org/10.1057/s41599-020-00701-w>.

Статья поступила в редакцию 30.05.2022

Статья принята к публикации 20.06.2022

УДК 004.942

DOI: 10.46548/21vek-2022-1158-0007

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОМПЕТЕНТНОСТНОГО ПОДХОДА В ХОДЕ ПРИНЯТИЯ КАДРОВЫХ РЕШЕНИЙ

© Автор(ы) 2022

SPIN: 2342-5382

AuthorID: 1116445

ORCID: 0000-0002-8239-8256

ПАНОВА Анастасия Алексеевна, студент

Самарский государственный технический университет, филиал в г. Сызрани

(446001, Россия, Самарская область, г. Сызрань, ул. Советская 45, e-mail: anastasiapanova7549@gmail.com)

SPIN: 7717-5177

AuthorID: 767114

ORCID: 0000-0002-9961-8980

САДОВА Кристина Владимировна, старший преподаватель

кафедры «Информатика и системы управления»

Самарский государственный технический университет, филиал в г. Сызрани

(446001, Россия, Самарская область, г. Сызрань, ул. Советская 45, e-mail: crazyojj@mail.ru)

Аннотация. В данной статье рассматриваются возможности применения компетентностного подхода в ходе принятия кадровых решений. В современном мире для предприятия возрастает необходимость создания эффективной системы отбора и управления персоналом. Для повышения эффективности производства необходимо наличие высококвалифицированных сотрудников. Следовательно, представляется целесообразным применение подхода, который способствует эффективному использованию потенциала сотрудника, что в свою очередь приведет к увеличению конкурентоспособности всей организации. Основной частью любой управленческой функции является принятие решений. В связи с этим, усовершенствование процесса принятия решений позволяет значительно увеличить эффективность всего кадрового отдела предприятия. В рамках исследования был проведен анализ теоретических и практических материалов по использованию компетентностного подхода для принятия кадровых решений. Произведен поиск и систематизация существующих исследований по применению компетентностного подхода к кадровым вопросам и доказана необходимость его применения для проведения управляющего воздействия. В ходе работы выявлены ключевые компетенции, которыми должен обладать специалист. Приводятся обоснования необходимости определения эталона специалиста. Для определения профессиональных компетенций спроектирована модель, которая описывает компетенции сотрудника в соответствии с эталоном специалиста. Создана схема построения модели профессиональных компетенций специалиста. Предложенные модель и схема определения профессиональных компетенций позволяют создать набор критериев, необходимых для проведения эффективной кадровой политики.

Ключевые слова: компетентностный подход, компетенции специалиста, эталон специалиста, модель профессиональной компетенции, принятие кадровых решений, кадровое обеспечение, анализ профессиональной деятельности.

USE OF COMPETENCY IN PERSONNEL DECISION-MAKING

© The Author(s) 2022

PANOVA Anastasia Alekseevna, student

SADOVA Kristina Vladimirovna, senior lecturer of the department of Informatics and Control Systems

Samara State Technical University, branch in Syzran

(446001, Russia, Samara region, Syzran, Sovetskaya street 45,

e-mails: anastasiapanova7549@gmail.com, crazyojj@mail.ru)

Abstract. This article discusses the possibilities of using a competence approach in the course of personnel decision-making. In the modern world, there is an increasing need for an enterprise to create an effective system of personnel selection and management. To increase the efficiency of production, it is necessary to have highly qualified employees. Therefore, it seems appropriate to apply an approach that promotes the effective use of the employee's potential, which in turn will lead to an increase in the competitiveness of the entire organization. The main part of any management function is decision-making. In this regard, the improvement of the decision-making process can significantly increase the efficiency of the entire personnel department of the enterprise. Within the framework of the study, the analysis of theoretical and practical materials on the use of the competence approach for personnel decision-making was carried out. The search and systematization of existing studies on the application of the competence-based approach to personnel issues has been carried out and the necessity of its application for conducting control actions has been proved. In the course of the work, the key competencies that a specialist should possess were identified. The substantiation of the need to determine the standard of a specialist is given. To determine professional competencies, a model has been designed

that describes the employee's competencies in accordance with the specialist's standard. A scheme for constructing a model of professional competencies of a specialist has been created. The proposed model and scheme for determining professional competencies make it possible to create a set of criteria necessary for conducting an e personnel policy.

Keywords: competence approach, competence of a specialist, the standard of a specialist, the model of professional

Для цитирования: Панова А.А. Использование компетентностного подхода в ходе принятия кадровых решений / А.А. Панова, К.В. Садова // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2022. – Т. 11. – № 2(58). – С. 44-48. – DOI: 10.46548/21vek-2022-1158-0007.

Введение. В современной социально-экономической ситуации происходит ряд важных качественных и количественных изменений, которые сказываются на всех отраслях производства страны, в том числе и на промышленных предприятиях. Постоянно меняющаяся экономическая ситуация требует от производства переориентации и оперативности в принятии ряда важных решений.

В настоящее время, как отмечается многими исследователями все актуальнее становится проблема обеспечения предприятия высокопрофессиональными специалистами [11-12]. Решение проблемы заключается в применении компетентного подхода, который позволит раскрыть весь потенциал сотрудника.

Главной возможностью получения конкурентного преимущества является высококвалифицированный персонал и его работоспособность. Уровень компетентности персонала часто является ведущим фактором для ускорения экономического роста организации. Наличие сотрудников, которые обладают всеми необходимыми знаниями, умениями и навыками, способствует обеспечению высокого качества выпускаемой продукции, увеличению производительности предприятия, а также сокращению расхода ресурсов [13].

В подобных условиях, проблемы поиска и переобучения высококвалифицированных рабочих кадров являются основными. Для менеджмента основой реализации управляющего воздействия является принятие кадровых решений. Притом важна не только скорость, но и эффективность принятых решений, ведь она во многом определяет работоспособность всей организации. Необходимым является проведение качественного и детального кадрового отбора персонала, так как это позволит существенно снизить риски возникновения ошибок в ходе принятия управленческих решений. Основные этапы принятия стратегических решений в области кадровой политики до сих пор до конца не автоматизированы, что существенно замедляет этот процесс. Более того, существенное влияние оказывает человеческий фактор, который привносит субъективный характер в принятие решений [14, 15].

В ходе проведения кадрового отбора наибольшую трудность обычно вызывает определение эталона специалиста. Главной проблемой в данном процессе является недостаток объективности и трудности в подборе и применении диагностических систем, которые были бы способны доподлинно и точно определять набор характеристик и ведущие признаки специ-

алиста.

В связи с этим, актуальным является создание моделей, способных обеспечивать объективное и точное определение эталона специалиста, в которых будут учитываться не только знания и опыт работы, но и навыки и личностный потенциал сотрудников [16,17].

Методология. В качестве методологической основы выступают работы зарубежных и российских ученых по управлению персоналом, менеджменту и проектному управлению [18-21]. Применение компетентностного подхода к анализу профессиональной деятельности было проведено согласно требованиям элементарного, структурно-функционального и системного подходов, и на основе синтеза системы признаков профессиональной деятельности, методов моделирования и формирования эталона специалиста спроектирована модель профессиональных компетенций специалиста.

Целью работы является определение необходимости использования компетентностного подхода в ходе стратегических решений в области кадровой политики.

Задачи, которые необходимо решить для достижения цели:

- изучить существующие подходы в определении компетенций специалиста;
- произвести поиск и систематизацию существующих исследований по применению компетентностного подхода к кадровым вопросам;
- спроектировать модель, описывающую профессиональные компетенции специалиста;
- спроектировать схему, описывающую построение модели профессиональных компетенций специалиста.

В современных условиях труда ведущей является задача оценки компетентности специалиста. На производственных предприятиях с каждым годом увеличивается потребность в высококвалифицированных сотрудниках, которые обладают большим набором знаний, умений и навыков. Требуется объективно оценить профессиональные способности работника, проверить соответствие уровня его квалификации с предъявляемыми требованиями к должности, а также понимать, как наиболее полно использовать его личностные качества для повышения эффективности работы [22-24].

Следовательно, использование компетентного подхода для оценки сотрудников позволит максималь-

но полно использовать потенциал, а также индивидуальные и профессиональные способности персонала.

Необходимость использования компетентного подхода обусловлена тем, что в условиях постоянного риска наличие высококвалифицированного и компетентного специалиста значительно увеличивает эффективность управления, а также всей деятельности предприятия в целом. Компетентностный подход является неотъемлемой частью реализации управленческого воздействия.

Т.Ю. Базаров полагает, что компетенция представляет собой ряд взаимосвязанных личностных качеств, таких как знания, способности, умения, навыки, талант и потенциал человека. Все эти качества являются необходимыми для продуктивной деятельности индивидуума. Базаров выделяет три вида компетенций: стандартные, ключевые, ведущие. Так же выделяются характеристики для оценивания, которые являются своего рода вложениями в человеческий ресурс: опре-

деление компетенций для новой должности, их модификация вследствие меняющейся ситуации на производстве, а также формирование индивидуальных компетенций для каждого сотрудника в отдельности.

Результаты. Модели компетенций рассматриваются как важный аспект, позволяющий создавать управленческое воздействие и эффективную организацию деятельности предприятия. Более того, модели так же позволяют сфокусироваться на индивидуальных особенностях и способностях сотрудника [25-28]. В процессе моделирования также является необходимым проведение синтеза и анализа существующей системы. Для того была построена схема модели профессиональных компетенций специалиста (рис. 1).

Для определения профессиональных компетенций была спроектирована модель, которая позволяет полно и точно описать набор всех необходимых компетенций сотрудника в соответствии с эталоном специалиста (рис. 2).

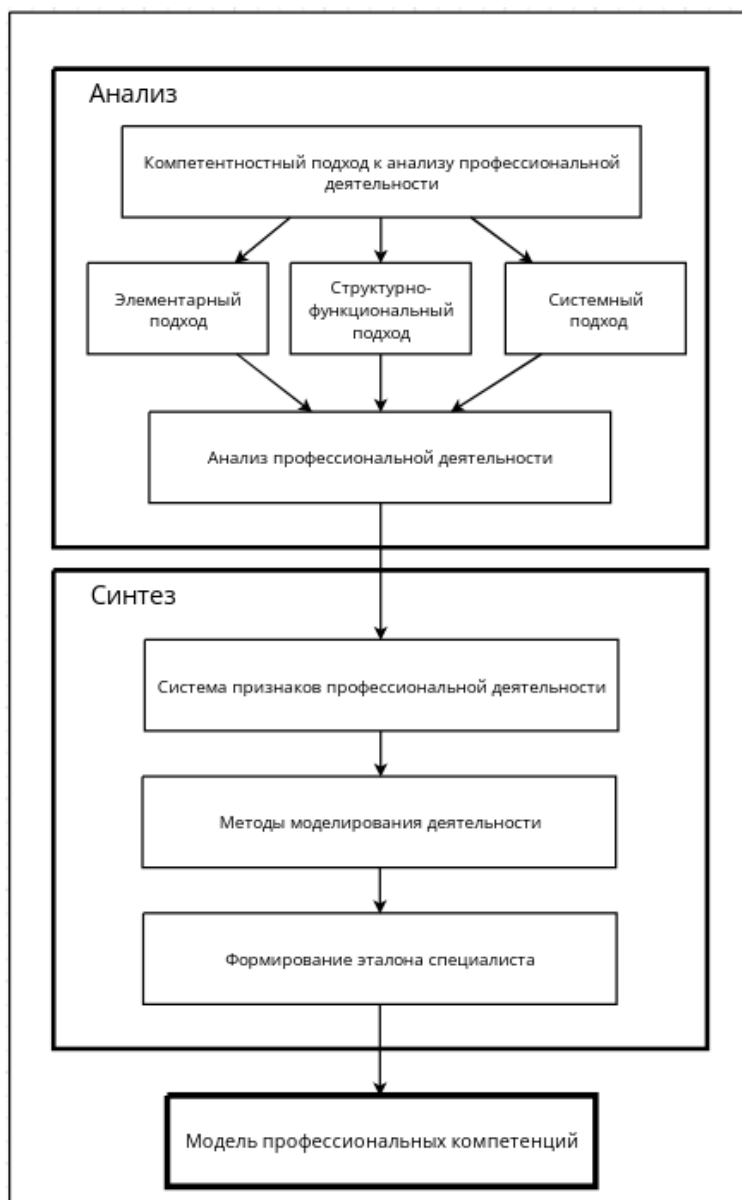


Рисунок 1 – Схема построения модели профессиональных компетенций специалиста



Рисунок 2 – Модель профессиональных компетенций специалиста

Обсуждение. В ходе исследования были изучены существующие подходы в определении компетенций специалиста, а также произведен поиск и систематизация существующих исследований по применению компетентностного подхода к кадровым вопросам. Расширено представление о компетентностном подходе как методе управления эффективностью предприятия, определены ключевые достоинства его применения.

Исходя из обзора различных подходов к принятию кадровых решений, можно сделать вывод о том, что для принятия качественного и наиболее правильного решения необходимо принять во внимание всю совокупность фактов, связанных со специалистом, при опоре на которые можно произвести наиболее полный анализ ситуации. В связи с чем, является необходимым определение эталона специалиста, а также определение профессиональных компетенций специалиста.

Значимость данной работы заключается в развитии теории оценки повышения эффективности с помощью использования компетентностного подхода и методологическом совершенствовании процесса управления персоналом.

Выводы. Предлагаемая модель и схема определения профессиональных компетенций позволяют создать набор критериев, необходимых для проведения эффективной кадровой политики. Данные критерии позволяют связывать конкретную деятельность сотрудников с методами управления персоналом. Применение компетентностного подхода позволяет оптимизировать работу всего отдела кадров, привести объективность в принятии кадровых решений, а также способствует установлению понимания между руководством и персоналом предприятия. Применение подхода, основанного на профессиональных компетенциях, позволяет увеличить качество исполнения работы, а также повысить эффективность работы всей

организации.

Изучение проблемы принятия кадровых решений, разработка схем и моделей профессиональных компетенций специалиста являются основополагающими этапами для дальнейшего проектирования эффективной системы управления персоналом и поддержки принятия решений. Данная система будет направлена на обеспечение предприятия высококвалифицированными и профессиональными сотрудниками, а также развитие кадрового потенциала. Тем самым обеспечивая достижение ведущих задач предприятия: повышение конкурентоспособности и создание положительного и устойчивого имиджа работодателя на рынке труда.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Трегулова Н.Г. Зарубежные методики экономической оценки трудового потенциала / Н.Г. Трегулова, М.Ю. Попова // Экономические исследования и разработки. – 2020. – № 11. – С. 19-24.
2. Белолипецкая А. Е. Обоснование необходимости внедрения современной стратегии управления персоналом для развития социально-экономических систем в эпоху цифровизации [Текст] / А. Е. Белолипецкая // Цифровая экономика: проблемы и перспективы развития. Сборник научных статей межрегиональной научно-практической конференции. – 2019. – С. 22 -27.
3. Белолипецкая А. Е. Формирование ключевых компетенций в эпоху цифровой экономики [Текст] / А. Е. Белолипецкая, Т. А. Головина, А. Е. Белолипецкая // Современные тенденции развития менеджмента и государственного управления. Материалы межрегиональной заочной научно-практической конференции: в 2 - х томах. Под редакцией А. В. Полянина. – 2019. – С. 16-19.
4. Bagdasarian I., Vasilyeva Z., Almabekova O., Titiberiya R. National system of as a mechanism for ensuring an integrated approach to the development of human capacity in the yenisei Siberia // 19th International Multidisciplinary GeoConference SGEM 2019. – 2019. – С. 223-228.
5. Bagdasarian I., Vasilyeva Z., Almabekova O., Dudkina G., Plisova V. Human capital in the struggle for competences in labor market // 5th International Multidisciplinary Conference on social sciences and arts SGEM 2018. Conference proceedings. – 2018. – С. 455-460.
6. Bani-Hani J. S. The Impact of Core Competencies on

- Competitive Advantage: Strategic Challenge [Текст] / J. S. Bani-Hani, F. A. Al-Hawary // International Bulletin of Business Administration. – 2009. – I. 6.
7. Chong, E. Managerial competencies and career advancement: a comparative study of managers in two countries / E. Chong // Journal of Business Research. – 2011. – Vol. 66(3). – pp. 345-353.
8. Benayoune Abdelghani Competency-Based Framework: The and the Challenges - International [Текст] / Abdelghani Benayoune // Journal of Management and Applied Science. – 2017. – Volume 3. – I. 9.
9. Draganidis F. Competency Based Management; a review of Systems and approaches [Текст] / F. Draganidis and G. Mentzas // Information Management & Computer Security. – 2006. – Vol. 14. – No.1. – pp.51-64.
10. Позолотина, Е.И. Применение компетентностного подхода в условиях цифровой экономики / Е.И. Позолотина // Вектор экономики. – 2018. – № 12. – Режим доступа: <http://www.vectoreconomy.ru/images/publications/2018/12/marketingandmanagement/Pozolotina.pdf>.
11. Радько, С.Г. Выбор критериев оценки работников на основе трудового потенциала / С.Г. Радько, С.Г. Дембицкий // Проблемы управления, экономики и права в общегосударственном и региональном масштабах : сб. ст. V Всерос. науч.-практ. конф. / отв. за вып. Е.А. Галиуллина. – М., 2018. – С. 144-149.
12. Слепцова, Е.В. Управление компетенциями в системе управления персоналом / Е.В. Слепцова, М.Ю. Туманова // Экономика устойчивого развития. – 2018. – № 3(35). – С. 293-297.
13. Ansar, A.S. Assessing soft skills of undergraduate students: framework for improving competitiveness, innovation and competence of higher education graduates / A.S. Ansar, H. Ikhfan // Studia Humanitatis. – 2018. – № 1. – P. 4.
14. Данилова О.А., Садова К.В. Сравнительный анализ алгоритмов и методов СППР. Молодежная наука: вызовы и перспективы. Материалы III Всероссийской научно-практической конференции студентов и молодых ученых. Отв. ред. О.В. Карсунцева. – 2020. – С. 272-275.
15. Преимущества использования автоматизированных информационных систем учета кадров на предприятии. Панова А.А., Рангаева В.А., Панов Д.А., Богомолов В.А. В сборнике: МОЛОДЕЖНАЯ НАУКА. сборник статей Международной научно-практической конференции. Пенза, 2020. – С. 24-26.
16. Liu, D. Competency Evaluation Model for the Software Development Team / D. Liu, W. Peng, W. Liu // 1st International Conference on Economic and Business Management (FEBM). – Qingdao, 2016. – Vol. 16. – P. 556-564.
17. Pozolotina, E.I. Correlation between HR-system and its formation based on the job competency model in the digital world / E.I. Pozolotina, I.A. Kulkova // Advances in Social Science, Education and Humanities Research. – 2018. – Vol. 240 (2nd International Conference on New Industrialization: Global, National, Regional Dimension (SICNI 2018)). – P. 394-401.
18. Апенько, С.Н. Формирование специфических профессиональных компетенций персонала в устойчивом управлении проектами / С.Н. Апенько // Омские научные чтения – 2018 : материалы Второй Всерос. науч. конф. – Омск, 2018. – С. 882-885.
19. Железникова, Е. П. Управление компетенциями персонала организации / Е.П. Железникова, М.М. Иванова, А.С. Понятова // Прорывные научные исследования: проблемы, закономерности, перспективы : сб. ст. X Междуна. науч.-практ. конф. – М., 2018. – С. 151-154.
20. Van Assen, M. Key Management Models / M. van Assen, G. van den Berg, P. Pietersma. – L. : Pearson, 2009. – 249 p.
21. Albanese C. Competency-based management education [Текст] / C. Al-banese // Journal of Management Development. – 1989. – Vol. 8 – No. 2. – pp. 6676.
22. Садова К.В. Организация кадрового обеспечения информационной поддержки бизнес-процесса машиностроительного предприятия. - Вестник Волжского университета им. В.Н. Татищева. – 2013. – № 4 (22). – С. 50-55.
23. Башаров И.В., Галкина Я.В., Садова К.В. Проектирование системы оценки компетентностей ИТ-персонала. Молодежная наука: вызовы и перспективы. Материалы III Всероссийской научно-практической конференции студентов и молодых ученых. Отв. ред. О.В. Карсунцева. – 2020. – С. 269-272.
24. Краснов С.В., Куралесова Н.О., Садова К.В. Управление эффективностью работы высококвалифицированных специалистов. - Вестник Волжского университета им. В.Н. Татищева. – 2015. – № 1 (23). – С. 31-36.
25. Позолотина Е.И. Методика формирования модели компетенций для крупного предприятия / Е.И. Позолотина // Управление. – 2018. – Т. 9, № 6. – С. 68-77.
26. Позолотина Е.И. Конструктор программ обучения на основе модели компетенций / Е.И. Позолотина // Вестник современных исследований. – 2018. – № 12.12 (27). – С. 363-367.
27. Позолотина Е.И. Модель компетенций должности как основа для формирования подсистем управления персоналом в крупной организации / Е.И. Позолотина // Вестник УрФУ. Серия: Экономика и управление. – 2019. – Т. 18, № 1. – С.144-158.
28. Садова К.В., Краснов С.С. Имитационное моделирование в управлении социально-экономическими системами. - Вестник волжского университета им. В.Н. Татищева. – 2011. – № 18. – С. 65-72.

Статья поступила в редакцию 11.04.2022

Статья принята к публикации 20.06.2022

УДК 681.121.8

DOI: 10.46548/21vek-2022-1158-0008

АНАЛИЗ КРИТЕРИЕВ, ВЛИЯЮЩИХ НА ТОЧНОСТЬ ИЗМЕРЕНИЯ МАССОВОГО РАСХОДА ЖИДКОСТИ

© Авторы 2022

SPIN: 5378-0207

AuthorID: 644194

ORCID: 0000-0003-2197-6419

ГУДКОВА Екатерина Александровна, аспирант,
старший преподаватель кафедры «Информационные технологии и системы»
Пензенский государственный технологический университет

(440039, Россия, Пенза, проезд Байдукова/улица Гагарина, д. 1а/11, e-mail: gudkova-penza@yandex.ru)

SPIN: 6169-8590

AuthorID: 448228

ORCID: 0000-0002-1313-6826

ResearcherID: P-7345-2015

ScopusID: 55895350100

ТАРАНЦЕВА Клара Рустемовна, доктор технических наук, профессор,
заведующий кафедрой «Биотехнология и техносферная безопасность»
Пензенский государственный технологический университет

(440039, Россия, Пенза, проезд Байдукова/улица Гагарина, д. 1а/11, e-mail: krtar2018@bk.ru)

SPIN: 9986-0973

AuthorID: 614496

ORCID: 0000-0002-2071-5404

ResearcherID: B-5784-2016

ScopusID: 7005080984

МИХЕЕВ Михаил Юрьевич, доктор технических наук, профессор,
заведующий кафедрой «Информационные технологии и системы»
Пензенский государственный технологический университет

(440039, Россия, Пенза, проезд Байдукова/улица Гагарина, д. 1а/11, e-mail: mix1959@gmail.com)

Аннотация. Работа посвящена выявлению факторов, в наибольшей степени влияющих на точность измерения массового расхода жидкостей кориолисовыми расходомерами, и выбору способов снижения этого негативного воздействия. Выявлено, что в наибольшей степени на точность измерения оказывают гидродинамические режимы течения рабочей среды, которые при определенных числах Рейнольдса вызывают вторичные пульсации жидкости. Это приводит к тому, что измерительная трубка расходомера испытывает меньшее влияние силы Кориолиса, и как следствие показания прибора ниже, чем фактический массовый расход. Выявлено также, что помимо гидродинамического режима течения потока на точность прибора влияют температура и давление рабочей жидкости, температура окружающей среды и пульсации самого потока, вызванные резонансными колебаниями труб и трубопроводной арматуры. Показано, что для повышения точности расходомера необходима автоматическая компенсация влияния разности температур между окружающей средой и измеряемой жидкостью, так как ошибка в измерении температуры рабочей среды датчиком с внешней стенки расходомера не позволяет точно рассчитать плотность жидкости. Перепад давления рабочей среды может приводить к смещению нулевого значения кориолисова расходомера, что также требует автоматической подстройки. Пульсации потока вызывают ошибки кориолисовых расходомеров при измерении расхода на частотах, кратных собственной частоте расходомера, и требуют применения методов фильтрации для их устранения или снижения. Сделан вывод, что актуальной задачей является разработка методов автоматической компенсации воздействия описанных факторов.

Ключевые слова: кориолисов расходомер, факторы, точность измерения, пульсации потока, температура, давление, число Рейнольдса.

ANALYSIS OF CRITERIA AFFECTING THE ACCURACY OF MEASURING THE MASS FLOW OF LIQUID

© The Author(s) 2022

ГУДКОВА Ekaterina Aleksandrovna, postgraduate student,
senior lecturer of the Department of Information Technologies and Systems
TARANTSEVA Klara Rustemovna, doctor of technical sciences, professor,
head of the department «Biotechnology and technosphere safety»
МИХЕЕВ Mikhail Yurievich, doctor of technical sciences, professor,

head of the department « Information Technologies and Systems »
Penza State Technological University
(440039, Russia, Penza, Baydukov passage/Gagarina Street, 1a/11,
e-mails: gudkova-penza@yandex.ru, krtar2018@bk.ru, mix1959@gmail.com)

Abstract. The work is devoted to the of factors that most the accuracy of measuring the mass of liquids with coriolis and choosing ways to reduce this negative It is revealed that the hydrodynamic regimes of the working medium have the greatest on the measurement accuracy, which, at certain Reynolds numbers, cause secondary pulsations of the liquid. This leads to the fact that the measuring tube of the meter experiences a reduced of the Coriolis force, and as a result, the readings of the device are lower than the actual mass . It was also revealed that in addition to the hydrodynamic regime, the accuracy of the device is by the temperature and pressure of the working ambient temperature and pulsations of the itself caused by resonant vibrations of pipes and pipe It is shown that in order to increase the accuracy of the , automatic compensation of the of the temperature between the environment and the measured liquid is necessary, since an error in measuring the temperature of the working medium by a sensor from the outer wall of the does not allow accurate calculation of the density of the liquid. The pressure drop of the working medium can lead to a shift of the zero value of the Coriolis meter, which also requires automatic adjustment. Flow pulsations cause errors of coriolis when measuring at frequencies that are multiples of the natural frequency of the , and require the use of methods to eliminate or reduce them. It is concluded that an urgent task is to

Keywords: coriolis , factors, measurement accuracy, pulsations, temperature, pressure, Reynolds number.

Для цитирования: Гудкова Е.А. Анализ критериев, влияющих на точность измерения массового расхода жидкости / Е.А. Гудкова, К.Р. Таранцева, М.Ю. Михеев// XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2022. – Т. 11. – № 2(58). – С. 49-54. – DOI: 10.46548/21vek-2022-1158-0008.

Введение. Точное измерение массового расхода текучих сред необходимо во многих отраслях промышленности – химической, нефтехимической, пищевой и других. Широкое применение кориолисова расходомера для этих целей обусловлено возможностью его непосредственного измерения массового расхода текучих сред и их плотности с высокой точностью. Однако на точность измерения влияет большое количество факторов, обусловленных как принципом измерения расхода жидкости в кориолисовом расходомере, так и различными процессами, протекающими в измеряемой жидкости и окружающей среде.

Кориолисов расходомер имеет одну или несколько измерительных трубок, зажатых с обоих концов. Источник колебаний, расположенный в середине измерительной трубки, передает вибрационное воздействие, с заданной амплитудой и частотой, в результате чего измерительная трубка имеет собственную (резонансную) частоту вибрации f_j . Как только в измерительной трубке начинает течь рабочая среда, на собственную вибрацию трубки начинает оказывать воздействие сила Кориолиса, приводящая к асимметричной деформации левого и правого концов измерительной трубки. Деформация трубки приводит к разнице во времени Δt или фазе между ответными сигналами от двух датчиков, которые чаще всего устанавливаются симметрично относительно источника колебаний. Массовый расход определяют уравнением $q_m = K \times (\Delta t - \Delta t_0)$, где K – коэффициент калибровки расхода, связанный с чувствительностью измерения расхода кориолисовыми расходомерами, Δt_0 – временная задержка калибровки нулевого рас-

хода [1]. В идеальных условиях K и Δt_0 постоянны, а массовый расход линейно пропорционален временной задержке Δt и не зависит от других параметров потока. Однако на практике на точность измерения массового расхода жидкости кориолисовыми расходомерами влияет большое количество факторов, обусловленных условиями проведения процесса измерения [1-8, 17-22] (пульсации потока, изменение фазового состава жидкости и др.), особенностями конструкции и сборки [1-3] (асимметричное демпфирование, условия монтажа и т.д.), внешними условиями эксплуатации [1-3, 9-16] (перепады давления, разница температур жидкости и окружающей среды и др.).

Учет взаимного влияния данных факторов при моделировании работы кориолисова расходомера позволит разрабатывать высокоточные точные модели для исследования и улучшения метрологических характеристик кориолисовых расходомеров.

Методология. Целью данной работы является выявление факторов, в наибольшей степени влияющих на точность измерения массового расхода кориолисовыми расходомерами, и выбор способов снижения этого негативного воздействия. В основу методики исследований заложен анализ физических процессов, происходящих в расходомере. Теоретическое обоснование вопросов, составляющих предмет исследования, базировалось на основных положениях теории гидродинамики и массопереноса. Сравнительный анализ влияния пульсаций потока, перепада температур рабочей жидкости и окружающей среды; а также давления жидкости и гидродинамических режимов её течения на точность измерения массового расхода

кориолисовыми расходомерами проводился на основе имеющихся в открытом доступе данных, полученных аналитическими и численными методами, а также экспериментальных результатов.

Результаты. Анализ имеющихся на сегодняшний день данных показал, что к основным факторам, оказывающим влияние на точность измерения массового расхода кориолисовыми расходомерами, относятся пульсации потока, разницу температур рабочей жидкости и окружающей среды, давление жидкости и гидродинамические режимы потока, определяемые числом Рейнольдса. Ниже проанализированы эти факторы и предложены решения для компенсации их негативного влияния.

Влияние пульсации потока. В промышленных потоках существуют многочисленные источники, приводящие к пульсации жидкости, они вызваны работой различного оборудования (насосами, компрессорами и др.), приводящего к резонансным колебаниям труб и трубопроводной арматуры [2, 4-8].

Теоретически исследования вибраций трубы, с пульсирующим потоком жидкости, описаны Paidousis в работе [4]. Авторы [2, 5-8] показали, что пульсации потока вызывают ошибки в измерениях среднего расхода жидкости.

Аналитическое решение, позволяющее учесть влияние пульсаций потока на массовый расход жидкости, представлено в работе Cheesewright и Clark [5].

Kazahaya [7] доказал, что погрешности измерения, вызваны не только внешней вибрацией, но также перепадом температуры и давления, и предложил методику их исправления.

Установлено [5-7], что кориолисовы расходомеры дают ошибочные показания массового расхода для пульсаций потока на частоте, совпадающей с собственной частотой расходомера f_1 , и на частоте, представляющей собой сумму и разность частоты пульсаций (f_p) и собственной частоты расходомера $-f_p \pm f_1$, независимо от конструкции расходомера [5]. Фильтрация сигналов позволяет уменьшить или устранить эту проблему, однако, она неэффективна в случае, если частота пульсации f_p близка к f_1 .

Svete и соавторы [2] теоретически и экспериментально исследовали влияние пульсации потока на точность измерения. Проведенный ими анализ ряда коммерчески доступных расходомеров, с различными геометрическими формами, показал, что пульсации потока влияют на работу расходомера в результате биения при его приводном движении. Экспериментальные исследования подтвердили, что в результате пульсации потока, возникают не только вышеуказанные вибрации, но и колебания измерительной трубки вследствие возбуждения на частоте пульсаций. Результаты проверки [2] точности кориолисовых расходомеров при наличии пульсаций потока показали, что даже при относительно одинаковых индуцированных пульсациях потока, средняя погрешность измерения

массового расхода значительно отличается от одной модели расходомера к другой. Эта разница обусловлена различиями алгоритмов определения разности фаз между сигналами датчиков и методов коррекции поправочных коэффициентов у различных производителей расходомеров, представляющими коммерческую тайну.

Точность кориолисовых расходомеров ухудшается, когда частота вибрационных движений измерительной трубки, вызванных пульсациями потока, равна одной из собственных частот расходомера. Это представляет серьезную проблему для производителей расходомеров, поскольку увеличение собственных частот измерительной трубки для избегания влияний пульсации требует повышения ее жесткости [2].

Результаты исследований показали, что доминирующей причиной погрешностей кориолисовых расходомеров из-за пульсаций потока является возбуждение дополнительных вибраций измерительной трубки на частоте, соответствующей более высокой моде колебаний трубки f_2 .

Авторами [5-7] предложены методы для определения разности фаз между сигналами датчиков кориолисовых расходомеров, позволяющие устранить влияние всех частотных составляющих, кроме близких к собственной частоте f_1 .

В работе [2] рассмотрены ошибки калибровки кориолисовых расходомеров из-за пульсаций потока с частотами f_2 и $f_2 \pm f_1$.

Furuichi и соавторы [8] провели сравнительный анализ чувствительности кориолисовых, вихревых, турбинных, ультразвуковых, электромагнитных расходомеров к переменному расходу жидкости. Исследована реакция на внезапное повышение и резкое уменьшение скорости потока, реакция на частоту и амплитуду пульсации потока, оценено среднее значение расхода для различных расходомеров. Выявлено, что отклонение, вызванное пульсирующим потоком (как с низкой, так и с высокой частотой пульсации), у кориолисовых расходомеров намного меньше, чем у других испытанных расходомеров, что дает возможность использовать его в качестве эталонной системы измерения расхода [8].

Влияние температур жидкости и окружающей среды. При изменениях температур окружающей среды и измеряемой жидкости, а также при их резком перепаде, возможны ошибки кориолисовых расходомеров в расчетной плотности и определении массового расхода.

Известно, что плотность жидкости зависит от температуры. Для того, чтобы не допустить ошибок в определении массового расхода и расчетной плотности, производители расходомеров устанавливают на измерительной трубке датчик температуры. На основе значений измеряемой температуры вносятся корректировки в вычисляемые данные плотности и массового расхода рабочей жидкости. Также осуществляется подстройка частоты колебаний в соответствии с изменением плотности для поддержания

резонансной частоты измерительной трубки.

Если влияние температуры рабочей среды на точность кориолисовых расходомеров изучено достаточно хорошо и не требует дальнейшего рассмотрения, то влияние перепадов температур окружающей среды, разницы температур окружающей среды и измеряемой жидкости на показания прибора требуют дальнейшего изучения.

Модель, разработанная Costa и соавторами [9] позволяет скорректировать данные, измеренные кориолисовым расходомером, для учета влияния изменения температуры окружающей среды. Исследовались потоки с массовым расходом от 1 кг/с до 15 кг/с в диапазоне температур от 12°C до 45°C. Данные расчета согласуются с экспериментальными в пределах $\pm 0,08\%$. Если пренебречь модулем сдвига (в форме коэффициента Пуассона), погрешность измерения массового расхода по предложенной модели составляет до 0,24%.

MacDonald и соавторы [10] установили зависимость погрешности измерения кориолисовым расходомером от температуры в диапазоне от -40°C до 40°C. Выявлено, что если температура расходомера сильно отличается от температуры поступающей среды, ошибки могут составлять до 15% даже при низких расходах до 0,5 кг/мин.

В настоящее время, температура жидкости, поступающей в кориолисов расходомер, определяется с помощью датчика температуры, закрепленного на внешней стенке измерительной трубки. Таким образом датчик не находится в непосредственном контакте с рабочей жидкостью, и значение температуры, выдаваемое преобразователем расхода кориолисова расходомера, основано на измерении температуры стенки трубки.

Исследования [11] показали, что температура жидкости, согласно показаниям расходомера увеличилась с 19°C до 25,5°C, в то время как фактически температура жидкости увеличилась только с 19°C до 21,5°C. Временная задержка, в течение которой наблюдался дрейф из-за повышения температуры окружающего воздуха, составляла около пятнадцати минут. Разница между измеренной и фактической температурой жидкости объясняется эффектом теплопередачи через стенки трубки.

Результаты исследований Lindsay и соавторов [12] подтвердили ошибки кориолисова расходомера при определении расчетной плотности, вызванные разницей температуры окружающего воздуха и рабочей средой. По мере увеличения перепада температур между рабочей жидкостью и температурой окружающего воздуха погрешность возрастала.

Эти результаты также, как и предыдущие исследования [11], показывают, что в протестированных моделях температурной компенсации, присутствуют ограничения, вызывающие ошибки измерения в полевых условиях. Вызвано это тем, что, как правило, коэффициенты для калибровки плотности определяют на последней стадии изготовления расходомера.

В качестве базовой жидкости используют воду с температурой 20°C [13]. Температура окружающего воздуха в тестируемых моделях не учитывается [11]. Это, а также отклонение свойств рабочей жидкости от свойств воды, приводят к возникновению ошибок при измерении на практике.

Таким образом, в измерительных системах, с изменяющимися внешними и внутренними факторами необходимо, чтобы расходомер динамически компенсировал эти влияния. Поэтому актуальной задачей является разработка методов автоматической компенсации воздействия температуры окружающего воздуха и рабочей среды во время работы расходомера.

Влияние давления жидкости. Влияние изменения давления жидкости в ходе технологического процесса проявляется в изменении погрешности кориолисова расходомера при определении расхода и плотности вследствие отличия давления измеряемой среды от давления при калибровке.

Авторы [3, 14-16] показали, что несмотря на то, что перепад давления жидкости напрямую не влияет на характеристики плотности, он может вызывать эффект смещения нуля, т.е. влиять на калибровку нулевого значения. Поскольку взаимосвязь между давлением и нулевым значением кориолисова расходомера сложно идентифицировать, на практике [16] рекомендуется проверка нулевого значения при рабочем давлении, а затем повторное обнуление, если значение не соответствует спецификации. Нулевое значение кориолисова расходомера следует периодически проверять на соответствие техническим характеристикам устройства. Следует использовать динамический коэффициент компенсации давления там, где это возможно. Другой способ – использовать коэффициент статической компенсации. Однако он не подходит для процессов со значительными колебаниями давления.

Влияние гидродинамических режимов течения жидкости. Работа кориолисовых расходомеров зависит от гидродинамики, а именно, структуры потока протекающего по трубе. Критерий Рейнольдса (Re), характеризующий гидродинамический режим, является мерой отношения сил инерции внутреннего трения в потоке. Потоки жидкости можно описать как находящиеся в одном из трех состояний: турбулентном ($Re > 10000$), ламинарном ($Re < 2300$) или переходном ($2300 < Re < 10000$).

Сужение диаметра расходомерной трубки и применение конструкций с различной формой трубок и степенью их шероховатости может вызвать возникновение вихрей (вторичных потоков жидкости) даже при малых значениях чисел Рейнольдса. Так, в наиболее распространенных расходомерах [1] со средними скоростями потока существуют ограничения, связанные с возникновением силы Кориолиса при ламинарном течении жидкости [17-22]. В ламинарном режиме создается вторичная осциллирующая поперечная сила, и часть силы Кориолиса тратится на преодоление этой вторичной

силы, в результате, вносится меньший вклад в создание фазового сдвига (т.е. запаздывания по времени) [17]. Следовательно, показания кориолисова расходомера оказываются ниже фактического массового расхода. С увеличением числа Рейнольдса толщина сдвигового слоя экспоненциально уменьшается и отношение силы сдвига к силе Кориолиса становится пренебрежимо малым.

Число Рейнольдса в измерительной трубке рассчитывается как: $Re = \frac{4m}{n_i \pi \mu d}$, где m – массовый расход, n_i – количество измерительных трубок, μ – динамическая вязкость, а d – внутренний диаметр измерительной трубки.

Для определения сдвига в отклике расходомера авторы [17] разделили составляющие уравнения Навье-Стокса на стационарную и осциллирующую части, а затем из осциллирующей составляющей получили следующее уравнение баланса импульса для колеблющегося потока:

$$\frac{\partial \rho u_j}{\partial t} + \left(\frac{\partial \rho u_j \bar{u}_i}{\partial x_i} + \frac{\partial \rho u_j \bar{v}_j}{\partial x_i} \right) = - \frac{\partial p}{\partial x_i} \delta_{ij} + \frac{\partial \sigma_{ij}}{\partial x_i},$$

где $\frac{\partial \rho u_j \bar{u}_i}{\partial x_i} + \frac{\partial \rho u_j \bar{v}_j}{\partial x_i}$ – член осциллирующей силы Кориолиса, $\frac{\partial \sigma_{ij}}{\partial x_i}$ – член осциллирующей поперечной силы.

Bobovnik и соавторы [17] изучили влияние профиля скорости на точность работы кориолисова расходомера с прямой трубкой для различных соотношений сторон и указали на заметную потерю чувствительности расходомера при низких числах Рейнольдса. Потеря точности при определении массового расхода составила около 8% при $Re=3000$ для двух разных длин измерительной трубки ($\alpha=20$ и 40). Авторы [18] подтвердили, что их оценка согласуются с результатами теоретических расчетов.

Таким образом, потеря чувствительности кориолисова расходомера при низких числах Рейнольдса представляет серьезные проблемы при применении расходомеров данного типа.

Чувствительность расходомера $K=\Delta\varphi/q_m$, определяется как отношение между разностью приращением массового расхода $\Delta\varphi$ к величине массового расхода q_m :

$$q_m = \rho_0 \int_0^{R_i} V_{x0}(r) 2\pi r dr = \rho_0 V_0 \pi R_i^2,$$

где V_0 – средняя скорость потока.

Исходя из уравнения очевидно, что на чувствительность к массовому расходу влияет установившееся распределение скорости только в том случае, если весовая функция $W_x(r)$ изменяется с координатой r .

Моделирование выполнено для равномерно распределенного профиля скорости $V_{x0}(r)=V_0$ для турбулентного профиля, задаваемого степенным законом:

$$V_{turb}(r) = V_0 \cdot \frac{60}{49} \left(1 - \frac{r}{R_i}\right)^{\frac{1}{7}}, Re \approx 10^5,$$

и, как предельный случай, ламинарного профиля, задаваемого параболическим законом:

$$V_{lam}(r) = V_0 \cdot 2 \left(1 - \left(\frac{r}{R_i}\right)^2\right), Re < 2000.$$

Соответствующие значения чувствительности расходомера обозначены K_0 , K_{turb} и K_{lam} соответственно.

В работе [18] чувствительность к массовому расходу представлена в виде отношения профиля, полученного для выбранной скорости, к равномерно распределенному профилю:

$$\frac{K}{K_0} = \frac{\int_0^{R_i} V_{x0}(r) \bar{W}_x(r) r dr}{V_0 \int_0^{R_i} \bar{W}_x(r) r dr}.$$

Анализ размерностей математической модели, используемой для вывода уравнения, показывает, что это отношение является функцией безразмерных характеристик:

$$\frac{K}{K_0} = \frac{K}{K_0} \left(Re, n, \frac{L}{R}, \frac{s}{L}, \frac{h}{R}, \frac{\rho}{\rho_0}, v \right).$$

Kutin и др. [19] выполнили численный расчет двух различных гидродинамических режимов прямой измерительной трубки. Было обнаружено существенное отклонение в работе расходомера при малых Re . В ряде экспериментов указывается, что заметный рост показаний временной задержки, пропорциональной массовому расходу, наблюдается после $Re \approx 1300$, что соответствует ламинарному потоку жидкости.

Luo и Wu [20] обнаружили, что в случае ламинарного или нестационарного потока ($Re \approx 4000$), отклонение является флуктуирующим, в то время как в турбулентном потоке это отклонение незначительно.

Известно, что жидкости с разной вязкостью могут иметь разный коэффициент демпфирования [17]. Когда колебания структурной области затухают во время потока жидкости, источник колебаний должен возбуждать дополнительную силу, чтобы компенсировать потерю амплитуды, вызванную демпфированием жидкости. Поскольку демпфирование влияет на собственную частоту расходомерной трубки, коэффициент расхода изменяется, что напрямую влияет на массовый расход. Эффект снижения собственной частоты вызван взаимодействием между жидкостью и стенками трубки расходомера. В связи с этим необходимо учитывать демпфирующий эффект.

Vikram и соавторы [21] оценили производительность кориолисовых расходомеров с различными конфигурациями трубок, а также исследовали влияние таких факторов, как местоположения датчиков, амплитуды и частоты вибрации, на временную задержку в режиме ламинарного потока. Выявлено, что наиболее заметный рост показаний временной задержки наблюдался при $Re \approx 1300$.

Обсуждение. Сравнительный анализ влияния пульсации потока, температуры измеряемой жидкости и перепада температур жидкости и окружающей среды, давления жидкости, гидродинамических режимов течения жидкости на точность измерения кориолисова расходомера показал следующее:

1. Пульсации потока вызывают ошибки в измерениях среднего расхода на:
 - собственной частоте кориолисовых расходомеров;

– частоте, представляющей собой сумму и разность частоты пульсаций (f_p и собственной частоты $-f_p \pm f_1$;

– частоте, соответствующей следующей более высокой моде колебаний трубки f_2 ;

– частоте $f_2 \pm f_1$.

2. Изменения температуры окружающей среды и измеряемой жидкости приводят к ошибкам кориолисовых расходомеров в расчете плотности и массового расхода.

3. Изменение давления рабочей среды влияет на калибровку нулевого значения прибора.

4. Ламинарный режим течения жидкости негативно влияет на деформацию измерительной трубки, вызываемую силой Кориолиса, вносящей из-за этого меньший вклад в создание фазового сдвига.

Все это накладывает определенные ограничения на использование математического аппарата при выполнении моделирования кориолисового расходомера.

Синтез упрощенных моделей кориолисовых расходомеров, с возможностью учета всех факторов, их динамически меняющегося влияния на процесс измерения, довольно затруднителен. Выходом из подобной ситуации служит либо учет только наиболее значимых факторов, напрямую влияющих на моделируемый процесс, с целью выявления конкретной зависимости, либо применение современных средств численного моделирования, таких как *Ansys*, *COMSOL Multiphysics*. При этом необходимо учитывать, что применение численных моделей в режиме реального времени при работе конкретного расходомера с целью компенсации его погрешностей затруднено вследствие их сложности и высоких вычислительных затрат.

Выводы. Для обеспечения высокой точности измерения кориолисовыми расходомерами рекомендуется корректировать их работу в режиме реального времени с автоматической компенсацией комбинированного воздействия описанных факторов. Коррекцию вышеперечисленных эффектов необходимо выполнять непосредственно в электронике расходомера, а алгоритм коррекции имплантировать в устройство обработки сигналов расходомеров.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Wang T., Baker R. Coriolis mass flowmeters: a review of developments over the past 20 years, and an assessment of the state of the art and likely future directions // *Flow Measurement and Instrumentation*. – 2014. – Т.40. – С. 99-123. – DOI: 10.1016/j.

2. Svete, A., Kutin, J., Bobovnik, G., Bajsic, I. Theoretical and experimental investigations of pulsation in Coriolis mass flowmeters // *Journal of Sound and Vibration*. – 2015. – Т.352. – С. 30-45. – DOI:10.1016/j.jsv.2015.05.014.

3. Юрманов, В.А., Гудков К.В. Анализ некоторых погрешностей кориолисовых расходомеров // *Современные информационные технологии*. – 2006. – № 4. – С. 48-50.

4. Paidoussis M.P. Fluid-structure Interactions: Slender Structures and Axial Flow. Volume 1. Academic Press: London, 1998. – 572 p.

5. Cheesewright R., Clark C. The effect of pulsations on Coriolis mass flowmeters // *J. Fluids Struct.* – 1998. Т.12. – С.

6. Belhadj A., Cheesewright R., Clark C. The simulation of Coriolis meter response to pulsating flow using a general purpose code // *J. Fluids Struct.* – 2000. – Т.14. – С. 613-634.

7. Kazahaya M. A mathematical model and error analysis of Coriolis mass flowmeters // *IEEE Trans. Instrum. Meas.* – 2011. – Т.60. – С. 1163-1174. DOI:10.1109/TIM.2010.2086691.

8. Furuichi N., Cheong KH., Yoshida T. Experimental study to establish an evaluating method for the responsiveness of liquid flowmeters to transient flow rates // *Flow Measurement and Instrumentation*. – 2021. – Т.82. – 102067. – doi:10.1016/j.flowmeas.2021.102067.

9. Costa F., Pope J., Gillis K. Modeling Temperature Effects on a Coriolis Mass Flowmeter // *Flow Measurement and Instrumentation*. – 2020. – Т.76. – 101811. DOI: 10.1016/j.flowmeas.2020.101811.

10. MacDonald, M., de Huu, M., Maury, R., Bükér, O. Calibration of hydrogen Coriolis mass flowmeters using nitrogen and air and investigation of the effect of temperature on measurement accuracy // *Flow Measurement and Instrumentation*. – 2021. – Т.82. – 102067.

11. Lindsay G., Hay J., Glen N., Shariatipour S. Investigation of the effect of ambient temperature on the secondary process value drift due to ambient temperature // *Flow Meas. Instrum.* – 2018. – Т.73. – 101754.

12. Lindsay G., Glen N., Hay J., Shariatipour S., Henry M. Coriolis meter density errors induced by ambient air and temperature // *Flow Measurement and Instrumentation*. – 2020. – Т.73. – 101754. – doi:10.1016/j.flowmeas.2020.101754.

13. ISO 10790:2015. Measurement of mass flow in closed conduits – Guidance to the selection, installation and use of Coriolis mass flowmeters (mass, density and volume measurements).

14. Mills C. Calibrating and operating Coriolis mass flowmeters with respect to process temperature // *Flow Measurement and Instrumentation*. 2020. Т. 71. 101649. – doi:10.1016/j.flowmeas.2019.101649.

15. Wang, Y. Hussain. Pressure effects on Coriolis mass flowmeters // *Flow Meas. Instrum.* – 2010. – № 21. – С. 504-510.

16. Mills C. The consistency of pressure measurements between three identical Coriolis mass flowmeters // *Flow Measurement and Instrumentation*. – 2021. – Т.80. – 102001. – doi:10.1016/j.flowmeas.2021.102001.

17. Kumar V., Anklin M., Schwenter B. Fluid-Structure Interaction (FSI) Simulations on the Sensitivity of Coriolis FlowMeter Under Low Reynolds Number Flows // *Proceedings of the 15th Flow Measurement Conference (FLOMEKO)*, Taipei, Taiwan. – 2010. – С. 13-15.

18. Kutin J. et al. Weight vector study of velocity measurement in straight-tube Coriolis mass flowmeters employing circumferential modes // *Flow Measurement and Instrumentation*. – 2005. – Т.16. – № 6. – С. 375-385. – doi:10.1016/j.flowmeas.2005.04.008.

19. Kutin J., Bobovnik G., Hemp J., Bajsic I. Velocity measurement in Coriolis mass flowmeters: Recent developments and open questions // *Flow Measurement and Instrumentation*. – 2006. – Т.17. – № 6. – С. 349-358.

20. Luo R., Wu J. Fluid-Structure Coupling Analysis and Simulation of Viscosity Effects on Coriolis Mass Flowmeter // *International Journal of Aerospace and Lightweight Structures (IJALS)*. – 2013. – Т.3. – №2. – 253. DOI:10.3850/S2010428613000652.

21. Vikram A. Kolhe, Ravindra L. Edlabadkar. Performance evaluation of Coriolis mass flowmeter in laminar flow regime // *Flow Measurement and Instrumentation*. – 2021. – Т.77. – 101837.

22. Haussmann, M., Claro Berreta, A., Lipeme Kouyi, G., Riviere, N., Nirschl, H., Krause, M. J. Large-eddy simulation coupled with wall models for turbulent channel flow at high Reynolds numbers with a lattice Boltzmann method – Application to Coriolis mass flowmeters // *Comput. Math. Appl.* – 2019. – Т.78. – № 10. – С. 3285-3302. DOI:10.1016/j.camwa.2019.04.033.

Статья поступила в редакцию 16.05.2022

Статья принята к публикации 20.06.2022

УДК 67.08

DOI: 10.46548/21vek-2022-1158-0009

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЕЛИЧИНЫ ПРОГИБА ОСИ РОТОРА ДИСПЕРГАТОРА
ЧИСЛЕННЫМИ МЕТОДАМИ**

© Автор(ы) 2022

SPIN: 9220-0752

AuthorID: 254439

ORCID: 0000-0001-6623-7228

АВРОРОВ Валерий Александрович, доктор технических наук, профессор кафедры «Пищевые производства»
Пензенский государственный технологический университет
(440028, Россия, г.Пенза, пр. Байдукова/ул.Гагарина, 1а/11, e-mail: v_avrorov@bk.ru)

SPIN: 8595-4447

AuthorID: 839997

ORCID: 0000-0003-3506-3303

МУРАШКИНА Оксана Александровна, старший преподаватель кафедры «Пищевые производства»
Пензенский государственный технологический университет
(440028, Россия, г.Пенза, пр. Байдукова/ул.Гагарина, 1а/11, e-mail: xenian13@yandex.ru)

SPIN: 4884-0473

AuthorID: 839818

ORCID: 0000-0001-7952-359X

САРАФАНКИНА Елена Александровна, старший преподаватель кафедры «Пищевые производства»
Пензенский государственный технологический университет
(440028, Россия, г.Пенза, пр. Байдукова / ул.Гагарина, 1а/11)

Аннотация. Роторный узел высокоскоростного диспергатора жидких неоднородных сред по условиям работы относится к наиболее нагруженным узлам и определяет ресурс диспергатора, который во многом зависит от масштабного фактора, величины и условий приложения нагрузок, назначенных при конструировании этого узла. В данной статье для предварительной оценки возможной величины прогибов оси ротора при заданных ее размерах и величине прилагаемой нагрузки были использованы численные методы проверочного расчета, применяемые в инженерной практике. Установлено, что величина прогиба оси, определенная тремя различными методами расчета практически одинакова, ее численное значение мало и не может оказать отрицательного влияния на ресурс роторного узла. Принятые для действующей модели размеры роторного узла могут быть применены при проектировании промышленного образца диспергатора.

Ключевые слова: высокоскоростной роторный диспергатор, роторный узел, ось ротора, изгибная жесткость оси, внешние нагрузки, прогибы оси, численные методы расчета прогибов.

**DETERMINATION OF THE DEFLECTION VALUE OF THE ROTOR AXIS OF A HIGH-SPEED
DISPERSANT BY NUMERICAL METHODS**

© The Author(s) 2022

AVROROV Valery Alexandrovich, doctor of technical sciences, professor of the department of “Food production”
MURASHKINA Oxana Aleksandrovna, senior lecturer of the department of “Food production”
SARAFANKINA Elena Aleksandrovna, master, senior lecturer of the department “Food production”
Penza State Technological University
(440028, Russia, Penza, pr. Baidukova/Gagarin st. 1a/11, e-mails: v_avrorov@bk.ru, xeniam13@yandex.ru)

Abstract. The rotary unit of a high-speed dispersant of liquid inhomogeneous media, according to operating conditions, belongs to the most loaded units and determines the resource of the dispersant, which largely depends on the scale factor and the conditions of application of loads taken into account when designing this unit. In this article, numerical methods of calculation used in engineering practice were used for a preliminary assessment on the current dispersant model of the possible deflection of the rotor axis at its dimensions and the magnitude of the applied load. It is established that the value of the deflection of the axis determined by three calculation methods is almost the same, its numerical value is small and cannot have a negative impact on the resource of the dispersant. The accepted dimensions of the rotary dispersant assembly are recommended to be used in the design of an industrial sample of the dispersant.

Keywords: high-speed rotary disperser, rotary assembly, rotor axis, bending of the axis, external loads,

Для цитирования: Авров В.А. Определение величины прогиба оси ротора диспергатора численными методами / В.А. Авров, О.А. Мурашкина, Е.А. Сарафанкина // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2022. – Т. 11. – № 2(58). – С. 55-58. – DOI 10.46548/21vek-2022-1158-0009.

Введение. В инженерной практике для определения величин прогибов ступенчатых валов и осей переменного сечения под действием внешних нагрузок широко используются численные методы расчета, в частности: метод конечных разностей, конечных элементов или базисных вариаций и др. [1-7]. Эти методы позволяют заменить дифференциальное уравнение изгибной жесткости оси или вала более простыми алгебраическими уравнениями, дающими приближенную оценку величины прогиба в выбранных узловых точках, достаточную для принятия решения при назначении размеров элементов осей и валов при

их проектировании.

Для диспергирования жидких неоднородных сред в отраслях промышленности используются различные технические устройства от известных клапанных гомогенизаторов, осевых и центробежных форсунок до роторных диспергаторов и устройств [8-16].

Для ультратонкого диспергирования жидких неоднородных дисперсных систем, таких как пищевые и другие эмульсии и суспензии, был предложен один из вариантов исполнения роторного диспергатора со скоростями вращения ротора до 10^5 и более мин^{-1} (рис. 1) [17].

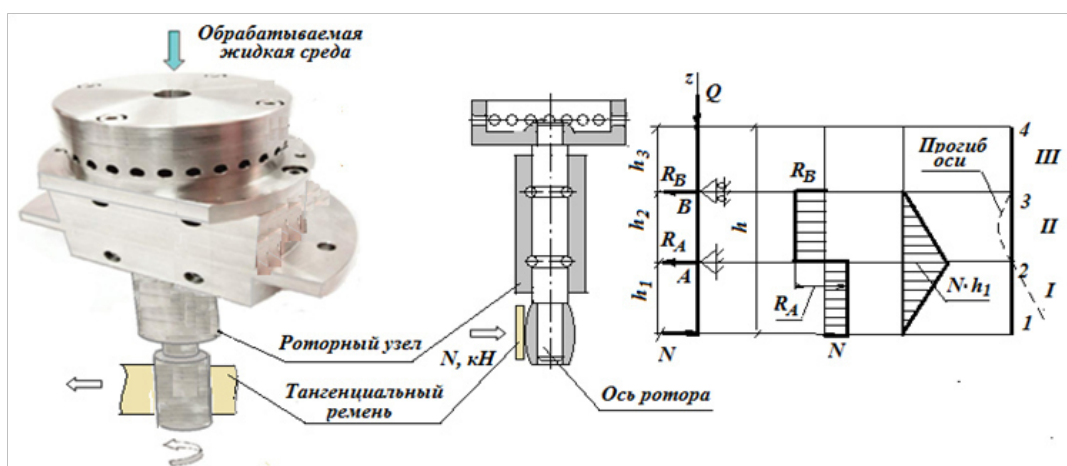


Рисунок 1 – Вариант конструктивного исполнения диспергатора и эпюры поперечных сил и изгибающих моментов оси ротора

В ранее проведенных нами работах [18-22] были исследованы гидродинамические параметры процесса диспергирования эмульсий и суспензий и определены рациональные технологические характеристики роторного диспергатора. В связи с тем, что элементы диспергатора во время работы на высоких скоростях вращения будут испытывать, кроме того, существенные механические нагрузки, необходимо провести оценку влияния этих нагрузок на работоспособность этих элементов.

При работе диспергатора наиболее нагруженным его узлом будет являться роторный узел, содержащий ось ротора, установленную в двух шариковых опорах, чашу и приводной шкив. На ось ротора в зависимости от варианта конструктивного исполнения приводного шкива диспергатора, кроме сил инерции, будут воздействовать радиальная сила давления от тангенциального приводного ремня или сила натяжения от охватывающих шкив ветвей гибкой связи, которые могут привести к недопустимым прогибам оси. Кроме того, на ось также может воздействовать осевая сила, величина которой будет зависеть от массы чаши и ее содержимого.

Методология. Целью данной статьи являлась предварительная оценка возможных прогибов оси ротора на действующей модели диспергатора для уточнения ее размеров с позиций обеспечения необходимой изгибной жесткости.

Для варианта исполнения шкива с бочкообразным

профилем сосредоточенная сила нормального давления N от ремня будет вызывать изгибающий момент равный $M_{изг} = Nh_1$.

Геометрические размеры оси действующей модели роторного узла и приложенные к ней внешние нагрузки:

- длина оси $l = 120$ мм;
- длина консолей оси 40 мм;
- расстояние между подшипниковыми опорами 40 мм;
- диаметр участков оси 8 и 10 мм;
- сила нормального давления на ось от тангенциального ремня $N = 0,1$ кН;
- сила осевого давления на ось со стороны чаши $Q = 0,4$ кН;
- модуль упругости материала оси ротора $E = 2 \cdot 10^5$ МПа;
- изменение момента инерции поперечного сечения оси ротора относительно координатной оси Ox $I_x = (l+z)(l-z) \cdot 10^{-6}$, м^4 .

Результаты. Определение величины прогиба оси ротора методом конечных разностей. Уравнение для изогнутой оси ротора

$$\frac{d}{dz} \left(EI(z) \frac{dv(z)}{dz} \right) + Qv(z) = -M_x^N(z) \quad (1)$$

где $EI(z)$ – изгибная жесткость оси, как функция от ее длины, $\text{кН} \cdot \text{м}^2$; v – величина прогиба оси под действием изгибающего момента, м; $M_x^N(z)$ – изгибающий момент, действующий на ось от силы

нормального давления N , кН·м; $Qv(z)$ – изгибающий момент от силы осевого давления Q , кН·м.

При использовании метода конечных разностей решение задачи заключается в поиске функции прогиба $v(x,y)$ дифференциального уравнения (1) заменяющими ее численными значениями функции $\bar{v}(x,y)$ в нескольких узловых точках [2,5].

Для этого разобьем ось на три равных участка I, II, III, границы участков (узловые точки) пронумеруем (1, 2, 3, 4), и значения прогибов оси будем искать для этих участков

При постоянной длине участков $h_i = const$ имеем

$$\frac{d}{dz} \left(EI(z) \frac{dv(z)}{dz} \right) \approx \frac{1}{h^2} (EI_i(v_{i+1} - v_i) - EI_{i-1}(v_i - v_{i-1})). \quad (2)$$

В этом случае линейный аналог искомой задачи запишется как

$$\begin{cases} \frac{1}{h^2} (EI_1 \cdot v_1 - (EI_1 + EI_2)v_2 + EI_2 v_3) + Qv_1 = 0 \\ \frac{1}{h^2} (EI_2 v_2 - (EI_2 + EI_3)v_3 + EI_3 v_4) + Qv_2 = M_2^N \\ v_3 = 0 \\ v_4 = 0 \end{cases} \quad (3)$$

Изгибная жесткость участков оси при заданных размерах и нагрузках будет равна $EI_1 = 2,8 \text{ кН} \cdot \text{м}^2$; $EI_2 = 2,16 \text{ кН} \cdot \text{м}^2$; $EI_3 = 0,88 \text{ кН} \cdot \text{м}^2$.

Подставив исходные данные, находим из первых двух уравнений системы (3) величины прогибов для участков оси ротора 1-2 и 2-3.

$$v_{1,2} = 1,05 \cdot 10^{-4} \text{ м}; v_{2,3} = 6 \cdot 10^{-5} \text{ м}.$$

Определение величины прогибов оси ротора методом базисных вариаций. Вектор прогибов оси ротора при использовании данного метода представляется в виде линейной комбинации единичных векторов $e^{(j)}$ с коэффициентами v_j [7]:

$$\bar{v} = \sum_{j=1}^N v_j e^{(j)}, \quad (4)$$

где N – количество элементов в векторах \bar{v} и $e^{(j)}$.

Для нашего случая система линейных уравнений для нахождения величины прогиба оси.

$$\begin{cases} \tilde{a}_{11} \bar{v}_1 + \tilde{a}_{12} \bar{v}_2 + \tilde{a}_{13} \bar{v}_3 + \tilde{a}_{14} \bar{v}_4 = \tilde{b}_1 \\ \tilde{a}_{21} \bar{v}_1 + \tilde{a}_{22} \bar{v}_2 + \tilde{a}_{23} \bar{v}_3 + \tilde{a}_{24} \bar{v}_4 = \tilde{b}_2 \\ \tilde{a}_{31} \bar{v}_1 + \tilde{a}_{32} \bar{v}_2 + \tilde{a}_{33} \bar{v}_3 + \tilde{a}_{34} \bar{v}_4 = \tilde{b}_3 \\ \tilde{a}_{41} \bar{v}_1 + \tilde{a}_{42} \bar{v}_2 + \tilde{a}_{43} \bar{v}_3 + \tilde{a}_{44} \bar{v}_4 = \tilde{b}_4 \end{cases}, \quad (5)$$

где $\tilde{a}_{ij} = k_i k_j a_{ij}$, $\tilde{b}_i = k_i (-M_x^N)$; M_x^N – значение внутреннего изгибающего момента определяется из эпюры (рис.1).

Имеем

$$\tilde{a}_{11} = a_{11} = (Le^{(1)})_1 = \frac{2,8}{0,04^2} + 0,4 = 1750,4$$

$$\tilde{a}_{12} = a_{12} = (Le^{(2)})_1 = \frac{-2,16 - 2,8}{0,04^2} = -3100$$

$$1750,4v_1 - 3100v_2 = 0$$

$$\tilde{b}_2 = -M_2^N = -0,08.$$

$$1350v_2 = -0,08.$$

Откуда величина прогибов оси на участках 1-2 и 2-3 оси равна

$$v_{1,2} = 1,04 \cdot 10^{-4} \text{ м}; v_{2,3} = 5,9 \cdot 10^{-5} \text{ м}.$$

Определение величины прогибов оси ротора методом конечных элементов. Функционал, соответствующий уравнению изогнутой оси ротора под действием внешней нагрузки, выражается формулой:

$$\mathcal{E}(v) = \int_0^l \left[\frac{1}{2} \left[EI(z) \left(\frac{d^2 v}{dz^2} \right)^2 \right] - M_x^N(z) \right] dz \quad (6)$$

и в матричной форме для i -го элемента оси ротора запишется как [4,6]

$$\mathcal{E}_i(v_i) = \frac{1}{2} (A_i \bar{v}_i) - (\bar{F}_i, \bar{v}_i). \quad (7)$$

В данной задаче выделено три конечных элемента, и общая жесткость оси определяется объединением жесткостей этих элементов (рис. 2).

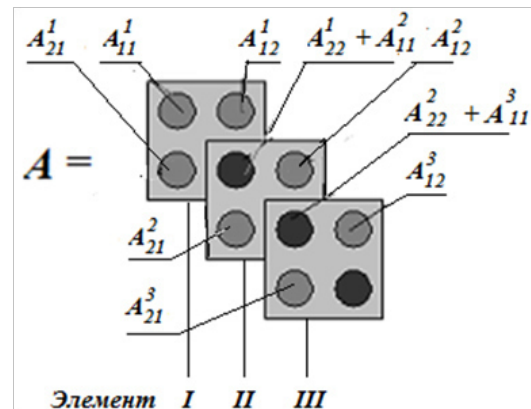


Рисунок 2 – Иллюстрация к определению матрицы общей жесткости оси ротора из жесткостей отдельных элементов

Ожидаемая величина прогибов оси на участках 1-2 и 2-3 при $EI_1 = 2,8 \text{ кН} \cdot \text{м}^2$, $EI_2 = 2,16 \text{ кН} \cdot \text{м}^2$, $EI_3 = 0,88 \text{ кН} \cdot \text{м}^2$ будет соответственно равна $v_{1,2} = 1,048 \cdot 10^{-4} \text{ м}$ и $v_{2,3} = 5,93 \cdot 10^{-5} \text{ м}$.

Обсуждение. Сравнительный проверочный расчет ожидаемой величины прогибов оси ротора, проведенный численными методами, показал, что величина прогибов оси при принятых конструктивных размерах и внешних нагрузках практически одинакова и вследствие своей малости не может оказать решающего влияния на процесс диспергирования и ресурс роторного узла при работе на частотах вращения до 10^5 мин^{-1} .

Выводы. Основные базовые размеры роторного узла могут быть использованы при проектировании экспериментального образца высокоскоростного роторного диспергатора.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Крайнов А.Ю., Моисеева К.М. Численные методы решения краевых задач для обыкновенных дифференциальных уравнений: учебное пособие. – Томск: STT, 2016. – 44 с.
2. Ковеня В.М., Чирков Д.В. Методы конечных разностей и конечных объемов для решения задач математической физики: учебное пособие. – Новосибирск, 2013. – 86 с.
3. Андреев В.Б. Лекции по методу конечных элементов: учебное пособие. – М: МГУ, 2010. – 264 с.
4. Зенкевич О. Метод конечных элементов в технике. Пер. с англ. – М: Мир, 1975.
5. Шишановский А.О., Путья А.В. Применение метода

конечных разностей в решении задач прикладной механики. – Гомель: БГУТ, 2008. – 61 с.

6. Фокин В.Г. Метод конечных элементов в механике деформируемого тела. Учебное пособие. – Саратов: СГТУ, 2010. – 31 с.

7. Золотов А.Б., Сидоров В.Н. Метод базисных вариаций для численного решения краевых задач // Вестник МГСУ, №3, 2006. – С. 122-128.

8. Пажи Д. Г., Галустов В. С. Основы техники распыливания жидкостей // Процессы и аппараты химической и нефтехимической технологии. – М.: Химия, 1984. – 324 с.

9. Пажи Д. Г., Корягин А. А., Ламм Э. Л. Распыливающие устройства в химической промышленности. – М.: Химия, 1975. – 200 с.

10. Иванов А.В., Смирнов Ю.Д., Капранов И.Е. Исследование процессов диспергирования жидкости при работе форсунок пылеподавления. Гидрология Ученые записки, № 25. – НМСУ, «Горный». – С. 26-34.

11. V. Kulkarni, D. Sivakumar, C. Oommen and T.J. Tharakan, 11. 2010, «Liquid Sheet Breakup in Gas-Centered Swirl Coaxial Atomizers», ASME J. Fluids Eng., 132, pp. 62-68.

12. Хафизов Ф.Ш., Афанасенко В.Г., Боев Е.В. Разработка конструкции устройства для диспергирования жидкости и методики расчета его основных параметров. / Анализ и синтез машин. – Уфа: УГНТУ, 2008. – С. 48-54.

13. Коровина Н.В.. Создание аэрозольных сред с помощью автономных распылительных устройств, их эволюция и распространение в замкнутых объемах / Дисс. на соискание учен. степени канд. физ. мат. наук. – Бийск, 2014. – 119 с.

14. Гельфанд Б. Е., Сильников М. В., Такаяма К. Разрушение капель жидкости. – СПб: Изд-во политехн. ун-та, 2008. – 307 с.

15. Ермолаев В. В., Кустов О. П., Андреев А. П. Влияние поверхностно активных веществ (ПАВ) на воду при распыливании через центробежную форсунку // Трубопроводная арматура и оборудование. – 2006. – №1(22) – С. 84-86.

16. Кудряшова О.Б., Ворожцов Б.И., Ишматов А.Н., Ахмадеев И.Р., Сакович Г.В. Взрывная генерация высокодисперсных жидкокапельных аэрозолей и их эволюция // Инженерно-физический журнал. – 2010. – Т. 83, № 6. – С. 1084-2004.

17. Авроров В.А., Авроров Г.В. Центрифуга. Патент РФ № 2422213, В04В5/12. 2009.

18. Авроров В.А. О высокоскоростном роторном диспергировании жидких сред // Химическое и нефтегазовое машиностроение, 2019, №10. – С. 12-14.

19. Авроров В.А. Анализ движения жидкости в зазоре между ротором и статором высокоскоростного диспергатора // Химическое и нефтегазовое машиностроение, 2020, №2. – С. 12-14.

20. Авроров В.А. Анализ движения жидкой среды в отверстиях ротора и статора // Химическое и нефтегазовое машиностроение, 2019, №12. – С. 6-9.

21. Авроров В.А. О возможности измельчения твердых частиц дисперсной фазы суспензии в высокоскоростном роторном диспергаторе // Химическое и нефтегазовое машиностроение, №6, 2020 – С.40-41.

22. Авроров В.А. О возможности измельчения частиц дисперсной фазы эмульсии в высокоскоростном роторном диспергаторе // Химическое и нефтегазовое оборудование. №7, 2020. – С.6-7.

Статья поступила в редакцию 16.04.2022

Статья принята к публикации 20.06.2022

УДК 639.11/.16

DOI: 10.46548/21vek-2022-1158-0010

**ОБЕСПЕЧЕННОСТЬ СЫРЬЕВЫМИ РЕСУРСАМИ ДЛЯ СОЗДАНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИ
АКТИВНЫХ ДОБАВОК ИЗ ДЕРИВАТОВ ОХОТНИЧЬЕГО ПРОМЫСЛА**

© Автор(ы) 2021

SPIN: 5203-5725

AuthorID: 130915

ORCID: 0000-0002-5630-3196

ResearcherID: C-7606-2014

ScopusID: 57194498125

ПРОСЕКОВ Александр Юрьевич, доктор технических наук, профессор,
заведующий кафедрой Бионанотехнология, ректор
Кемеровский государственный университет
(650000, Россия, Кемерово, улица Красная, 6, e-mail: rector@kemsu.ru)

SPIN: 3569-8977

AuthorID: 1046887

ORCID: 0000-0001-6842-4537

ResearcherID: ABC-7678-2020

ScopusID: 57207458057

ВЕЧТОМОВА Елена Александровна, кандидат технических наук,
доцент кафедры «Технология продуктов питания из растительного сырья»
Кемеровский государственный университет
(650000, Россия, Кемерово, улица Красная, 6, e-mail: vechtomowa.lena@yandex.ru)

SPIN: 9255-4650

AuthorID: 393631

ORCID: 0000-0002-0309-5709

ResearcherID: L-2502-2016

НЕВЕРОВА Ольга Александровна, доктор биологических наук,
директор института биологии, экологии и природных ресурсов
Кемеровский государственный университет
(650000, Россия, Кемерово, улица Красная, 6, e-mail: neverova@kemsu.ru)

ОРЛОВА Мария Михайловна, студентка группы РС-084 кафедры
«Технология продуктов питания из растительного сырья»
Кемеровский государственный университет
(650000, Россия, Кемерово, улица Красная, 6, e-mail: orlovam200@mail.ru)

Аннотация. В настоящее время в сфере медицины широкое применение получили препараты растительного происхождения. На протяжении долгого времени использовалось в большей мере растительное сырье, но с развитием медицины необходимо находить новые источники сырья для получения препаратов. Альтернативным сырьем можно считать продукты животного происхождения. Стоит обратить внимание на то, что с давних времен отличными источниками при лечении различных заболеваний служили различные виды сырья животной промышленности. Благодаря мерам, которые были приняты, удалось сохранить численность многих видов. В настоящее время имеется огромное количество заповедников, где осуществляется контроль численности, делается все необходимое для предотвращения не законного убийства животных. Охота осуществляется по специальным документам, дающим разрешение на промысел. При нарушении правил предусматривается уголовная ответственность. Таким образом, при постоянном контроле, численность животных остается стабильной, что позволяет вернуть в оборот препараты животного происхождения. Благодаря различному рациону питания животных в их сырье преобладают полезные вещества. Из которых можно получить препараты широкого спектра действия. Сырье, полученное из животного, имеет различное применение в различных областях промышленности. Его можно широко использовать и в больших количествах, так как ресурсов довольно много.

Ключевые слова: животное сырье, охотничий промысел, добыча, численность особей, Кемеровская область-Кузбасс.

**AVAILABILITY OF RAW MATERIALS FOR THE CREATION OF BIOLOGICALLY ACTIVE
ADDITIVES FROM DERIVATIVES OF HUNTING**

© The Author(s) 2022

PROSEKOV Alexander Yurievich, doctor of technical sciences, professor,
head of the department of Bionanotechnology, rector

VECHTOMOVA Elena Alexandrovna, candidate of technical sciences,
associate professor of the department Technology of Food products from vegetable raw materials
NEVEROVA Olga Alexandrovna, doctor of biological sciences,
professor of the department of Ecology and Nature Management
ORLOVA Maria Mikhailovna, student of the RS-084 group of the department of Food Technology
of vegetable raw materials
Kemerovo State University
(650000, Russia, Kemerovo, street Krasnaya 6,
e-mails: rector@kemsu.ru, vechtomova.lena@yandex.ru, neverova@kemsu.ru, orlovam200@mail.ru)

Abstract. Currently, herbal preparations are widely used in the of medicine. For a long time, vegetable raw materials have been used to a greater extent, but with the development of medicine, it is necessary to new sources of raw materials for obtaining drugs. Animal products can be considered an alternative raw material. It is worth paying attention to the fact that since ancient times, various types of raw materials of the animal industry have served as excellent sources for the treatment of various diseases. Thanks to the measures that were taken, it was possible to preserve the number of many species. Currently, there are a huge number of reserves where population control is carried out, everything necessary is being done to prevent illegal killing of animals. Hunting is carried out according to special documents giving permission for In case of violation of the rules, criminal liability is provided. Thus, with constant monitoring, the number of animals remains stable, which makes it possible to return drugs of animal origin to circulation. Due to the diets of animals, useful substances predominate in their raw materials. From which it is possible to obtain broad-spectrum drugs. The raw materials obtained from the animal have applications in various of industry. It can be widely used and in large quantities, as there are quite a lot of resources.

Keywords: animal raw materials, hunting, extraction, number of individuals, Kemerovo region-Kuzbass.

Для цитирования: Просеков А.Ю. Обеспеченность сырьевыми ресурсами для создания биологически активных добавок из дериватов охотничьего промысла / А.Ю. Просеков, Е.А. Вечтомова, О.А. Неверова, М.М. Орлова // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2022. – Т. 11. – № 2(58). – С. 59-63. – DOI: 10.46548/21vek-2022-1158-0010.

Введение. В настоящее время особенно актуален вопрос поиска новых источников биологически активных веществ.

В этой связи достаточно широко изучено растительное сырье, описан его химический состав, определены компоненты, имеющие биологическую активность [1-13]. В народной медицине достаточно широко используется так же сырье животного происхождения, полученное в основном в результате охотничьего промысла. Ценен жир и желчь зимоспящих животных, таких как сурик, барсук и медведь [12-15]. Благодаря большой численности и разнообразности животного мира, удавалось получать препараты различного характера действия. Это обусловлено различным рационом питания животных. Однако до настоящего времени эффективность использования такого сырья в качестве источника биологически активных компонентов не имеет научного обоснования. Большая часть препаратов, которые были применимы в народной медицине не получили признания и не применяются в настоящее время.

Учеными проводятся исследования, направленные на изучение химического состава биологически активных веществ, выделенных из сырья охотничьего промысла; проводится анализ изменения химического состава в зависимости от места обитания особей, рациона питания, а также количества содержания веществ в составе в зависимости от сезона; разрабатываются способы первичной обработки сырья после добычи; способы увеличения срока

хранения сырья; методы обработки сырья и способы консервирования; эффективные методы выделения максимально возможного количества ценных компонентов и обеспечения их сохранности в процессе переработки [16-26]. Следует обратить внимание, что получение дериватов из сырья охотничьего промысла имеет ряд ограничений. Прежде всего, это запрет и/или лимитированная добыча животных, сезонность получения дериватов, сложности хранения и первичной переработки на месте добычи.

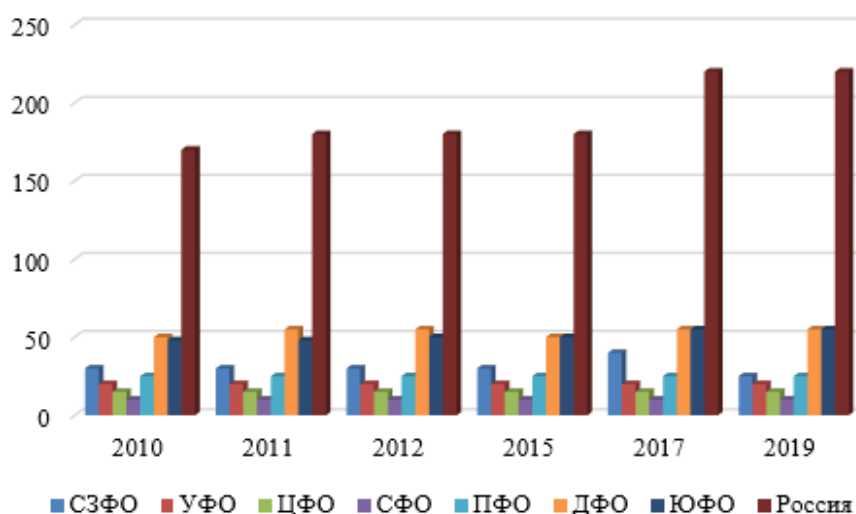
Методология. В этой связи целью настоящего исследования является проведение анализа сырьевой базы животных охотничьего промысла Кемеровской области – Кузбасса на примере бурого медведя с целью определения возможности получения биологически активных добавок (БАД) на основе дериватов, полученных из него.

В работе использованы общепринятые методы сбора и анализа литературы отечественных и зарубежных авторов.

Результаты и обсуждение. Бурый медведь на территории России является главным объектом охоты. Распространение и численность в основном определяется географическим расположением региона, кормовой базой, уровнем урбанизации и другими факторами. Подсчет особей бурого медведя вести достаточно трудно из-за высокой численности и большой территории обитания. В различных регионах поведение особей отличается, поэтому выбор метода подсчета выбирается в зависимости от географического расположения зоны обитания зверя. Учитывая слож-

ность сбора информации по распространению и численности медведя, невозможности применения сфозимного маршрутного учета (ЗМУ) как основного метода учета этих животных, подсчет в регионах ведут комплексными методиками. Одним из применяемых методов является подсчет «на овсах». Но это метод не является точным, так как не все медведи ходят на овсяные поля. В некоторых регионах подсчет производят во время спячки животного, но данный способ является опасным для человека. В горных регионах производят визуальный подсчет кормящихся на горных склонах медведей. Также широкое распространение получили авиаучеты. Во многих регионах именно благодаря ним удалось получить хорошие результаты по численности вида.

В соответствии со Стратегией развития охотничьего хозяйства в Российской Федерации до 2030 года состояние большинства видов охотничьих животных, в том числе и бурого медведя, в стране характеризуется устойчивой численностью [27]. По количеству особей медведя на территории Российской Федерации Сибирский федеральный округ (СФО) занимает вторую позицию после Дальневосточного округа по данным с 2015 по 2019 год. Данные по которым проводилось сравнение представлены на рисунке 1. Рост показателя численности бурого медведя в СФО за период с 2010 по 2019 г превысил 25% и составил 58 тыс. особей. Численность бурого медведя в Российской Федерации и СФО можно характеризовать следующим образом (рис. 2).



СЗФО – Северо-Западный федеральный округ; УФО – Уральский федеральный округ; ЦФО – Центральный федеральный округ; СФО – Сибирский федеральный округ; ПФО – Приволжский федеральный округ; ДФО – Дальневосточный федеральный округ; ЮФО – Южный федеральный округ

Рисунок 1 - Численность бурого медведя по федеральным округам РФ в тыс. особей (Составлено автором)

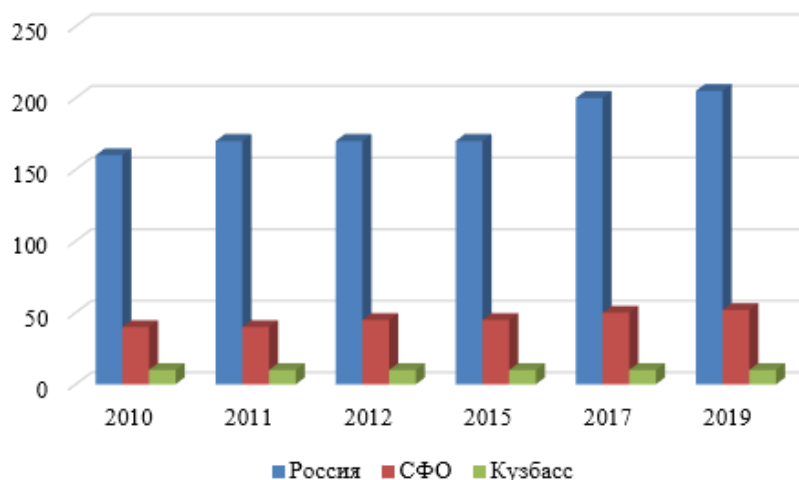


Рисунок 2 – Численность бурого медведя в РФ и СФО в тыс. особей (Составлено автором)

Снижения численности в Сибирском федеральном округе за предоставленные годы не зафиксировано. В регионах с высокой численностью особей необходимо увеличить охоту.

Добыча бурого медведя осуществляется на основании лицензии.

На рисунке 3 приведены данные лимитов изъятия и добычи бурого медведя.

Представленные данные позволяют сделать вывод о том, что в Сибирском федеральном округе количество добытых особей медведя значительно ниже показателя, разрешённого к изъятию.

Основная цель добычи бурого медведя охотниками – получение ценных дериватов, прежде всего шкур, лап, клыков, мяса, жира и желчного пузыря. В настоящее время имеющиеся данные [28] по соотношению спроса и предложения в отношении дериватов бурого медведя, позволяют сделать вывод о том, что, несмотря на низкий уровень добычи медведя, предложения по его дериватам значительно превышают спрос (рис 4.). Это, прежде всего, указывает на то, что добытое сырье используется нерационально или не в полном объеме.

Россия занимает лидирующие позиции на рынке по экспорту данного вида сырья. По данным 2019 года доля экспорта России составляет 85%. Россия является страной, которая поставляет большое количество разнообразных жиров животного происхождения. Жир бобра, барсука, кабарги, оленя, в большем объеме жир медведя. Также одним из ценных продуктов для получения биологически активных добавок является

желчь медведя.

Благодаря высокому содержанию в ней урсодезоксихолевой кислоты в настоящее время уже существуют препараты на ее основе, применимые при болезни сердца. Одним из таких препаратов является «Урсосан».

Желчь может проходить несколько ступенек перепродажи/транспортировки для формирования крупных экспортных партий. Будет этап – экспорт и несколько ступенек перепродажи на рынках за рубежом до продажи конечному покупателю – врачу традиционной китайской медицины.

Желчный пузырь является одним из ценных дериватов. В настоящее время благодаря большому количеству, разрешенных к добыче медведей, на рынке растет предложение по желчи медведя. На сегодняшний день в Кемеровской области предложение значительно превышает спрос (рис. 5). Для того, чтобы избежать потери сырья, необходимо найти способы применения в различных сферах производства. Одним из решений является производство БАД на основе желчи медведя [29].

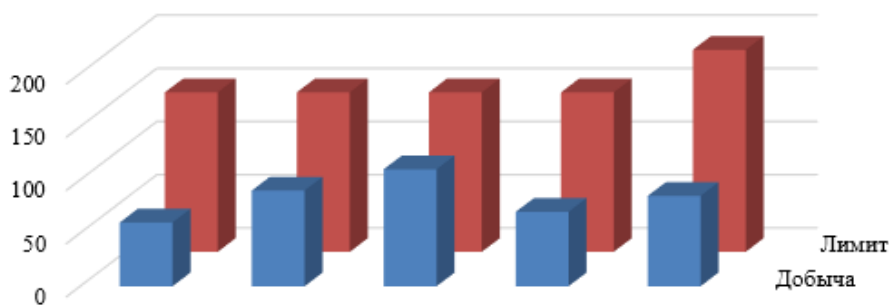


Рисунок 3 – Лимит изъятия и добыча бурого медведя в РФ и СФО (особей) (Составлено автором)

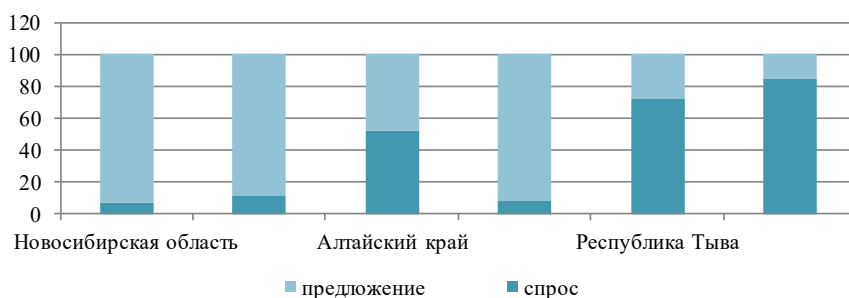


Рисунок 4 – Соотношение спроса и предложения на дериваты бурого медведя (Составлено автором)

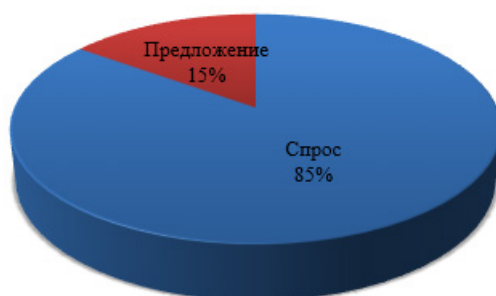


Рисунок 5 – Соотношение спроса и предложения на желчь медведя (Составлено автором)

В связи с ростом ресурсов бурого медведя, заниматься увеличением численности особей этого вида дополнительно является нецелесообразным. Доступность легальной охоты в какой-то мере позволит вывести из тени браконьерскую, масштабы которой, видимо, в целом превосходят количество, добываемое по лицензиям.

Выводы. Представленные данные о численности бурого медведя в СФО, и в том числе в Кемеровской области – Кузбассе, лимитах его изъятия и количестве добытых по лицензиям особей, позволяют сделать вывод об обеспеченности региона сырьевыми ресурсами животных этого вида, что в свою очередь подтверждает эффективность работы Департамента по охране объектов животного мира Кузбасса в части лимитирования добычи. В настоящее время численность некоторых видов особей превышает норму, что может негативно сказаться на их существовании. Одним из решений проблемы является поддержание постоянной средней численности особей. Сырье убитых животных может быть использовано на получение биологически активных добавок. Данные в отношении спроса и предложения на дериваты бурого медведя подтверждают целесообразность проведения исследований, направленных на изучение химического состава биологически активных соединений из жира и желчи медведя для создания БАД.

Необходимо проводить дальнейшие анализы сырьевой базы с целью выявления ресурсов для производства БАД.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Петросян К.А. Исследование химического состава лекарственных растений, определения методами хроматографии // Современные проблемы медицины и фармации. – 2017. – С. 58–63.
2. Саканян Е.И., Шемерякина Т.Б., Малкина Ю.К., Лякина М.Н., Постоюк Н.А. Современные подходы к оценке эффективности и безопасности лекарственных средств растительного происхождения в России и за рубежом // Вестник Научного центра экспертизы средств медицинского применения. – 2015. – № 1. – С. 35–39.
3. Куркина А.В. Флавоноиды фармакопейных растений // рекомендовано Центральным координационным методическим советом ГБОУ ВПО СамГМУ Минздрава России. 2012.
4. Рудакова Ю.Г., Попова О.И. Химический состав травы дубровника белого *teucrium polium 1* // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 5. – С. 642.
5. Беспалько Л.В., Пинчук Е.В., Ушакова И.Т. Мелисса лекарственная (*melissa l.*) – ценная пряно-ароматическая культура // Овощи России. – 2019. – № 3 (47). – С. 57–61.
6. Карпухин М.Ю. Температурный режим сушки лекарственных растений // Вестник биотехнологии. – 2017. – № 2 (12). – С. 12.
7. Макаркина М.А., Павел А.Р. Биологически активные вещества в ягодах земляники, выращенной в условиях орловской области // Современное садоводство. 2017. № 2 (22). – С. 10–16.
8. Кручонок А.В., Попов Е.Г., Скаковский Е.Д., Тычинская Л.Ю., Ламоткин С.А., Титок В.В. Анализ компонентного состава экстрактов растений рода эхинацеи (*echinacea purpurea*) методами ЯМР и ВЭЖХ // Труды БГТУ. Серия 2: Химические технологии, биотехнология, геоэкология. – 2020. – № 1 (229). – С. 117–124.
9. Звездина Е.В., Дайронас Ж.В., Бочкарева И.И. и др. Представители семейства *lamiaceae lindl.* как источники лекарственного растительного сырья для получения нейротропных средств (обзор) // Фармация и фармакология.

– 2020. – Т. 8. – № 1. – С. 4–28.

10. Сидорова Ю.С., Петров Н.А., Шипелин В.А., Мазо В.К. Шпинат и киноа – перспективные пищевые источники биологически активных веществ // Вопросы питания. – 2020. – Т. 89. – № 2. – С. 100–106.

11. Лазарева Н.Б., Карноух К.И. Фитопрепараты: современные возможности использования в терапии респираторных инфекций // Медицинский совет. – 2020. – № 17. – С. 114–122.

12. Волков В. В., Мезенова О. Я., Хёлинг А., Гримм Т. Перспективные направления переработки вторичного сырья животного и растительного происхождения с применением гидролиза // Балтийский морской форум. Калининград, 2018. – С. 24–30.

13. Голованец В. А. Установка для выделения целевого продукта из животного и растительного сырья. Пат. RU 50535 U1 Российская Федерация, опубл. 20.01. 2006. https://yandex.ru/patents/doc/RU50535U1_20060120.

14. Коноплева М.М. Лекарственное сырьё животного происхождения и природные продукты // Сообщение 3, Витебский государственный медицинский университет.

15. Монтина И.М. Медвежий и барсучий жиры. Современные научные исследования и разработки. 2018. Т. 3. № 12 (29). – С. 92–94.

16. Горбачева М. В., Тарасов В. Е., Сапожникова А. И. Новые технические решения интенсификации процесса жирирования // Инновации в пищевой промышленности: образование, наука, производство: материалы 4-й Всероссийской научно-практической конференции. Благовещенск, 2020. – С. 34–38.

17. Селиховкин А.В. Охотничье дело в России. История и современность. – 2018.

18. Жданкин Г. В., Самоделкин А. Г., Новикова Г. В., Белова М. В., Горбунов Б. И. Микроволновая технология извлечения жира из жиродержащего сырья. Пат. RU2636155C1 Российская Федерация, опубл. 21.11.2017. <https://patent.ru/patent/RU2636155C1>.

19. Иवानкин А. Н. Переработка животного сырья в пищевые и технические продукты // Журнал Все о мясе. – 2013. – № 3. – С. 33–35.

20. Cunha A. F., Caetano N. S., Ramalho E., Crispim A. (2020). Fat extraction from of operating conditions // Energy Reports. 2020. N 6. - P. 381–390.

21. Farmani J., Rostammiri L. Characterization of chicken waste fat for application in food technology // Journal of Food Measurement and Characterization. 2015. – Vol. 9. – N 2. – P. 143–150.

22. Jenkins B., Ronis M., Koulman A. LC–MS Lipidomics: Exploiting a Simple High-Throughput Method for the Comprehensive Extraction of Lipids in a Ruminant Fat Dose-Response Study // Metabolites. 2020. Vol. 10, N 7. – P. 296.

23. Li C., Wang B., Qin P., Ge W., Zhang M., Yue B., Chen H. Enzymatic centrifugation extraction of goose fat liver oil and its quality evaluation // Food Research and Development. 2018. Vol. 39, N 10. – P. 72–81.

24. O'Keefe S. F., Pike O. A. Fat characterization. In Food analysis. Boston, 2010. – P. 239–260.

25. Orellana J. L., Smith T. D., Kitchens C. L. Liquid and supercritical CO₂ extraction of fat from rendered materials // The Journal of Supercritical Fluids. 2013. Vol. 79. – P. 55–61.

26. Sander A., Koščak M. A., Kosir D., Milosavljević N., Vuković J. P., Magić L. The of animal fat type and - tion conditions on biodiesel quality // Renewable energy. – 2018. – Vol. 118. – P. 752–760.

27. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 03.07.2014 г. №1216-р "Стратегия развития охотничьего хозяйства в Российской Федерации до 2030 года".

28. И.Э. Смелянский, Э.Г. Николенко. Анализ рынка диких животных и их дериватов в Алтае-Саянском экорегионе – 2005-2008 гг.

29. О.Н. Минушкин. Урсодезоксихолевая кислота (УДХК) в клинической практике. // История препарата, 2010. – С.10-11.

Статья поступила в редакцию 05.05.2022

Статья принята к публикации 20.06.2022

УДК 663

DOI: 10.46548/21vek-2022-1158-0011

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ДИСТИЛЛЯТОВ ИЗ РАЗЛИЧНОГО РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ

© Автор(ы) 2022

SPIN: 4040-8322

AuthorID: 425233

ORCID: 0000-0003-0228-2905

ResearcherID: H-5250-2018

ScopusID: 57208466314

АСФОНДЬЯРОВА Ирина Владимировна, кандидат технических наук,

доцент высшей школы сервиса и торговли, института промышленного менеджмента, экономики и торговли

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

(193231, Россия, Санкт-Петербург, проспект Большевиков, 3, корп.2, e-mail: ririna25@mail.ru)

SPIN 6169-0210

AuthorID: 299442

ORCID: 0000-0003-0365-4870

ResearcherID: АНВ-3397-2022

ScopusID: 57197812408

ГОЛОВКИНА Светлана Ивановна, кандидат экономических наук,

доцент кафедры экономической теории, института промышленного менеджмента, экономики и торговли

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

(194356, Россия, Санкт-Петербург, Выборгское шоссе, 5, корп.1, лит.А, кв. 605 e-mail: golovkina_si@spbstu.ru)

SPIN: 9775-5131

AuthorID: 671142

ORCID: 0000-0002-2563-6094

ResearcherID: H-5426-2018

ScopusID: 57208469602

ИЛЛАРИОНОВА Ксения Викторовна, кандидат технических наук,

доцент высшей школы сервиса и торговли, института промышленного менеджмента, экономики и торговли

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

(197373, Россия, Санкт-Петербург, проспект Авиастроителей, 23, e-mail: elkv@mail.ru)

SPIN: 1475-6617

AuthorID: 932539

ORCID: 0000-0002-1175-4508

ResearcherID: AGZ-1250-2022

МУХУТДИНОВ Руслан Рамильевич, старший лаборант

учебной лаборатории «Товароведение и экспертиза потребительских товаров»

высшей школы сервиса и торговли, института промышленного менеджмента, экономики и торговли

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

(194021, Санкт-Петербург, Новороссийская ул., 50, e-mail: Deyredo@list.ru)

Аннотация. В настоящее время научные исследования нацелены на поиск новых ингредиентов в производстве безопасных и высококачественных алкогольных напитков, и их оценку качества. Исследование нового нетрадиционного сырья для производства домашних ферментированных напитков может быть использовано для поддержки местных усилий, направленных на обеспечение продовольственной безопасности и малого бизнеса на уровне сообществ. В статье приведена технология производства дистиллятов, произведённых с помощью оборудования «Миниспиртзавод Симпл 2018 набор «Аутентичный»; представлены результаты оценки качества дистиллятов из разного растительного сырья: винограда, яблок, пшеницы и березового сока по органолептическим: внешний вид (прозрачность, цвет), аромат, вкус и физико-химическим показателям (содержание этилового спирта, массовая концентрация альдегидов и кетонов, сложных эфиров и сивушных спиртов). По результатам исследования установили, что сок из проростков пшеницы, виноградный, яблочный, и березовый соки можно использовать для производства дистиллятов с оригинальным вкусом. Все полученные дистилляты имели высокие органолептические показатели от 9,7 до 8,4 балла. А содержание сивушных спиртов, альдегидов и кетонов, сложных эфиров не превышало требований ГОСТ.

Ключевые слова: ферментированные напитки, виноград, пшеница, березовый сок, яблоки, технология, дистилляты, газовая хроматография, качество, безопасность.

QUALITY EVALUATION OF DISTILLATES FROM VARIOUS PLANT RAW MATERIALS

© The Author(s) 2022

ASFONDIAROVA Irina Vladimirovna, candidate of technical sciences,
associate professor of the graduate school of service and trade

GOLOVKINA Svetlana Ivanovna, candidate of economic sciences,
associate professor of the department of economic theory

ILLARIONOVA Ksenia Viktorovna, candidate of technical sciences,
associate professor of the graduate school of service and trade

MUKHUTDINOV Ruslan Ramil'evich, senior laboratory assistant of the educational laboratory
«Commodity science and examination of consumer goods» graduate school of service and trade

Institute of Industrial Management, Economics and Trade,

Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, Saint-Petersburg

(445020, Russia, St. Petersburg, street Bolshevikov 3,

e-mails: ririna25@mail.ru, golovkina_si@spbstu.ru, elkv@mail.ru, Deyredo@list.ru)

Abstract. Currently, scientific research is aimed at finding new ingredients in the production of safe and high-quality alcoholic beverages, and their quality assessment. The research on new non-traditional raw materials for the production of home fermented drinks can be used to support local food security efforts and small businesses at the community level. The article presents the technology for the production of distillates produced using the equipment "Mini-distillery Simple 2018 set" Authentic "; presents the results of assessing the quality of distillates from various plant materials: grapes, apples, wheat and birch sap according to organoleptic characteristics: appearance (transparency, color), aroma, taste and physical – chemical parameters (ethyl alcohol content, mass concentration of aldehydes and ketones, esters and fusel spirits). According to the results of the study, it was established that it is possible to use plant materials based on grapes, apples, wheat and birch sap for the production of distillates with an original aromatic bouquet and taste. All obtained distillates had high organoleptic indices from 9.7 to 8.4 points. The content of fusel alcohols, aldehydes and ketones, esters did not exceed the requirements of the standard.

Keywords: fermented beverages, grapes, wheat, birch sap, apples, technology, distillates, gas chromatography, quality, safety.

Для цитирования: Асфондаряова И.В. Оценка качества дистиллятов из различного растительного сырья / И.В. Асфондаряова, С.И. Головкина, К.В. Илларионова, Р.Р. Мухутдинов // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2022. – Т. 11. – № 2(58). – С. 64-69. – DOI: 10.46548/21vek-2022-1158-0011.

Введение. Алкогольные напитки потребляются на протяжении тысячелетий, что оказывает существенное влияние на развитие общества и здоровье человека. Напитки, полученные в результате процессов ферментации, по-прежнему составляют важную часть глобального продовольственного ландшафта и могут быть приготовлены из различных сахаросодержащих материалов, таких как злаки, фруктовые и овощные соки, чай, молоко и др. [1]

Существует огромное разнообразие алкогольных напитков, которые получают в результате брожения растительного сырья (вино, пиво) и напитков, которые получают разбавлением спиртовых дистиллятов до необходимой концентрации этилового спирта (водка) [2].

Возможным фактором риска является употребление некачественных спиртных напитков, содержащих различные количества летучих веществ, которые могут быть гепатотоксичными [3]. Качественные и количественные профили летучих веществ в алкогольных напитках зависят в основном от качества сырья, дрожжей, используемых для ферментации, и технологии обработки [4-7]. Изменчивый профиль крепких напитков является наиболее важным фактором, так как он может способствовать приятному вкусу.

Безопасность пищевых продуктов включает в себя

контроль на всех этапах их производства, которые должны быть приняты во избежание потенциально опасных рисков для здоровья.

В индустрии дистиллятов отмечается большой интерес к производству новых продуктов из нетрадиционного сырья, которые позволяют приобретать различные вкусы и привлекать новые рынки. Исходя из этого, ряд исследований сосредоточен на поиске потенциального сырья для производства дистиллятов, с последующим изготовлением алкогольных напитков. Сельскохозяйственные остатки, полученные в результате промышленной переработки, являются потенциальным сырьем для этой цели в силу их низкой стоимости, характерного аромата и наличия сахаров, которые можно преобразовать в этанол [8, 9].

Недавно были произведены новые спиртные напитки из побочного продукта ферментации кожцы и мякоти плодов жаботикабы (*Plinia cauliflora Mart.*), а также из остатков, полученных при производстве концентрированного апельсинового сока [10].

Известно широкое применение кукурузы в пищевой промышленности, в том числе и для получения дистиллятов. Однако, кукуруза обладает низкой устойчивостью к засухе, поэтому авторами [11] предлагается заменить кукурузу на сорго как более устойчивое зерно к засухе и для получения высокого качества дистиллята.

Gaglio, R. et al. предлагают использовать для изготовления дистилятов побочные продукты меда [12]. Risner, D. et al. показана возможность использования для получения дистилятов кислые и сладкие молочные сыворотки путем ферментации лактозы в этанол [13].

Также нетрадиционным сырьем для производства дистилятов является березовый сок, который добывают в промышленных масштабах в России, Белоруссии, некоторых областях Украины, Канаде. Сок берёзы – сезонный продукт, его заготавливают в апреле-мае, в зависимости от климатических условий [14]. Однако березовый сок для получения дистилятов в производстве алкогольной продукции используют в ограниченном количестве.

В настоящее время наблюдается растущий интерес к разработке инновационных технологий для производства новых ферментированных напитков, обусловленный рыночным спросом как на новые продукты, так и потребностью в новых способах использования продуктов пищевой и перерабатывающей промышленности. Разработка новых пищевых продуктов, совершенствование имеющихся, создание ресурсосберегающих технологий с целью повышения их качества [15, 16] является актуальным направлением.

Методология. Цель работы – оценить качество дистилятов, полученных из растительного сырья.

В качестве сырья для производства дистилятов были выбраны яблоки сорта «Осеннее полосатое», виноград сорта «Изабелла», озимая пшеница и березовый сок, полученный в апреле-мае из берез, произрастающих в Ленинградской области.

Из 14 кг промытых яблок с помощью соковыжималки получали сок, полученный яблочный сок разбавляли водой в соотношении 1:2,5.

Для получения виноградного сока виноград в количестве 12 кг пропускали через соковыжималку,

полученный виноградный сок разбавляли водой в соотношении 1:4.

Березовый сок использовали в чистом виде, без разбавления.

Полученные соки из яблок и винограда, а также березовый сок помещали в бродильные емкости, добавляли спиртовые дрожжи *Alcotec Fruit (Alcotec Turbo Fruit)* в яблочный и виноградные соки, спиртовые дрожжи «*Double Snake Turbo Yeast C48*» в березовый сок в количестве 60 г, сахар в количестве 4 кг на определенный объем воды, далее проводили процесс ферментации в течение 18, 16 и 14 дней, соответственно.

Из ростков пшеницы (2-3 см) получали сок, который помещали в бродильную емкость, добавляли дрожжи «*Alcotec*» для виски в количестве 73 г, сахар в количестве 5 кг на определенный объем воды, после чего осуществлялся процесс ферментации в течение 23 дней. Окончание процесса ферментации определяли визуально по оседанию осадка, осветления браги и появления горьковатого вкуса.

Расход компонентов осуществлялся согласно инструкции, приведенной в маркировке спиртовых дрожжей.

Температура ферментации была постоянной и составила 26°C, емкости для ферментации были термостированы. После оседания мезги стали проводить первую перегонку. Далее отбирали дистилят. Содержание этилового спирта составляло 65-75%. Первые 8-15% выхода от количества чистого спирта сливали в отдельную емкость. Это вредная фракция, ухудшающая вкус.

Дистиляты были получены с применением оборудования для приготовления спиртовых дистилятов, с ректификационной колонкой «*Миниспирт-завод Симпл 2018 набор «Аутентичный»*», 40 л, 4 кВт, с возможностью удалённого управление с помощью встроенного *wi-fi* модуля (рис. 1).

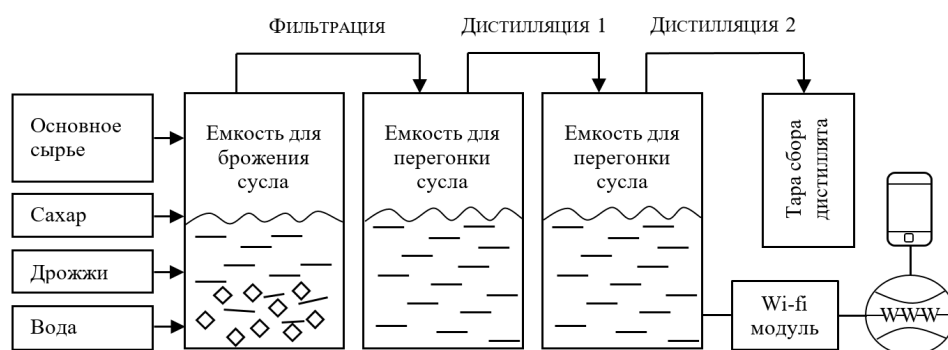


Рисунок 1 – Схема экспериментальной установки по производству дистилятов на растительной основе

Органолептическую оценку проводили по 10-балльной шкале, согласно которой оценивались внешний вид (прозрачность, цвет), аромат и вкус ГОСТ 33817-2016.

Содержание этилового спирта определяли пикнометрическим методом по ГОСТ 3639-79, массовую концентрацию альдегидов, сложных эфиров и сивушных спиртов – газохроматографическим мето-

дом, в соответствии с ГОСТ 34675–2020, на газо-вом хроматографе *Shimadzu GC-2010 Plus* с пламенно-ионизационным детектором.

Содержание железа определяли согласно ГОСТ 26928 с применением спектрофотометра *Unico 2800*.

Результаты. В качестве объектов исследования были выбраны дистиляты, полученные из виноград-

ного сока (образец 1), березового сока (образец 2), сока ростков пшеницы (образец 3) и яблочного сока (образец 4).

После второй дистилляции содержание этилового спирта в образцах 1-4 составило: 58,0; 65,0; 55,0 и 62,0 об.%. Полученные дистилляты были разбавлены водой, которые далее исследовались на органолептические и физико-химические показатели.

По итогам органолептического анализа дистиллятов было установлено, что все полученные образцы из разного сырья имели общий итоговый балл не ниже 8,4. Все дистилляты были прозрачными с блеском, бесцветные и без дополнительных оттенков (прозрачность и цвет исследуемых дистиллятов оценены на 2,0, соответственно). Наибольшее количество баллов получил дистиллят на основе яблочного сока – 9,7. Дистиллят отличался чистым,

жгучим, характерным для используемого яблочного сырья вкусом и ароматом. Также высокий общий балл получил образец на основе виноградного сока – 9,2. Образец имел чистый жгучий винный вкус и ярко-выраженный фруктовый аромат, характерный для виноградного дистиллята, без постороннего привкуса. Дистилляты на основе пшеницы и березового сока имели достаточно высокие общие баллы: 8,6 и 8,4, соответственно.

Образцы 2 и 3 отличались характерным для перерабатываемого сырья ароматом и несколько резковатым спиртовым вкусом.

Известно, что по химической структуре компонентов, отвечающих за вкус и аромат относят спирты, альдегиды и кетоны, сложные эфиры, поэтому их было целесообразно исследовать, также определяли содержание этанола (табл. 1).

Таблица 1 – Физико-химические показатели дистиллятов

Показатели	Образцы			
	1	2	3	4
Объемная доля этилового спирта, %:	43.5	43.2	40.9	42.7
Сивушные спирты, мг/дм ³				
изо-Пропанол	199.6	1.0	—	102.2
н-Пропанол	—	0.4	2.5	9.7
изо-Бутанол	—	0.6	0.2	—
н-Бутанол	10.1	23.1	235.0	24.1
2-Метилбутанол	109.2	150.4	89.3	197.5
3-Метилбутанол	486.7	726.2	417.7	969.0
н-Пентанол	—	—	0,6	—
н-Гексанол	13,1	0,2	—	7,1
2-Фенилэтанол	—	—	7,0	—
СУММА	818,8	902,0	752,3	1309,6
Альдегиды и кетоны, мг/дм ³				
Ацетальдегид	125,1	3,7	2,9	12,7
Ацетон	—	2,1	2,9	—
СУММА	125,1	5,8	5,8	12,7
Содержание органических кислот, мг/дм ³				
Уксусная кислота	1,6	1,5	1,2	—
Пропионовая кислота	4,1	0,7	1,1	0,4
Изомасляная кислота	56,6	14,8	20,3	—
Масляная кислота	35,9	—	—	—
СУММА	98,2	16,9	22,6	0,4
Сложные эфиры, мг/дм ³				
Изоамилацетат	197,9	300,6	149,3	356,1
Этилацетат	476,6	201,8	293,1	—
Этилбутират	311,1	169,3	220,2	316,1
Этилгексаноат	6,6	0,4	1,7	—
Этилкаприлат	1,1	2,5	141,1	2,1
2-Фенилэтилацетат	1,3	0,5	0,7	—
СУММА	994,6	675,0	806,1	674,3
Железо, мг/ дм ³	0,46	0,55	0,24	—

Обсуждение. Как видно из таблицы 1, содержание этилового спирта находилось в пределах 40,9 – 43,5.

В дистиллятах изучено содержание сивушных спиртов. Эти вещества во многом определяют оригинальный вкус и аромат всех вин и дистиллятов, включая коньяки и виски. В нашем исследовании суммарное содержание этих спиртов превышает 1300 мг/дм³ в случае, когда сырьем служит яблочный сок.

Это значимо выше, чем в дистиллятах из виноградного, березового сока и сока пшеницы. Наименьшее количество сивушных спиртов установили в образце 3 (752.3 мг/дм³) Среди сивушных спиртов в дистиллятах по содержанию доминирует 3-метилбутанол (более 950 мг/дм³) в образце 4.

При использовании зернового сырья в полученном нами дистилляте обнаружено максимальное

содержание бутанола (235 мг/дм^3). В дистиллятах из виноградного, березового и яблочного соков бутанола менее 25 мг/дм^3 . Токсичность бутанола относительно невелика ($LD50$ составляет $2290\text{--}4360 \text{ мг/кг}$), но наивысшая среди низших спиртов. При употреблении внутрь чистого бутанола возникает эффект, сходный с эффектом от употребления этанола. Иногда бутанол, полученный из технических жидкостей, используется в качестве суррогатного алкогольного напитка [17].

Суммарно альдегидов и кетонов в дистиллятах содержится в пределах $12,7\text{--}125,1 \text{ мг/дм}^3$. Максимум концентрации отмечен в образце 1 за счет содержания ацетальдегида. Ацетальдегид является по своей природе активным соединением, который метаболически взаимодействует с головным мозгом и опосредует многие психофармакологические свойства этанола [18].

Максимальное количество органических кислот обнаружено в виноградном дистилляте, при этом его профиль состоит из четырёх органических кислот: изоамиловой, масляной, пропионовой и уксусной кислоты. Яблочный дистиллят характеризуется только одной пропионовой кислотой, найденной в следовых количествах. Во всех дистиллятах обнаружена пропионовая кислота с максимальной концентрацией в образце 1. Согласно данным Ormsby M. J. et al, пропионовая кислота не обладает токсичностью и мутагенной активностью, не канцерогенна [19].

В виноградном дистилляте содержится наибольшее количество сложных эфиров ($994,6 \text{ мг/дм}^3$). Среди эфиров по содержанию преобладает этилацетат, $476,6 \text{ мг/дм}^3$ в виноградном дистилляте. Этилацетат является основным компонентом в формировании фруктового аромата [20].

Изоамилацетат является преобладающим компонентом в формировании оригинального фруктового вкуса дистиллятов, что подтверждается полученными данными. В высокой концентрации вещество может оказывать негативное воздействие на центральную нервную систему [21].

Исследованиями выявлено, что виноградный и яблочный дистилляты содержат относительно большое содержание (более 310 мг/дм^3) этилбутирата. Вещество имеет оригинальный фруктовый запах, похожий на ананас, является одним из основных в формировании аромата и вкуса у ряда пищевых продуктов [22, 23].

Дистиллят из пшеницы отличается от других исследуемых дистиллятов относительно высоким содержанием этилкаприлата, более 140 мг/л . Этот эфир встречается в природе во многих плодах, хотя и в более низких концентрациях. Вещество также является одним из характерных в формировании оригинального приятного аромата ряда напитков и пищевых продуктов [24, 25].

Выводы. По итогам проведенного исследования, установили, что данное сырье пригодно для получения дистиллятов с высоким содержанием этилового спирта от 55 до 65%, которые можно

использовать для производства крепких алкогольных напитков. Полученные дистилляты имели разные биохимические профили, что обуславливают их соответствующие органолептические свойства. Все исследуемые дистилляты имели высокие органолептические показатели от 9,7 до 8,4 балла. А содержание сивушных спиртов, альдегидов и кетонов, сложных эфиров не превышало требований ГОСТ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Lopes, A., Eda, S., Andrade, R., Amorim, J., Duarte, Whasley. (2019). New Alcoholic Fermented Beverages – Potentials and Challenges. *Fermented Beverages: The Science of Beverages*, 5. – С. 577-603 doi.org/10.1016/B978-0-12-815271-3.00014-2.
2. Bamforth, S.W., (2014). *Encyclopedia of Agriculture and Food Systems. Reference Module in Food Science: Fermented Beverages*. – С. 124-136 <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-52512-3.00154>.
3. Lachenmeier, D. W., Rehm, J., & Gmel, G. (2007). Surrogate alcohol: what do we know and where do we go?. *Alcoholism, clinical and experimental research*, 31(10). – С. 1613–1624. <https://doi.org/10.1111/j.1530-0277.2007.00474.x>.
4. Januszek, M., Satora, P., Wajda, L., & Tarko, T. (2020). *Saccharomyces bayanus Enhances Volatile Profile of Apple Brandies. Molecules (Basel, Switzerland)*, 25(14). – С. 3127. <https://doi.org/10.3390/molecules25143127>.
5. Mastello, R. B., Capobianco, M., Chin, S. T., Monteiro, M., & Marriott, P. J. (2015). Identification of odour-active compounds of pasteurised orange juice using multidimensional gas chromatography techniques. *Food research international (Ottawa, Ont.)*, 75. – С. 281–288. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2015.06.014>.
6. Januszek, M., Satora, P., & Tarko, T. (2020). Oenological Characteristics of Fermented Apple Musts and Volatile Profile of Brandies Obtained from Different Apple Cultivars. *Biomolecules*, 10(6). – 853. <https://doi.org/10.3390/biom10060853>.
7. Qin, Z., Petersen, M. A., & Bredie, W. (2018). Flavor profiling of apple ciders from the UK and Scandinavian region. *Food research international (Ottawa, Ont.)*, 105. – С. 713–723. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2017.12.003>.
8. Grigoriev, S., Illarionova, K., & Shelenga, T. (2020). Hempseeds (*Cannabis* spp.) as a source of functional food ingredients, prebiotics and phytosterols. *Agricultural and Food Science*, 29(5). – С. 460–470. <https://doi.org/10.23986/afsci.95620>.
9. Illarionova K., Grigoryev S., Shelenga T. and Rantakaulio T. Metabolomics approach in digital assessment of fatty acids profile of cottonseed for biological activity improvement of cotton oil. 2020/ IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 940 (2020) 012077 IOP Publishing. doi:10.1088/1757-899X/940/1/012077.
10. Lopes, A. C. A., Eda, S. H., Andrade, R. P., Amorim, J. C., & Duarte, W. F. (2019). New Alcoholic Fermented Beverages-Potentials and Challenges. *Fermented Beverages*, 577–603. doi:10.1016/b978-0-12-815271-3.00014-2.
11. Szambelan, K., Nowak, J., Szwengiel, A., & Jeleń, H. (2020). Comparison of sorghum and maize raw distillates: Factors affecting ethanol efficiency and volatile by-product profile. *Journal of Cereal Science*, 91. – 02863. doi:10.1016/j.jcs.2019.102863.
12. Gaglio, R., Alfonzo, A., Francesca, N., Corona, O., Di Gerlando, R., Columba, P., & Moschetti, G. (2017). Production of the Sicilian distillate “Spiritu re fascitrari” from honey by-products: An interesting source of yeast diversity. *International Journal of Food Microbiology*, 261. С. – 62–72. doi:10.1016/j.ijfoodmicro.2017.09.004.
13. Risner, D., Tomasino, E., Hughes, P., & Meunier-Goddik, L. (2018). Volatile aroma composition of distillates produced from fermented sweet and acid whey. *Journal of Dairy Science*. doi:10.3168/jds.2018-14737.
14. Shikov, A. N., Narkevich, I. A., Akamova, A. V., Nemyatykh, O. D., Flisyuk, E. V., Luzhanin, V. G., Povydysh, M. N., Mikhailova, I. V., & Pozharitskaya, O. N. (2021). Medical Species Used in Russia for the Management of Diabetes and Related Disorders. *Frontiers in pharmacology*, 12 – 697411. <https://doi.org/10.3389/fphar.2021.697411>.
15. Ivanović, S., Simić, K., Tešević, V., Vujisić, L., Ljekoče-

vić, M., & Gođevac, D. (2021). GC-FID-MS Based Metabolomics to Assess Plum Brandy Quality. *Molecules* (Basel, Switzerland), 26(5). – 1391. <https://doi.org/10.3390/molecules26051391>.

16. Asfondiarova, I., Illarionova, K., Kravtsova, E., Demchenko, V. (2019) Digital technologies for providing the quality of food products. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – 497: 012106. DOI:10.1088/1757-899X/497/1/012106.

17. Teeguarden, J. G., Deisinger, P. J., Poet, T. S., English, J. C., Faber, W. D., Barton, H. A., Corley, R. A., & Clewell, H. J., 3rd (2005). Derivation of a human equivalent concentration for n-butanol using a physiologically based pharmacokinetic model for n-butyl acetate and metabolites n-butanol and n-butyric acid. *Toxicological sciences : an official journal of the Society of Toxicology*, 85(1). – C. 429–446. <https://doi.org/10.1093/toxsci/kfi103>.

18. Correa, M., Salamone, J. D., Segovia, K. N., Pardo, M., Longoni, R., Spina, L., Peana, A. T., Vinci, S., & Acquas, E. (2012). Piecing together the puzzle of acetaldehyde as a neuroactive agent. *Neuroscience and biobehavioral reviews*, 36(1). – C. 404–430. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2011.07.009>.

19. Ormsby, M. J., Johnson, S. A., Carpena, N., Meikle, L. M., Goldstone, R. J., McIntosh, A., Wessel, H. M., Hulme, H. E., McConnachie, C. C., Connolly, J., Roe, A. J., Hasson, C., Boyd, J., Fitzgerald, E., Gerasimidis, K., Morrison, D., Hold, G. L., Hansen, R., Walker, D., Smith, D., ... Wall, D. M. (2020). Propionic Acid Promotes the Virulent Phenotype of Crohn's Disease-Associated Adherent-Invasive Escherichia coli. *Cell reports*, 30(7). – C. 2297–2305.e5. <https://doi.org/10.1016/j.celrep.2020.01.078>.

20. Fan, G., Teng, C., Xu, D., Fu, Z., Liu, P., Wu, Q., Yang, R., & Li, X. (2019). Improving Ethyl Acetate Production in Baijiu Manufacture by *Wickerhamomyces anomalus* and *Saccharomyces cerevisiae* Mixed Culture Fermentations. *BioMed research international*. – 2019. – 1470543. <https://doi.org/10.1155/2019/1470543>.

21. Ando, H., Kurata, A., & Kishimoto, N. (2015). Antimicrobial properties and mechanism of volatile isoamyl acetate, a main flavour component of Japanese sake (Ginjo-shu). *Journal of applied microbiology*, 118(4). – C. 873–880. <https://doi.org/10.1111/jam.12764>.

22. Krüsemann, E., Havermans, A., Pennings, J., de Graaf, K., Boesveldt, S., & Talhout, R. (2021). Comprehensive overview of common e-liquid ingredients and how they can be used to predict an e-liquid's flavour category. *Tobacco control*, 30(2). – C. 185–191. <https://doi.org/10.1136/tobaccocontrol-2019-055447>.

23. Jo, Y., Benoist, D. M., Ameerally, A., & Drake, M. A. (2018). Sensory and chemical properties of Gouda cheese. *Journal of dairy science*, 101(3). – C. 1967–1989. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13637>.

24. Zhang, Q., Sun, Q., Tan, X., Zhang, S., Zeng, L., Tang, J., & Xiang, W. (2020). Characterization of γ -aminobutyric acid (GABA)-producing *Saccharomyces cerevisiae* and coculture with *Lactobacillus plantarum* for mulberry beverage brewing. *Journal of bioscience and bioengineering*, 129(4) – C. 447–453. <https://doi.org/10.1016/j.jbiosc.2019.10.001>.

25. Li, S., Li, Y., Du, Z., Li, B., Liu, Y., Gao, Y., Zhang, Y., Zhang, K., Wang, Q., Lu, S., Dong, J., Ji, H., & Li, Y. (2021). Impact of NSLAB on Kazakh cheese flavor. *Food research international* (Ottawa, Ont.). – 144 – 110315. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2021.110315>.

Статья поступила в редакцию 22.04.2022

Статья принята к публикации 20.06.2022

УДК 641.1/.3

DOI: 10.46548/21vek-2022-1158-0012

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОРОШКА БАОБАБА В РЕЦЕПТУРАХ МУЧНЫХ КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЙ

©Автор(ы) 2022

SPIN: 5065-7199

AuthorID: 544184

ORCID: 0000-0002-8896-647X

СМОЛЪЯНОВА Аля Павловна, кандидат сельскохозяйственных наук,
доцент кафедры «Пищевые производства»

Пензенский государственный технологический университет

(440039, Россия, Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11, e-mail: pokupki068@gmail.com)

SPIN: 4655-9826

AuthorID: 1056940

ORCID: 0000-0002-6370-0931

ВОЛОШИНА Марина Олеговна, старший преподаватель кафедры «Пищевые производства»

ЛОМАКИНА Полина Анатольевна, студентка кафедры «Пищевые производства»

Пензенский государственный технологический университет

(440039, Россия, Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11,

e-mails: mari6ka_o_g@list.ru, lpa220202@gmail.com)

Аннотация. В настоящее время конкуренция на рынке кондитерской продукции высока. Производители мучных кондитерских изделий в условиях стагнации доходов россиян меняют подход к позиционированию продукции. Для оптимизации расходов и поддержания уровня продаж они идут на снижение веса и размера упаковки, а также оптимизируют рецептуру мучных кондитерских изделий для сохранения рентабельности. Особое внимание уделяется созданию и выпуску продуктов повышенной пищевой ценности. Мучные кондитерские и кулинарные изделия являются наиболее распространенными пищевыми продуктами, потребляемыми ежедневно всеми группами детского и взрослого населения России любого возраста. Изделия из бисквита разработанные по стандартным рецептурам не отвечают тем требованиям обеспеченности населения микронутриентами и обогащение ими пищевых продуктов массового спроса в соответствии с физиологическими потребностями человека. Перспективным растительным сырьем, богатым биологически активными веществами, является баобаб. Порошок мякоти баобаб в своем составе содержит значительное количество пищевых волокон, макроэлементов (калий, кальций, магний, натрий) и витаминов (B2, B6, PP, C). В статье рассмотрено применение порошка баобаб в рецептурах бисквита. Дана подробная характеристика органолептических показателей выпеченных бисквитов разной дозировки. Доказана целесообразность использования порошка баобаб в рецептурах бисквита для повышения пищевой ценности и расширения ассортимента. Пищевая ценность готовых полуфабрикатов повышается за счет содержания в них большого количества пищевых волокон, витаминов и минералов.

Ключевые слова: бисквит, кондитерская промышленность, баобаб, пищевая и энергетическая ценность, органолептические показатели, витамины, минеральные вещества.

THE USE OF BAOBAB POWDER IN FORMULATIONS FLOUR CONFECTIONERY PRODUCTS

© The Author (s)2022

SMOLYANOVA Alya Pavlovna, candidate of agricultural sciences,
associate professor of the Department «Food Production»

VOLOSHINA Marina Olegovna, senior lecturer of the Department «Food Production»

LOMAKINA Polina Anatolyevna, student of the Department of «Food Production»

Penza State Technological University

(440039, Russia, Penza, Baidukova Passage/ul. Gagarina, 1a/11,

e-mails: pokupki068@gmail.com, mari6ka_o_g@list.ru, lpa220202@gmail.com)

Abstract. Currently, competition in the confectionery market is high. Manufacturers of flour confectionery products in the conditions of stagnant incomes of Russians are changing their approach to product positioning. In order to optimize costs and maintain the level of sales, they go to reduce the weight and size of packaging, as well as optimize the recipe of flour confectionery products to maintain profitability. Special attention is paid to the creation and production of products of increased nutritional value. Flour confectionery and culinary products are the most common food products consumed daily by all groups of children and adults of Russia of any age. Biscuit products developed according to standard recipes do not meet the requirements of providing the population with micronutrients and enriching them with food products of mass demand in accordance with the physiological needs of a person. A promising plant raw material rich in biologically active substances is baobab. Baobab pulp powder in its composition contains a significant amount of

dietary fiber, macronutrients (potassium, calcium, magnesium, sodium) and vitamins (B2, B6, PP, C). The article discusses the use of baobab powder in biscuit recipes. A detailed description of the organoleptic parameters of baked biscuits of different dosages is given. The expediency of using baobab powder in biscuit recipes to increase the nutritional value and expand the assortment has been proved. The nutritional value of finished semi-finished products increases due to the content of a large amount of dietary fiber, vitamins and minerals in them.

Keywords: biscuit, confectionery industry, baobab, nutritional and energy value, organoleptic indicators, vitamins, minerals.

Для цитирования: Смольянова А.П. Использование порошка баобаба в рецептурах мучных кондитерских изделий / А.П. Смольянова, М.О. Волошина, П.А. Ломакина // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2022. – Т. 11. – № 2(58). – С. 70-74. – DOI: 10.46548/21vek-2022-1158-0012.

Введение. За последние несколько лет население стало уделять внимание здоровому образу жизни, в том числе здоровому и правильному питанию. Мучные кондитерские изделия пользуются широким спросом у российского потребителя [1-5]. Данные изделия обладают прекрасными вкусовыми достоинствами и привлекательным внешним видом.

Мучные кондитерские изделия, выпускаемые кондитерской промышленностью отличаются низкой физиологической ценностью. В своем составе содержат большое количество жиров и углеводов, а клетчатки и важнейших микронутриентов (витаминов, макро- и микроэлементов) как правило встретишь редко. Благодаря использованию нового вида сырья, происходит обогащение рецептур мучных кондитерских изделий биологически активными веществами [6-9].

Применение в производстве мучных кондитерских изделий нетрадиционного сырья способствует оптимизации качества и расширению ассортимента продукции [10-13].

Бисквит – популярный вид выпечки занимающий одно из главных мест в кондитерском производстве. Этот полуфабрикат отличается пористой структурой, мягким эластичным мякишем, тонкостенными порами, имеющий на поверхности тонкую корочку и упругую консистенцию [14-16].

Баоба́б, или Адансония пальчататая, (лат. *Adansoniadigitata*) – вид деревьев из рода Адансония семейства Мальвовые (*Malvaceae*), произрастающее в Африке, Австралии. Одно из самых толстых деревьев – диаметр ствола достигает 8 м, высота 18-25 м. Плоды баобаба напоминают огурцы или дыни, покрытые толстой мохнатой кожурой, свежая мякоть плодов имеет цитрусовый аромат.

Мякоть баобаба высушивается, перемалывается в порошок, расфасовывается и поступают к потребителю. Плоды баобаба являются источником витаминов, антиоксидантов и богаты кальцием и калием.

В порошке баобаба содержится значительное количество витамина C (173,2 мг), имеющее непосредственное влияние на повышение иммунитета [17]. Также этот витамин улучшает усвоение железа и кальция в крови, что служит профилактикой анемии и остеопороза. Баоба́б стимулирует выработку организмом коллагена – основного компонента арте-

рий и кожных покровов, помогает предотвратить атеросклероз и болезнь Альцгеймера, профилактирует развитие катаракты.

Плоды баобаба могут быть использованы при производстве новых продуктов питания, которые отличаются по вкусовым качествам и имеют более целебный и полезный состав. Благодаря тому, что в составе почти 50%, в основном, растворимой клетчатки (пектина), происходит стимулирование роста полезных лакто- и бифидобактерий в желудочно-кишечном тракте, что сказывается на укреплении иммунной системы, снижается уровень холестерина, замедляется рост уровня сахара после приёма пищи, улучшается усвоение кальция и магния, а также выводятся из организма токсические вещества, шлаки, очищается кишечник и регулируется его деятельность [18-19].

Методология. Целью исследования явилась разработка рецептурного состава бисквитного полуфабриката с добавлением порошка мякоти баобаба, определение его рациональной дозировки и разработка унифицированной рецептуры с обогащенным химическим составом.

Основным объектом исследования служил бисквитный полуфабрикат с применением порошка мякоти баобаба, его рецептура и технология.

В качестве опытных образцов использовали бисквитный полуфабрикат выпеченный по классической рецептуре №4 «Бисквит круглый» [20] и образцы с добавлением порошка мякоти баобаба в дозировках 5% (опытный образец № 1), 10%(опытный образец №2) и 15%(опытный образец №3). Применяемое сырье: мука пшеничная высшего сорта (ГОСТ 26574-2017), сахар-песок (ГОСТ 33222-2015), продукты яичные жидкие (ГОСТ 30363-2013), ароматизатор (ГОСТ 32049-2-13), кислота лимонная (ГОСТ 31726-2012), порошок мякоти баобаба (ТУ 9164-001-11602363-2016) производство ООО «УФГ БАЛАНС».

Порошок мякоти баобаба вносился на первоначальном этапе после взбивания сахарояичной смеси в заданной концентрации в соответствии с рецептурой. Выпекали при температуре 190-210°C в течение 15-30 минут. Выпеченные лепешки охлаждали и выстаивали в течение 8 часов при температуре 15-10 градусов.

Результаты. Исследуемый порошок мякоти баобаба обладает кремовым цветом цитрусовым запахом. Вкус слегка кисловатый и пряный. Порошок мелкого

помола, по агрегатному состоянию напоминает муку (рис. 1).

Химический состав порошка баобаба и пшеничной мукой представлен в таблице 1.

Установлено, что количество белков, жиров и углеводов в порошке мякоти баобаба ниже, чем в пшеничной муки. Уникальность порошка баобаба заключается в наличии высокого содержания пищевых волокон – 44,5 г, что в 13 раз выше, чем в пшеничной муке (3,5 г).

Витаминный состав нетрадиционного сырья превосходит по содержанию витаминов В2, В6, РР и С. Содержание калия в порошке мякоти баобаба превосходит в 18 раз (2189 мг), кальция в 19 раз (342 мг), магния в 10 раз (158 мг), натрия в 3 раза (10 мг) в сравнении с пшеничной мукой высшего сорта (калия

– 122 мг; кальция – 18 мг; магния - 16мг; натрия - 3мг). Высокий уровень макроэлементов определяет возможность повышения пищевой ценности в рецептуре опытных образцов, и позволяет оценивать порошок мякоти баобаба как биологически значимый функциональный компонент рецептуры.

Для определения рациональной дозировки, порошок мякоти баобаба добавляли взамен пшеничной муки в количестве 5, 10 и 15% по сухим веществам. Отмечено, что в процессе замеса теста появлялся специфический выраженный цитрусовый запах. В опытном образце 3 с добавлением порошка мякоти баобаба (15%) отмечено незначительное повышение вязкости теста. Модельные и контрольные образцы направляли на выпечку. Внешний вид на разрезе представлен на рисунке 2.



Рисунок 1 – Внешний вид плода и порошка мякоти баобаба

Таблица 1 – Химический состав порошка баобаба и пшеничной мукой

Наименование показателей	Мука пшеничная высшего сорта [21]	Порошок мякоти баобаба
Белки, г	10,8	3,69
Жиры, г	1,30	0,47
Углеводы, г	69,9	35,15
Пищевые волокна, г	3,50	44,5
Витамины		
Витамин В1, тиамин, мг	0,17	0,03
Витамин В2, рибофлавин, мг	0,04	0,074
Витамин В6, пиридоксин, мг	0,17	2,414
Витамин С, аскорбиновая кислота, мг	-	173,2
Витамин РР, НЭ, мг	3	19,983
Макроэлементы		
Калий, К, мг	122	2189
Кальций, Са, мг	18	342
Магний, Mg, мг	16	158
Натрий, Na, мг	3	10



Рисунок 2 – Вид на разрезе бисквитов:

а) контрольный образец, б) с добавлением 5 % порошка мякоти баобаба, в) с добавлением 10 % порошка мякоти баобаба, г) с добавлением 15 % порошка мякоти баобаба

Готовые изделия подвергались органолептической оценке по 30-ти бальной шкале, результаты представлены на рисунке 3.

Опытные образцы №1–3 имели правильную форму, без изломов, впадин и вздутий. Замена пшеничной муки на 10% порошка мякоти баобаба позволила получить изделия с лучшими органолептическими показателями по характеристике поверхности, вкусу и запаху. Образец с заменой пшеничной муки на

15% порошка мякоти баобаба (опытный образец №3), отличался незначительным дефектом формы и пышности структуры.

Таким образом, анализ результатов органолептической оценки исследований показал, что рациональной дозировкой замены пшеничной муки следует считать 10% порошка мякоти баобаба (образец №2).

В результате предложена рецептура бисквитного полуфабриката в таблице 2.

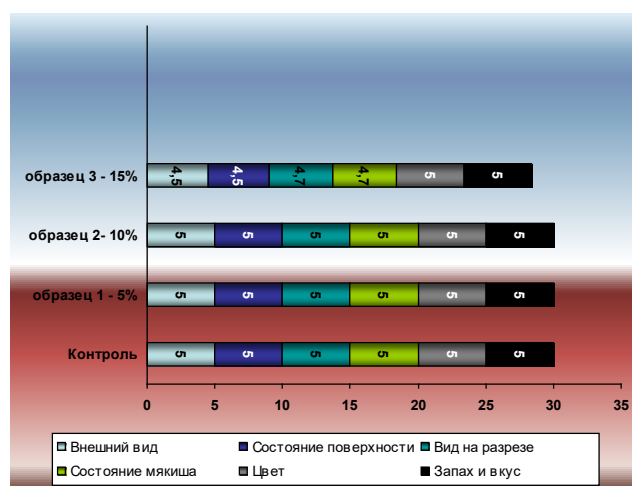


Рисунок 3 – Дегустационная оценка выпеченных образцов бисквитов

Таблица 2 – Рецептура бисквита с включением 10 % порошка мякоти баобаба

Наименование сырья	Массовая доля сухих веществ, %	Расход сырья на 10 кг выпеченного полуфабриката, г	
		в натуре	в сухих веществах
Мука пшеничная, высшего сорта	85,5	3504,63	2996,46
Порошок баобаба	96,00	346,81	332,94
Сахар - песок	99,85	3419,0	3413,9
Желтки яичные	46,00	3419,0	1572,7
Белки яичные	12,00	5128,0	615,4
Эссенция	0,00	22,8	0,0
Кислота лимонная	98,00	15,2	14,9
Итого	-	15855,44	8946,3
Выход	84,00	10000,0	8400,0

Выводы. Использование порошка мякоти баобаба в рецептурах бисквитов позволит получать изделия с пониженной калорийностью, но увеличенным содержанием пищевых волокон, макроэлементов (калий, кальций, магний, натрий) и витаминов (B2, B6, PP, C).

Проанализированные качественные характеристики готового бисквитного полуфабриката показали, что образцы с порошком мякоти баобаба обладали лучшими органолептическими показателями в сравнении с контролем.

На основании проведенных исследований была обоснована оптимальная дозировка внесения порошка мякоти баобаба в бисквитное тесто в дозировке 10 % взамен пшеничной муки.

Полученные результаты подтверждают эффективность внесения порошка мякоти баобаба в рецептуру бисквитного полуфабриката и позволяют рекомендовать для производства на предприятиях

пищевой промышленности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

- Tengelbayeva A.A., Toktamysova A.B., Muldabekova B.Zh., Iskakova G.K., Yakiyayeva M.A. Methods for increasing food value of flour confectionery goods. Вестник Алматинского технологического университета. – 2020. – № 2. – С. 5-8.
- Понамарева В.Е., Пехтерева Н.Т., Белецкая Н.М., Евдокимова О.В. Изучение потребительских предпочтений при выборе мучных кондитерских изделий. Вестник Белгородского университета кооперации, экономики и права. – 2018. – № 5 (72). – С. 59-70.
- Снегирева Н.В., Марченко Л.В. Использование льняной муки и семян льна в рецептурах мучных кондитерских изделий Вестник КрасГАУ. – 2019. – № 11 (152). – С. 143-150.
- Мунтян В.В., Стулова Е.Р., Мадейчик И.В. Использование гречишной клетчатки в производстве мучных кондитерских изделий. В сборнике: Наука. Технологии. Инновации. Сборник научных трудов: в 9 частях. Под редакцией А. В. Гадюкина. – 2018. – С. 676-679.
- Петыш Я.С. Вкусно и полезно – тенденции рынка мучных кондитерских изделий. Хлебопродукты. – 2018. – № 1. – С. 64-67.

6. Фединишина Е.Ю., Елисеева С.А., Москвичева Е.В., Насрединова А.Ю. Обоснование технологии мучных кондитерских изделий с использованием вторичных пищевых ресурсов. Индустрия питания. – 2020. – Т. 5. – № 2. – С. 13-20.

7. Нечушкина А.Д., Альшевская М.Н. Обоснование возможности использования жмыха моркови и рисовой муки в технологии мучных кондитерских изделий типа «крекеры». Вестник молодежной науки. 2021. № 3 (30).

8. Гуляева А.Н., Воронина М.С., Макарова Н.В. Разработка методологии повышения пищевой ценности полуфабрикатов для мучных кондитерских изделий. Инновации и продовольственная безопасность. – 2020. – № 3 (29). – С. 7-13.

9. Дубцова Г.Н., Кусова И.У., Дралина Н.М., Сажина Е.И. Применение дикорастущих плодов в производстве мучных кондитерских изделий. Вопросы питания. – 2018. – Т. 87. – № S5. – С. 210-211.

10. Дорошкевич В.В., Петрова Е.И., Барабанова Е.Б. Использование нетрадиционного сырья в производстве мучных кондитерских изделий. Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства. – 2019. – № 21. – С. 170-172.

11. Жарасбаева Л.А., Воронюк Т.А. Разработка технологии мучных кондитерских изделий с использованием новых видов сырья. Сборник материалов Международных научно-практических конференций. – 2019. – С. 138-141.

12. Шарипова М.Б., Икрами М.Б., Каримов О.С., Тураева Г.Н. Использование муки из проросшей пшеницы в технологии мучных кондитерских изделий. Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания. – 2021. – № 2. – С. 73-78.

13. Рыков А.И., Агафонова С.В. Использование семян белого люпина (*Lupinus albus* L.) В технологии мучных кондитерских изделий. Известия КГТУ. – 2020. – № 57. – С. 118-127.

14. Тертычная Т.Н. Бисквит повышенной пищевой ценности. Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2006. – № 5 (294). – С. 24-27.

15. Грицкевич Ю.В. Разработка рецептуры бисквита функционального назначения. В сборнике: Молодежь XXI века: шаг в будущее. Материалы XIX региональной научно-практической конференции. В 3-х томах. – 2018. – С. 95-96.

16. Попов В.П., Сидоренко Г.А., Сидоренко А.Г., Приймак М.А., Федюнина Т.В., Соловых С.Ю. Разработка ресурсосберегающей технологии производства бисквита. Вестник научных конференций. – 2018. – № 9-2 (37). – С. 77-79.

17. Кирина И.Б., Рыбкин Н.С. Баобаб - дерево жизни. Наука и Образование. – 2021. – Т. 4. – № 2.

18. Фелик С.В., Антипова Т.А., Золотин А.Ю., Симоненко С.В. Использование порошка мякоти баобаба в молочных продуктах для геродиетического питания Пищевая промышленность. – 2020. – № 10. – С. 60-63.

19. Калмыкова Е.Н., Моне Х., Мазенго Ж., Ниагава Г. Полисахариды плодов баобаба (*adansonia digitata*). В сборнике: Химическая наука: современные достижения и историческая перспектива. Материалы II Всероссийской научной Интернет-конференции с международным участием. Сервис виртуальных конференций Рах Grid; ИП Синяев Д. Н., 2014. – С. 56-58.

20. Сборник рецептов мучных кондитерских и булочных изделий для предприятий общественного питания/ А.В. Павлов. – СПб: Гидрометеоздат, 1998. – 286 с.

21. Химический состав российских пищевых продуктов: Справочник / Под ред. член-корр. МАИ, проф. И. М. Скурихина и академика РАМН, проф. В. А. Тутельяна. - ДеЛи принт, 2002. – 236 с.

Статья поступила в редакцию 26.04.2022

Статья принята к публикации 20.06.2022

УДК 544.773.32

DOI: 10.46548/21vek-2022-1158-0013

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ОБРАБОТКИ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ СТАБИЛЬНОЙ ЭМУЛЬСИИ ЭФИРНЫХ МАСЕЛ ПИХТЫ И КЕДРА

© Автор(ы) 2022

ORCID: 0000-0001-6463-8036

ГУРДА Мария Дмитриевна, аспирант*Национальный исследовательский университет ИТМО**(197101, Россия, Санкт-Петербург, Кронверкский проспект, дом 49, литера А, e-mail: marusia-gurda@mail.ru)*

ORCID: 0000-0002-6736-2749

ОМЕЛЯНЧУК Ольга Николаевна, аспирант*Национальный исследовательский университет ИТМО**(197101, Россия, Санкт-Петербург, Кронверкский проспект, дом 49, литера А, e-mail: olua_bad13@mail.ru)*

Аннотация. Интерес к ультразвуковой обработке основан на полезных свойствах данного вида воздействия на пищевые продукты. Например, обеззараживание, эмульгирование, интенсификация некоторых технологических процессов и так далее. Данные свойства можно объяснить факторами ультразвуковых колебаний: кавитационным эффектом, воздействием на сырье разрушающими силами, наличием микропотоков и, как следствие, повышением проницаемости сырья. При производстве молочной продукции – в частности цельного, обезжиренного, сгущенного и сухого молока, кисломолочных продуктов, некоторых видов сыров, сливок и сметаны – применяется ультразвуковая гомогенизация. Данный вид обработки сырья также применяется и для обработки других жидкостей в пищевом производстве. Ультразвуковая обработка также используется в фармацевтической и косметической промышленности. Различные кремы, суспензии и эмульсии производят с применением УЗ-обработки. Генераторы, ванны и другое ультразвуковое оборудование позволяет смешивать «несмешивающиеся» жидкости, например, масло и воду, и получать коллоидные растворы, суспензии и эмульсии. По всему миру ведутся исследования на тему получения и изучения свойств данных растворов. Свойства эфирных масел пихты и кедра очень многообразны. Основные из них – это антибактериальные, противовоспалительные, противогрибковые и противовирусные. Сегодня очень много исследований ведется о противораковых свойствах данных масел. Также эфирные масла пихты и кедра способствуют ускорению метаболизма и уменьшению стресса.

Ключевые слова: эмульсия, эфирные масла, эфирное масло пихты, эфирное масло кедра, ультразвуковая обработка, наноэмульсия, стабильность эмульсии, эмульгирующие вещества.

USING ULTRASONIC PROCESSING TO OBTAIN A STABLE EMULSION OF FIR AND CEDAR ESSENTIAL OILS

© The Author(s) 2022

GURDA Maria Dmitrievna, postgraduate student**OMELYANCHUK Olga Nikolaevna**, postgraduate student*ITMO University**(197101, Russia, St. Petersburg, Kronverksky prospect, 49, letter A, e-mails: marusia-gurda@mail.ru, olua_bad13@mail.ru)*

Abstract. Interest in ultrasonic processing is based on the beneficial properties of this type of impact on food products. For example, disinfection, emulsification, intensification of some technological processes, and so on. These properties can be explained by the factors of ultrasonic vibrations: the cavitation effect, the effect of destructive forces on the raw material, the presence of microflows and, as a result, the increase in the permeability of the raw material. In the production of dairy products – in particular whole, skimmed, condensed and powdered milk, fermented milk products, some types of cheeses, cream and sour cream - ultrasonic homogenization is used. This type of processing of raw materials is also used for processing other liquids in food production. Ultrasonic processing is also used in the pharmaceutical and cosmetic industries. Various creams, suspensions and emulsions are produced using ultrasonic processing. Generators, baths and other ultrasonic equipment make it possible to mix "immiscible" liquids, such as oil and water, and obtain colloidal solutions, suspensions and emulsions. All over the world, research is underway to obtain and study the properties of these solutions. The properties of essential oils of fir and cedar are very diverse. The main ones are antibacterial, anti-inflammatory, antifungal and antiviral. Today, a lot of research is being done on the anti-cancer properties of these oils. Also, essential oils of fir and cedar help to speed up metabolism and reduce stress.

Keywords: emulsion, essential oils, fir essential oil, cedar essential oil, ultrasonic treatment, nanoemulsion, emulsion stability, emulsifying agents.

Для цитирования: Гурда М.Д. Использование ультразвуковой обработки для получения стабильной эмульсии эфирных масел пихты и кедра / М.Д. Гурда, О.Н.Омелянчук // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2022. – Т. 11. – № 2(58). – С. 75-82. – DOI: 10.46548/21vek-2022-1158-0013.

Введение. В последние годы возрастает интерес к использованию ультразвуковой техники для обработки жидких пищевых продуктов [1], поскольку ультразвуковой гомогенизатор использует ультразвуковые волны высокой интенсивности, нетоксичные, безопасные и экологически чистые для создания разрушительных сил, которые преобразуют несмешивающиеся растворы в эмульсии [2, 3]. В ультразвуковых устройствах возникающий сдвиг в основном обеспечивается кавитацией, определяемой как комбинированное явление образования, роста и имплозивного схлопывания пузырьков в жидкой среде [4]. По сравнению с другими устройствами, ультразвук готовит монодисперсные и более стабильные наноэмульсии без большого количества эмульгаторов, имеет низкие эксплуатационные расходы и также эффективен для уменьшения размера капель [5]. Формирование и размер капель в основном зависят от амплитуды ультразвуковой мощности и времени обработки. Устойчивость к деформации капель также зависит от поверхностной активности эмульгатора и его концентрации в непрерывной фазе [4, 5, 6]. На сегодняшний день исследования, сравнивающие ультразвуковое эмульгирование с диспергированием, показали, что ультразвук конкурентоспособен или даже превосходит с точки зрения размера капель и энергоэффективности. Было обнаружено, что микрофлюидизация более эффективна, чем ультразвук, но менее практична с точки зрения производственных затрат, загрязнения оборудования и асептической обработки. Сравнение механического перемешивания с ультразвуком при низкой частоте, было обнаружено, что для заданного желаемого диаметра необходимое количество поверхностно-активного вещества было уменьшено, потребление энергии (из-за потери тепла) было ниже, а ультразвуковые эмульсии были менее полидисперсными и более стабильными [7].

При создании эмульсии необходимо сделать выбор из сотен и тысяч эмульгирующих веществ. Из этого множества исследователи выбирают один или два, которые удовлетворительно эмульгируют выбранные для создания эмульсии ингредиенты [8]. Полиэтиленгликоль 400 – полимер этиленгликоля, пищевая добавка E1521. Применяется в качестве эмульгатора, пеногасителя, растворителя ароматических веществ и загустителя в пищевой промышленности. Часто применяется в фармацевтической промышленности при производстве лекарственных препаратов и биологически активных веществ [9]. *TWEEN 80* – это типичное синтетическое неионогенное поверхностно-активное вещество, широко применяемое в пищевой и полимерной промышленности. Механизм стабилизации заключается в способности поверхностно-активного вещества снижать межфазное натяжение на относительно короткие периоды времени [10]. *TWEEN 80* представляет собой амфифильную молекулу, что означает следующее – при добавлении к смеси масло в воде гидрофильная головка приспособляется

к водной фазе, а гидрофобный хвост – к масляной фазе. Результатом является уменьшение межфазного натяжения и, следовательно, тенденции к разрушению границ раздела масло/вода. Стабильность эмульсии достигается, когда молекулы поверхностно-активного вещества покрывают всю поверхность раздела фаз масло/вода, улучшая межфазную реологию, препятствуя слипанию и агрегации капель под действием стерического отталкивания [10].

Эфирные масла – это натуральные продукты, полученные из ароматических растений. Дистилляция паром и гидродистилляция – наиболее часто используемые методы экстракции эфирных масел в лабораторных условиях. Они были широко изучены в связи с их потенциалом для применения в пищевой промышленности. Эфирные масла можно использовать в продуктах питания для продления срока хранения, а также уменьшения или замены синтетических добавок. Их эффективность может быть подтверждена антимикробными и антиоксидантными тестами [11]. Как правило, эфирные масла увеличивают стабильность пищевых продуктов во время хранения, подавляя рост порчи и патогенных микроорганизмов и защищая от окисления. Важно знать соединения, ответственные за биологическую активность эфирных масел, и определить пределы их использования, включая их безопасность. Сильно изменчивый состав исходных видов, связанный с различными частями растений и методами экстракции, играет важную роль в изменчивости биологической активности эфирных масел [12]. Эфирные масла широко используются в медицине, парфюмерии, косметической промышленности и в качестве пищевых консервантов. В 19 веке из-за своего аромата и вкуса эфирные масла использовались в качестве лекарств. На сегодняшний день идентифицировано 3000 эфирных масел, и около 300 видов эфирных масел используются в парфюмерии из-за сильного аромата [13]. Хотя эфирные масла оказались многообещающей альтернативой химическим консервантам, они имеют особые ограничения, которые необходимо устранить перед их применением в пищевых системах. Низкая растворимость в воде, высокая летучесть и сильный запах – основные свойства, затрудняющие использование в пищевых продуктах [14].

Эфирное масло пихты обладает свежим древесным и землистым ароматом. Чаще всего данное эфирное масло используется для борьбы с болью в горле, а также с респираторными инфекциями, истощением, мышечными болями и артритом. Данное эфирное масло используется в ароматерапии для улучшения течения респираторных заболеваний – стимулирование кашля для разрыхления, выделения слизи, а также может использоваться как противовоспалительное средство в горле и бронхах. Эфирное масло пихты дополнительно используется при создании косметических продуктов, парфюмерии, масел для ванн, освежителей воздуха, а также ладана [15]. Эфирное масло пихты является эффективным

противораковым средством, что подтверждают многочисленные исследования проведенные во Франции. В рамках исследований масло пихты и альфа-гумулен вызывали зависимое от дозы и времени снижение содержания клеточного глутатиона, а также увеличение производства активных форм кислорода [15].

Эфирное масло кедра, в частности *Cedrus atlantica*, обладает противогрибковыми, противомикробными, противовирусными, моллюскоцидными свойствами [16], также проявляет противовоспалительную активность [17, 18]. По данным исследований *Escherichia coli*, *Bacillus subtilis* и *Bacillus cereus* оказались чувствительными к эфирному маслу кедра [18]. Польза кедрового масла для лечения акне была проверена путем измерения его бактериальной активности в отношении *Propionibacterium acnes* [19]. Кедр издавна используется для лечения выпадения волос, он стимулирует волосяные фолликулы и увеличивает кровообращение в коже головы. Китайские исследования 2016 года показали, что цедрол, один из фитохимических веществ кедрового дерева, очень хорошо стимулирует рост волос [20]. Эфирное масло кедра демонстрируют мощную противораковую активность у животных и раковых клеток человека в пробирках, о чем говорят исследования о действии масла на клетки миелоидного лейкоза человека [21].

Методология. Целью данной работы является изучение влияния ультразвуковой обработки на получение стабильной эмульсии эфирных масел пихты и кедра в воде. Выбор эфирных масел основан на их полезных свойствах.

Для приготовления образцов эмульсий использовалось следующее оборудование: ультразвуковая ванна 28-35 (производитель ООО «Град-Технолodge», Россия) и ультразвуковой генератор И-10 (производитель ООО «Ультразвуковая техника – ИНЛАБ», Россия).

Дополнительно перед ультразвуковой обработкой образцы были перемешаны с помощью магнитной

мешалки. Диспергированные образцы эмульсий были приготовлены при помощи лабораторного диспергатора (производитель *Ultra-Turrax, IKA*, Германия).

Микроскопирование образцов проводилось при помощи лабораторного микроскопа *Axio Lab.A1* (производитель *Carl Zeiss*, Германия). Для получения микроскопических картин образцы эмульсий помещали на предметное стекло, затем накрывали покровным стеклом. После помещения предметного стекла на предметный столик микроскопа получали изображение с увеличением $\times 63$.

Стабильность образцов эмульсии определялась при помощи центрифугирования при 2500 оборотов в минуту в течение 15 минут. Образцы помещали в центрифужные пробирки объемом 10 мл. После центрифугирования измерялось количество отделившейся жировой фазы. Стабильность эмульсии определялась отношением отделившейся жировой фазы к объему образца эмульсии.

Для определения стабильности образцов эмульсии при помощи критерия индекса (*creaming index – CI*) образцы хранили при температуре 25°C в течение 5 дней. Значение стабильности получали отношением отделившейся жировой фазы к общему объему эмульсии.

Результаты. Для исследования влияния обработки в ультразвуковой ванне было приготовлено 16 образцов с двумя типами эмульгатора в различной концентрации (табл.1). Концентрация эфирных масел во всех образцах была 10 % – эфирное масло пихты к эфирному маслу кедра в отношении 1:2. Все образцы обработаны лабораторным диспергатором при 17500 об/мин в течение 5 минут при температуре 25°C. Образцы, подвергавшиеся ультразвуковой обработке, были помещены в ультразвуковую ванну на 40 минут с частотой 35 кГц и мощностью 40 %.

Все данные образцы были промикроскопированы. Полученные микроскопические картинки приведены на рисунках 1–4.

Таблица 1 – Образцы эмульсии для исследования влияния обработки в УЗ-ванне

Эмульгатор	Концентрация эмульгатора, %	Соотношение масла:эмульгатор	УЗ-обработка
ПЭГ (полиэтиленгликоль)	5	1:0,5	-
			+
	10	1:1	-
			+
	20	1:2	-
			+
	30	1:3	-
			+
TWEEN 80	5	1:0,5	-
			+
	10	1:1	-
			+
	20	1:2	-
			+
	30	1:3	-
			+

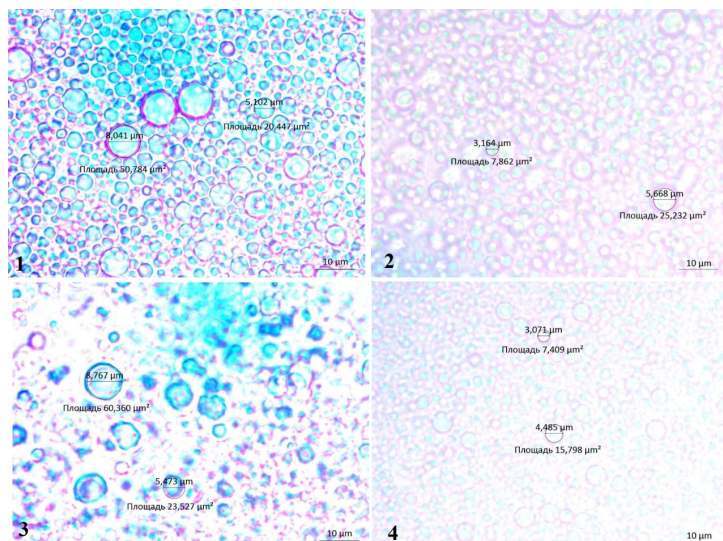


Рисунок 1 – Микроскопические картинки образцов эмульсии с концентрацией эмульгатора 5%:
1 – ПЭГ без УЗ-обработки, 2 – ПЭГ с УЗ-обработкой, 3 – TWEEN 80 без УЗ-обработки, 4 – TWEEN 80 с УЗ-обработкой

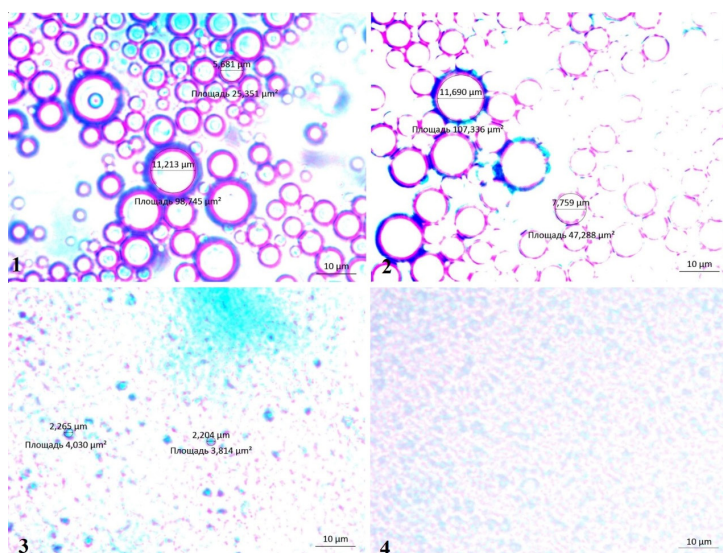


Рисунок 2 – Микроскопические картинки образцов эмульсии с концентрацией эмульгатора 10%:
1 – ПЭГ без УЗ-обработки, 2 – ПЭГ с УЗ-обработкой, 3 – TWEEN 80 без УЗ-обработки, 4 – TWEEN 80 с УЗ-обработкой

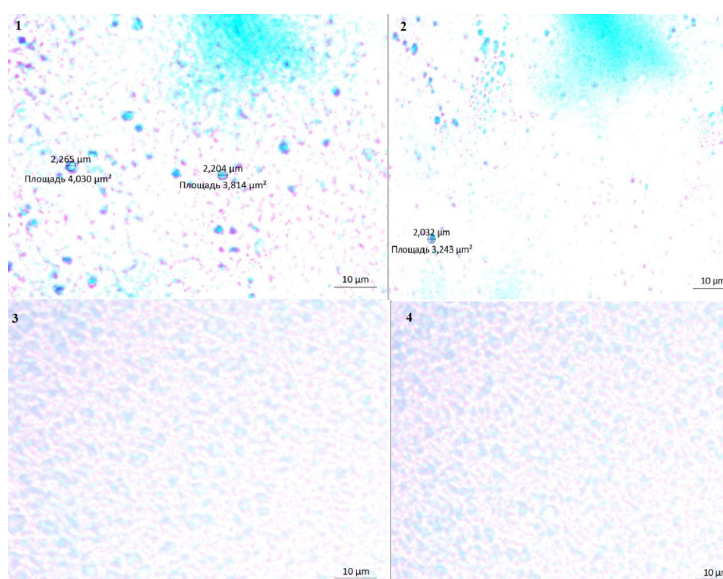


Рисунок 3 – Микроскопические картинки образцов эмульсии с концентрацией эмульгатора 20%:
1 – ПЭГ без УЗ-обработки, 2 – ПЭГ с УЗ-обработкой, 3 – TWEEN 80 без УЗ-обработки, 4 – TWEEN 80 с УЗ-обработкой

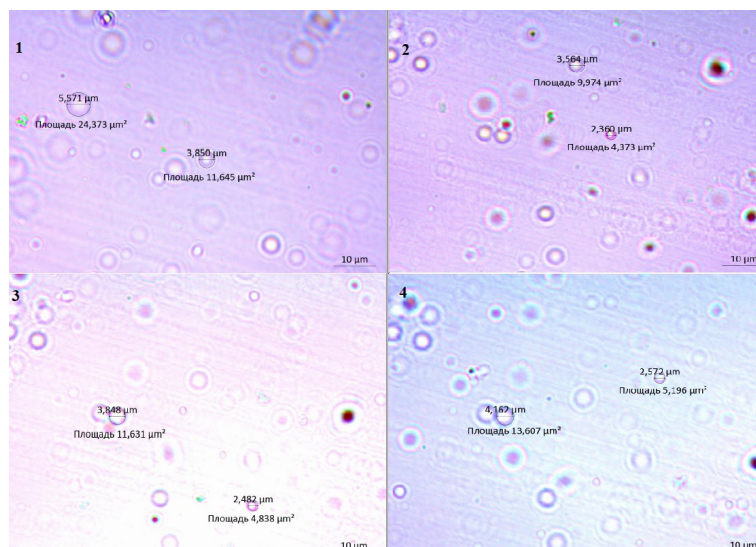


Рисунок 4 – Микроскопические картинки образцов эмульсии с концентрацией эмульгатора 30 %:
1 – ПЭГ без УЗ-обработки, 2 – ПЭГ с УЗ-обработкой, 3 – TWEEN 80 без УЗ-обработки, 4 – TWEEN 80 с УЗ-обработкой

Из приведенных на рисунке 1 микроскопических картинок, где концентрация эмульгатора равна 5%, видно, что эмульгатор TWEEN 80 лучше стабилизирует эмульсию, так как размер жировых шариков существенно меньше, чем в образцах с поверхностно-активным веществом ПЭГ.

Приведенные на рисунке 2 микроскопические картинки образцов с концентрацией эмульгатора 10% показывают, что эмульгатор TWEEN 80 при увеличении концентрации уменьшает размер жировых шариков полученной эмульсии. Образцы с эмульгатор

ПЭГ также имеют меньший размер шариков в сравнении с образцами с данным поверхностно-активным веществом в меньшей концентрации. Однако они имеют больший размер в отличие от образцов с TWEEN 80.

При микроскопировании всех образцов было подсчитано среднее значение размера жировых шариков. Исходя из полученных значений был построен график зависимости размера жировых шариков от концентрации эмульгатора и наличия или отсутствия ультразвуковой обработки (рис. 5).

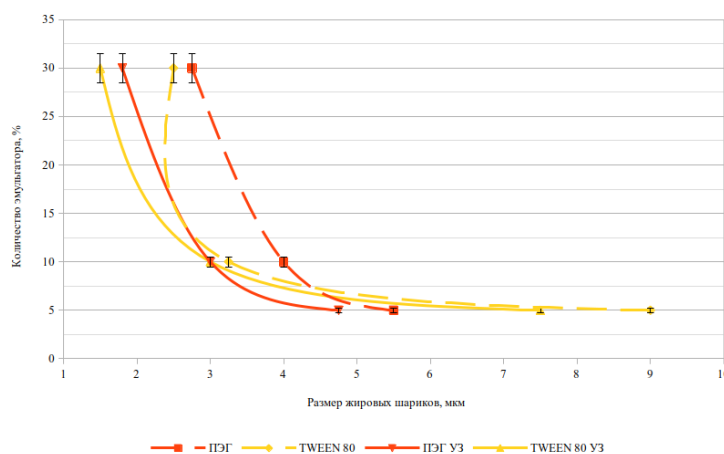


Рисунок 5 – Зависимость размера жировых шариков от количества эмульгатора и наличия УЗ-обработки

Данный график говорит о положительном влиянии эмульгатора TWEEN 80 на размер жировых шариков в сравнении с поверхностно-активным веществом ПЭГ. Ультразвуковая обработка также положительно влияет на размер частиц – при наличии УЗ-обработки размер жировых шариков меньше, чем при диспергировании без ультразвуковой обработки.

Исследование стабильности эмульсии проводилось при помощи критерия индекса (*creaming index*) при температуре хранения образцов 25°C (рис. 6).

Эмульсия более стабильна при использовании

эмульгатора TWEEN 80, чем с эмульгатором ПЭГ, при любой концентрации поверхностно-активного вещества в образце – значения стабильности у образцов с эмульгатором TWEEN 80 меньше, чем у образцов с ПЭГ при каждой из исследуемых концентраций.

Ультразвуковая обработка оказывает положительное влияние на стабильность эмульсии – значения стабильности эмульсии у образцов, прошедших УЗ-обработку, меньше, чем у образцов без нее при всех исследуемых концентрациях эмульгатора.

Для исследования влияния ультразвуковой обработки при помощи ультразвукового генератора было приготовлено 12 образцов с эмульгатором *TWEEN 80* в различной концентрации (табл. 2). Концентрация эфирных масел во всех образцах была 10% – эфирное масло пихты к эфирному маслу кедр в отношении 1:2. Часть образцов была обработана лабораторным диспергатором при 17500 об/мин в течение 5 минут при температуре 25°C.

Половина продиспергированных образцов была обработана при помощи ультразвукового генератора при частоте 22 кГц и 100% мощности в течение 5 минут. Образцы без диспергирования были перемешаны при помощи магнитной мешалки при 400 об/мин в течение 10 минут и также подвергнуты ультразвуковой обработке при частоте 22 кГц и

100% мощности в течение 5 минут (рис. 7). При ультразвуковой обработке образцы охлаждались при помощи льда.

Полученные образцы отбирались для дальнейшего исследования визуально – чем ближе консистенция и цвет к воде, тем меньше размер частиц в полученном образце. При визуальной оценке полученных образцов наблюдается значительное отличие образцов с концентрацией эмульгатора 20% и 30% – они имеют более прозрачный цвет в сравнении с остальными образцами. Однако образцы после диспергирования образуют пену. Пенообразование – нежелательный процесс при получении эмульсии.

Исследование стабильности эмульсии проводилось при помощи критерия индекса при температуре хранения образцов 4°C и 25°C (рис. 8).

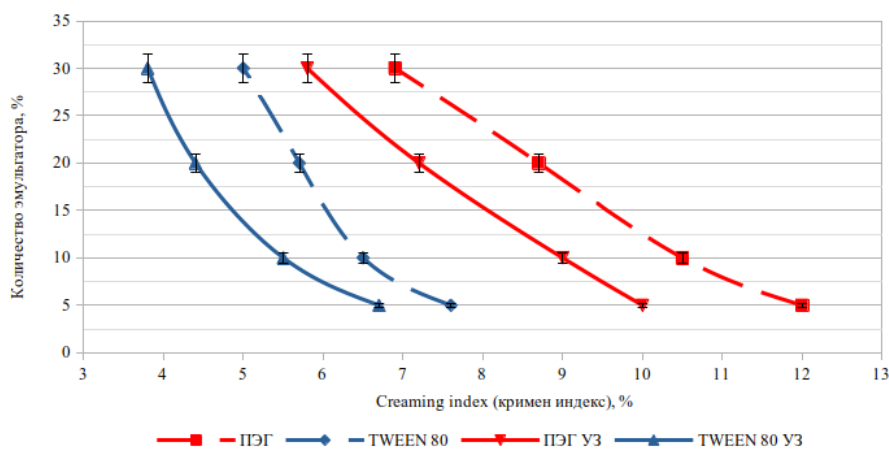


Рисунок 6 – Зависимость стабильности эмульсии от количества эмульгатора и наличия УЗ-обработки

Таблица 2 – Образцы эмульсии для исследования влияния обработки при помощи ультразвукового генератора

Концентрация эмульгатора, %	Соотношение масла:эмульгатор	Диспергирование	Перемешивание	УЗ-обработка
5	1:0,5	+	-	-
		+	-	+
		-	+	+
10	1:1	+	-	-
		+	-	+
		-	+	+
20	1:2	+	-	-
		+	-	+
		-	+	+
30	1:3	+	-	-
		+	-	+
		-	+	+



Рисунок 7 – Исследуемые образцы эмульсии с различной концентрацией эмульгатора после перемешивания при помощи магнитной мешалки и УЗ-обработки

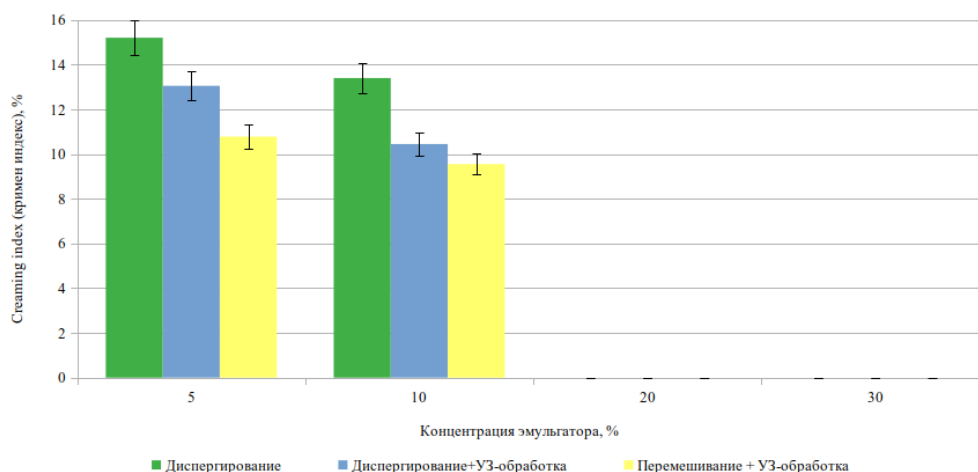


Рисунок 8 – Стабильность образцов эмульсии с различной концентрацией эмульгатора и способом приготовления при хранении

По данным графика видно, что при увеличении концентрации эмульгатора значение кримен индекса уменьшается, что говорит об улучшении стабильности образцов. В образцах с концентрацией 20% и 30% кримен индекс измерить не удалось, что говорит об отличных показателях стабильности при хранении. Однако образцы с концентрацией 30%, хранившиеся при температуре 4°C, затвердели.

Обсуждение. Разработанная эмульсия позволяет использовать все ценные вещества эфирных масел пихты и кедра. Продукты с ней могут использоваться для профилактики новообразований в организме человека, улучшения функционирования мышечной системы и отдельных органов, например, печени. При употреблении эфирных масел пихты и кедра улучшается работа нервной системы организма и уменьшается риск психосоматических расстройств.

Ультразвуковая обработка при помощи ультразвуковой ванны не позволяет получить стабильную при хранении эмульсию эфирных масел пихты и кедра типа «масло-в-воде». Оптимальным поверхностно-активным веществом для получения стабильной эмульсии является эмульгатор TWEEN 80. Внешний вид и стабильность эмульсии, обработанных при помощи ультразвукового генератора, значительно лучше аналогичных показателей эмульсии, полученной при диспергировании.

Выводы. Данная эмульсия может использоваться в пищевой промышленности для улучшения антибактериальной активности в продуктах питания, пролонгирования сроков годности, увеличения пищевой ценности. Также данная эмульсия может найти широкое применение в косметической и фармацевтической промышленности как для пероральных препаратов, так и для трансдермального использования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

- Paniwnyk L. Applications of ultrasound in processing of liquid foods: A review. // *Ultrasonics Sonochemistry*. – 2017. – № 38. – С. 794–806. DOI: 10.1016/j.ultsonch.2016.12.025.
- Ghosh V., Saranya S., Mukherjee A., Chandrasekaran N. Cinnamon Oil Nanoemulsion Formulation by Ultrasonic Emul-

sification: Investigation of Its Bactericidal Activity // *Journal of Nanoscience and Nanotechnology*. – 2013. – № 13(1). – С. 114–122. DOI: 10.1166/jnn.2013.6701.

- Khatkar A. B., Kaur A., Khatkar S. K., Mehta N. Characterization of heat-stable whey protein: Impact of ultrasound on rheological, thermal, structural and morphological properties // *Ultrasonics Sonochemistry*. – 2018. – № 49. – С. 333–342. DOI: 10.1016/j.ultsonch.2018.08.026.

- Sivakumar M., Tang S. Y., Tan K. W. Cavitation technology – A greener processing technique for the generation of pharmaceutical nanoemulsions // *Ultrasonics Sonochemistry*. – 2014. – № 21(6). – С. 2069–2083. DOI: 10.1016/j.ultsonch.2014.03.025.

- Lago A. M. T., Neves I. C. O., Oliveira N. L., Botrel D. A., Minim L. A., de Resende J. V. Ultrasound-Assisted Oil-in-Water Nanoemulsion Produced From *Pereskia aculeata* Miller Mucilage // *Ultrasonics Sonochemistry*. – 2019. – № 50. – С. 339–353. DOI: 10.1016/j.ultsonch.2018.09.036.

- Leong T. S. H., Wooster T. J., Kentish S. E., Ashokkumar M. Minimising oil droplet size using ultrasonic emulsification // *Ultrasonics Sonochemistry*. – 2009. – № 16(6). – С. 721–727. DOI: 10.1016/j.ultsonch.2009.02.008.

- Kentish S., Wooster T. J., Ashokkumar M., Balachandran S., Mawson R., Simons L. The use of ultrasonics for nanoemulsion preparation // *Innovative Food Science & Emerging Technologies*. – 2008. – № 9(2). – С. 170–175. DOI: 10.1016/j.ifset.2007.07.005.

- ICI Americas. The HLB System: A Time-saving Guide to Emulsifier Selection. – ICI Americas, 1984. – 22 с.

- Ким М.Е., Степанова Э.Ф., Евсеева С.Б. Сиропы: состав, технология, современное состояние исследований (обзор литературы) // *Фармация и фармакология*. – 2014. – № 3. – С. 7–14.

- Roldan-Cruz C., Vernon-Carter E. J., Alvarez-Ramirez J. Assessing the stability of Tween 80-based O/W emulsions with cyclic voltammetry and electrical impedance spectroscopy // *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*. – 2016. – № 511. – С. 145–152. DOI: 10.1016/j.colsurfa.2016.09.074.

- Sanders C., Diego M., Fernandez M., Field T., Hernandez-reif M., Roca A. Eeg asymmetry responses to lavender and rosemary aromas in adults and infants // *International Journal of Neuroscience*. – 2002. – № 112(11). – С. 1305–1320. DOI: 10.1080/00207450290158214.

- Pandey A. K., Singh P., Palmi U. T., Tripathi N. N. In vivo evaluation of two essential oil based botanical formulations (EOBBF) for the use against stored product pests, *Aspergillus* and *Callosobruchus* (Coleoptera: Bruchidae) species // *J. Stored Prod. Res.* – 2014. – № 59. – С. 285–291. DOI: 10.1016/j.jspr.2014.09.001.

- Байтукалов Т.А., Богословская О.А., Глушенко Н.Н., Орехова О.И., Ольховская И.П. Физико-химические показатели кедрового и льянного масел и создание лекарственных форм на их основе // *Вестник РУДН*. – 2004. – № 4. – С. 253–256.

14. Fernández-López J., Viuda-Martos M. Introduction to the Special Issue: Application of Essential Oils in Food Systems // Foods. – 2018. – № 7(4). – С. 1-4. DOI: 10.3390/foods7040056.

15. Health Benefits of Fir Needle Essential Oil [Электронный ресурс]. – 2019. – URL: <https://www.healthbenefitstimes.com/health-benefits-of-fir-needle-essential-oil/> (дата обращения 10.05.2022).

16. Lahlou M. Composition and Molluscicidal Properties of Essential Oils of Five Moroccan Pinaceae // Pharmaceutical Biology. – 2003. – № 41(3). – С. 207–210. DOI: 10.1076/phbi.41.3.207.15097.

17. Derwich E., Benziane Z., Boukir A. Chemical Composition and In Vitro Antibacterial Activity of the Essential Oil of Cedrus atlantica // International Journal of Agriculture & Biology. – 2010. – № 12(3). – С. 381-385. DOI: 10.1080/0972060X.2015.1137499.

18. Zrira S., Ghanmi M. Chemical Composition and Antibacterial Activity of the Essential of Cedrus atlantica (Cedarwood oil) // Journal of Essential Oil Bearing Plants. – 2016. – № 19(5). – С. 1267–1272. DOI: 10.1080/0972060x.2015.1137499.

19. Ferrandiz M., López A., Franco E., Garcia-Garcia D., Fennollar D., Balart R. Development and characterization of bioactive alginate microcapsules with cedarwood essential oil // Flavour and Fragrance Journal. – 2017. – № 32(3). – С. 184–190. DOI: 10.1002/ffj.3373.

20. Zhang Y., Han L., Chen S.-S., Guan J., Qu F.-Z., Zhao Y.-Q. Hair growth promoting activity of cedrol isolated from the leaves of Platycladus orientalis // Biomedicine & Pharmacotherapy. – 2016. – № 83. – С. 641–647. DOI: 10.1016/j.biopha.2016.07.022.

21. Zhang Y., Han L., Chen S.-S., Huang X.-F., Chang K.-F., Lee S.-C., Sheu G.-T., Li C.-Y., Weng J.-C., Hsiao C.-Y., Tsai N.-M. Extract Derived from Cedrus atlantica Acts as an Antitumor Agent on Hepatocellular Carcinoma Growth In Vitro and In Vivo // Molecules. – 2020. – № 25(20). – С. 4608. DOI: 10.3390/molecules25204608.

Статья поступила в редакцию 13.04.2022

Статья принята к публикации 20.06.2022

УДК 663.051

DOI: 10.46548/21vek-2022-1158-0014

**О ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ДОБАВОК
В ПРОДУКТАХ ПИТАНИЯ**

© Автор(ы) 2022

SPIN: 4884-0473

AuthorID: 839818

ORCID: 0000-0001-7952-359X

САРАФАНКИНА Елена Александровна, старший преподаватель кафедры «Пищевые производства»
Пензенский государственный технологический университет
(440028, Россия, г.Пенза, пр. Байдукова / ул.Гагарина, 1а/11)

SPIN: 8595-4447

AuthorID: 839997

ORCID: 0000-0003-3506-3303

МУРАШКИНА Оксана Александровна, старший преподаватель кафедры «Пищевые производства»
Пензенский государственный технологический университет
(440028, Россия, г.Пенза, пр. Байдукова/ул.Гагарина, 1а/11, e-mail:xenian13@yandex.ru)

SPIN: 9220-0752

AuthorID: 254439

ORCID: 0000-0001-6623-7228

АВРОРОВ Валерий Александрович, доктор технических наук, профессор кафедры «Пищевые производства»
Пензенский государственный технологический университет
(440028, Россия, г.Пенза, пр. Байдукова/ул.Гагарина, 1а/11, e-mail:v_avrorov@bk.ru)

Аннотация. Статья посвящена анализу целесообразности применения различных видов биологически активных добавок для обогащения продуктов питания. Приведены виды природных или идентичных им веществ, используемых в качестве добавок, вносимых в рецептуры продуктов питания для придания им функционального или лечебно-профилактического действия. Приведены критерии, которым должны отвечать применяемые биологически активные добавки. Отмечено, что при использовании натуральных обогатителей и им подобных биологически активных добавок функционального, и особенно лечебно-профилактического назначения, при разработке новых видов продуктов питания должна быть проведена широкая апробация обогащенных продуктов, доказывающая их положительный эффект для здоровья и необходимость использования таких продуктов в рационе питания. Приведены результаты проведенных работ по использованию в изготовлении мучных изделий добавок из тыквы, семян тыквы, кураги, чернослива и березового гриба чаги в виде тонкодиспергированных порошков. Включение данных порошков способствует обогащению готовых изделий микроэлементами, в том числе селеном и цинком, витаминами, улучшению вкусовых показателей продукции и в целом улучшению состояния организма человека.

Ключевые слова: продукты питания, биологически активные добавки, виды добавок, критерии необходимости применения добавок в продуктах питания.

ABOUT THE EXPEDIENCY OF USING BIOLOGICALLY ACTIVE ADDITIVES IN FOOD

© The Author(s) 2022

SARAFANKINA Elena Aleksandrovna, master, senior lecturer of the department "Food production"

MURASHKINA Oxana Aleksandrovna, senior lecturer of the department of "Food production"

AVROROV Valery Aleksandrovich, doctor of technical sciences, professor of the department of "Food production"
Penza State Technological University

(440028, Russia, Penza, pr. Baidukova/Gagarin st. 1a/11, e-mails: xeniam13@yandex.ru, v_avrorov@bk.ru)

Abstract. The article is devoted to the analysis of the feasibility of using various types of biologically active additives for food fortification. The types of natural or identical substances used as additives introduced into food formulations to give them a functional or therapeutic and preventive effect are given. The criteria that the biologically active additives used should meet are given. It is noted that when using natural fortifiers and similar biologically active additives for functional, and especially therapeutic and prophylactic purposes, when creating new types of food products, a wide approbation of fortified products should be carried out, proving their positive effect on health and the need to use such products in the diet. The results of the work carried out on the enrichment of flour products with finely dispersed powders from pumpkin, pumpkin seeds, dried apricots, prunes and birch fungus chaga containing selenium, zinc and other trace elements and vitamins that contribute to improving the taste indicators of products and the state of the human body are presented.

Keywords: food, biologically active additives, types of additives, criteria for the need to use additives in food.

Для цитирования: Сарафанкина Е.А. О целесообразности использования биологически активных добавок в продуктах питания / Е.А. Сарафанкина, О.А. Мурашкина, В.А. Авроров // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2022. – Т. 11. – № 2(58). – С. 83-87. – DOI: 10.46548/21vek-2022-1158-0014.

Введение. Под биологически активными добавками (БАД) понимаются природные или идентичные им вещества, используемые в виде таблеток, капсул, порошков и т. п. (*The Supplementation*), или вносимые в состав рецептур тех или иных продуктов питания с целью их обогащения микроэлементами, витаминами и придания определенного функционального или лечебно-профилактического действия.

Существующая классификация позволяет распределить биологически активные добавки на три группы: нутрицевтики, парафармацевтики, пробиотики и пребиотики [1].

Нутрицевтики предназначены для укрепления здоровья и профилактики болезней, вызываемых недостаточностью питания. К ним относятся БАД, обладающие пищевой ценностью, которые способны направленно изменять состав пищи. Аминокислоты, полиненасыщенные жирные кислоты, витамины, минеральные вещества и пищевые волокна, содержащиеся в добавках, оказывают влияние на изменение состава пищи. Нутрицевтики целесообразно применять для алиментарной профилактики некоторых заболеваний, например, остеопороза [1]. Содержание питательных веществ в нутрицевтиках должно соответствовать установленным нормам питания. Избыток или недостаток пищевых веществ оказывает неблагоприятное действие на организм.

К парафармацевтикам относятся БАД, которые, также как и нутрицевтики, позволяют укреплять здоровье и способствуют профилактике ряда заболеваний. Данная группа добавок не обладает пищевой ценностью. В составе парафармацевтиков могут содержаться вещества, выделенные из растений, продуктов моря, пчеловодства и др. Лекарственные препараты, как известно, оказывают фармацевтическое действие на функционирование органов организма, а парафармацевтики регулируют функции органов физиологически. Суточная доза парафармацевтиков не должна превышать суточную дозу принимаемых лекарств.

С целью улучшения состава и функции микробной флоры кишечника в качестве БАД используют пробиотики, например, бифидобактерии и молочнокислые микробы. Наиболее широко распространены молочные продукты, содержащие пробиотические добавки (кисломолочные продукты и др.). Пребиотики – пищевые вещества, способные стимулировать рост и активность представителей полезной микрофлоры кишечника и поддерживать его баланс в норме.

Целесообразность применения БАД для обогащения продуктов питания и придания им определенных функциональных свойств обоснована во многих работах отечественных и зарубежных исследователей. Однако имеется также значительное

количество публикаций по данной теме, в которых предлагается использовать различные виды добавок в пищевые продукты без должного обоснования и главное без проверки, подтверждающей их функциональный или лечебно-профилактический эффект.

Методология. Целью данной работы являлся анализ публикаций по обоснованности применения биологически активных добавок при разработке новых видов обогащенных продуктов питания.

Объект исследования – используемые пищевые биологически активные добавки.

Результаты. Анализ целесообразности применения биологически активных добавок в продуктах питания.

Под обогащением (*The Enrichment*) в широком смысле понимается добавление в продукты питания нутриентов (витаминов, микро и макроэлементов, пищевых волокон и др.) с целью увеличения их пищевой ценности, например, нутрицевтиков (*The nitrification*), или для восполнения потерь нутриентов при переработке сырья и хранении продукции (*The Restoration*). Дополнительное обогащение продуктов питания (*The Fortification*) предполагает также приведение к одному уровню содержания БАД в однотипной продукции (*The Standardization*).

Анализ показывает, что создание и производство новых видов продуктов питания с натуральными и им подобными обогатителями с каждым годом расширяется и затрагивает практически все отрасли пищевой индустрии. Основными причинами, обуславливающими такое расширение, являются:

- расширение видового ассортимента продуктов питания;
- придание продуктам питания каких-либо функциональных свойств, улучшающих состояние организма;
- введение в продукты питания дополнительных биологически активных добавок, обеспечивающих лечебно-профилактический эффект;
- улучшение органолептических показателей продуктов питания, таких как вкус, аромат и др.;
- применение специальных добавок, улучшающих качественные показатели используемого сырья, например, при производстве мучных и других изделий;
- маркетинговые «уловки» для повышения спроса на продукты питания или увеличения их цены.

Обогащение продуктов питания БАД с позиций улучшения здоровья, согласно требованиям ВОЗ, должно отвечать ряду требований:

- обоснование необходимости применения биологически активной добавки и ее количества для обогащения данного вида продукта с позиций функционального или лечебно-профилактического

действия для значительной группы населения в зависимости от особенностей данного региона, т.е. наличия какого-либо реального дефицита нутриентов (витаминов, макро и микроэлементов и др.) в существующих продуктах питания;

– применяемые в продуктах добавки БАД не должны ухудшать качество продуктов по сравнению с его базовыми вариантами, существенно изменять и усложнять технологию производства и не изменять свои функциональные свойства во время изготовления продукции и при ее хранении.

Согласно директивам ЕС обычный продукт является источником какого-то витамина или микроэлемента, если его содержание составляет не менее 10% от рекомендуемого суточного потребления данного нутриента, и он удовлетворяет суточную потребность на 25%.

В РФ в 2010г. были разработаны СанПиН 2.3.2.2804-10 «Гигиенические требования к безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов», устанавливающие степень их обогащения. Содержание микронутриентов в усредненной суточной порции, обогащенной продукции, должно составлять не менее 15% и не более 50% от норм физиологической потребности. При меньшем содержании добавление витаминов не приносит ожидаемой пользы [2].

Является несомненным заключение, приведенное в работе Каперниковой Н.В., в котором говорится о проведении обязательной проверки новых функциональных видов продуктов питания на представительной группе населения, что подтверждает необходимость освоения и массового выпуска таких продуктов промышленностью.

Это особенно важно для разрабатываемых новых видов продуктов, обогащение которых по заключению авторов ряда публикаций носит лечебно-профилактический характер. Профилактический и особенно лечебный эффект от предлагаемых в этих публикациях тех или иных добавок весьма сомнителен, поскольку ни в одной из опубликованных

работ нет сведений о его подтверждении. Из этих работ не ясно, какие же функции организма улучшаются при использовании в пище таких «обогащенных» продуктов, на какие органы благоприятно влияет вносимая в продукт такая добавка, каков ее лечебный эффект, насколько обоснована доза этой добавки в продукте, есть ли подтверждение о ее положительном влиянии и т.д.

В ряде работ предложено добавлять в хлебобулочные изделия добавку, получаемую из шиповника, который, как известно, отличается повышенным содержанием витамина С. Однако, этот витамин практически полностью разрушается при выпечке, соответственно внесение данного ингредиента с целью обогащения готового выпеченного изделия аскорбиновой кислотой, нецелесообразно.

Витамин С целесообразно вносить с целью улучшения качеств муки и полученного полуфабриката.

Перспективным считается способ внесения аскорбиновой кислоты в виде микрокапсул в тесто, что позволяет увеличить сохранность витамина С в 3-4 раза по сравнению с необработанным.

Другим характерным примером бесполезной добавки (кроме маркетингового хода) явилась попытка использования в пшеничном хлебе чернослива в виде крупных частиц и даже целых плодов с целью его обогащения калием и другими микроэлементами и витаминами. Такой хлеб появился в торговле и рекламировался как новый функциональный продукт, однако быстро исчез с прилавков магазинов, так как вкусовые качества хлеба не улучшились, а мякиш вокруг включений крупных частиц был клеклый. Очевидно, пользы было бы больше, если бы чернослив в рецептуру вносился в виде порошка или пюре.

Известно, что сохранность витаминов в продуктах питания во многом зависит от внешних условий и режимов обработки сырья (табл. 1). Так, например, воздействие кислорода оказывает негативное влияние на сохранность витаминов: провитамина А, В₁₂, В₆, С, Е.

Таблица 1– Факторы, влияющие на сохранность витаминов

Витамины	Потери витаминов при тепловой обработке, %	Факторы окружающей среды			Реакция среды, pH		
		Свет	Кислород	Температура	pH < 7	pH=7	pH>7
Каротин (провитамин А)	0...40	НВ	Н	-	-	Н	-
Тиамин (В ₁)	0...80	-	-	Н	Н	-	Н
Рибофлавин (В ₂)	0...75	Н	-	-	-	-	Н
Никотиновая кислота (РР)	0...75	-	-	-	-	-	-
Пиридоксин (В ₆)	0...40	Н	-	Н	-	-	-
Кобаламин (В ₁₂)	0...10	Н	Н	-	-	-	-
Холин (В ₄)	0...5	-	Н	-	-	-	-
Биотин (Н)	0...60	-	-	Н	-	-	-
Фолиевая кислота (В ₉)	0...100	Н	Н	Н	Н	Н	-
Пантотеновая кислота (В ₅)	0...50	-	-	Н	-	Н	Н
Аскорбиновая кислота (С)	0...100	НВ	Н	-	НВ	-	Н
кальциферол (Д)	0...40	-	Н	-	-	-	Н
токоферол (Е)	0...55	Н	Н	Н	-	-	-
Производные нафтохинона (К)	0...5	Н	-	-	-	Н	Н

Примечание:

Н – неблагоприятное влияние; НВ – незначительное влияние; – отсутствие существенного влияния.

Из приведенных в таблице данных можно сделать вывод о нецелесообразности обогащения продуктов, технология производства которых предусматривает воздействие высоких температур, витаминами – B_1 , B_6 , H , B_9 , E . Учитывая воздействие различных факторов на сохранность витаминов, немаловажным является вопрос создания соответствующих условий хранения и транспортирования сырья и готовых изделий. Данные таблицы показывают также и на необходимость создания соответствующих условий хранения готовой продукции.

Обсуждение. Проведенные исследования в ряде регионов России, позволили получить результаты, показывающие зависимость между потреблением хлеба и поступлением витаминов в организм человека. Использование муки высшего или первого сорта приводит к уменьшению поступления витаминов группы B и других примерно в 4,5 раза [4].

Мучные кондитерские изделия активно пользуются спросом всех возрастных групп населения, однако при высокой калорийности [5] они бедны незаменимыми витаминами, микроэлементами и пищевыми волокнами [6,7]. Для обогащения муки и мучных кондитерских изделий рекомендуются смесь витаминов B_1 , B_2 , PP (2,5 мг/100г муки), микроэлементов железа, кальция и других, β -каротина [8].

В ПензГТУ проведен ряд исследований, доказывающих целесообразность обогащения хлебобулочных и мучных кондитерских изделий тонко диспергированными порошками из тыквы, семян тыквы, кураги, чернослива и березового гриба чаги [9,10].

Анализ содержания микроэлементов и витаминов в этих добавках показал, что в них присутствуют элементы, способствующие профилактической и функциональной направленности. Так, например, порошок из березового гриба чаги, плода тыквы и семян тыквы содержит необходимое количество селена, цинка и других микроэлементов и витаминов, которые способствуют улучшению состояния организма человека. Данные исследований подтверждены в специализированной лаборатории Санэпиднадзора г. Пензы.

Выбор в качестве обогатителя мучных изделий тыквы и ее семян обусловлен повышенным содержанием в ней необходимых для здоровья нутриентов. Так, семена тыквы содержат от 32 до 63% жира, 32-38% белков. Энергетическая ценность семян тыквы составляет 530-560 ккал. Плод тыквы, наоборот, является низкокалорийным продуктом (25 ккал.). Содержание белков, жиров и углеводов в 100 г тыквы составляет малую долю: 1-0,1- 4,2 г соответственно, в то же время имеется значительное количество необходимых для организма пищевых волокон.

Разработанные рецептуры с перечисленными выше натуральными обогатителями включены в нормативную документацию для производства формового ржано-пшеничного и пшеничного хлеба [11,12] и рекомендованы для массового выпуска продукции.

В производстве мучных и других видов продуктов могут использоваться в качестве добавок различные нетрадиционные виды растительного сырья, что подтверждается рядом проведенных исследований. Эти добавки обеспечивают в ряде

случаев функциональность продукции, улучшают ее органолептические показатели (вкус, аромат) и некоторую экономию основных сырьевых ресурсов. Так, для диетических и профилактических сортов изделий используются отруби пшеничные, пшеничные зародышевые хлопья, мука соевая дезодорированная, мука овсяная, препараты бетакаротина, йодсодержащие вещества, витаминно-минеральные смеси, пищевые волокна и др. [13-20]. Например, добавление пищевых волокон из свекловичного жома, как показано в работе [21], способствует экономии мясного сырья при производстве рубленых мясных полуфабрикатов.

Выводы. Применение натуральных обогатителей из нетрадиционных видов сырья, направленных на повышение пищевой ценности продуктов питания, повышение или, наоборот, снижение их энергетической ценности и улучшающих органолептические показатели продуктов: вкус, аромат и др., является целесообразным и обоснованным, и позволяет существенно расширить ассортимент обогащенной продукции.

Использование биологически активных добавок функционального, и особенно лечебно-профилактического назначения, в разрабатываемых рецептурах при создании новых видов продуктов питания должно быть обосновано и подтверждено при наблюдении за представительной группой людей по улучшению состояния их здоровья.

Разработаны рецептуры, нормативная документация с проведением необходимых независимых экспертиз, отработана технология производства и апробированы новые виды ржано-пшеничного и пшеничного хлеба с натуральными обогатителями растительного происхождения, рекомендуемые к массовому применению.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Евстигнеев С.В., Васильев В.В., Авроров В.А. и др. Питание и здоровье населения: мониторинг, анализ, тенденции: монография. – Старый Оскол: ТНТ, 2015. – 272с.
2. Каденцова В.М. Об обогащении пищевых продуктов витаминами / Вопросы питания. Том 85, №4, 2016. – С.87-90.
3. Каперникова Н.В. Технология продуктов функционального питания. – Кемерово: КТИПП, 2004. – 146с.
4. Шатнюк Л.Н. Научные основы новых технологий диетических продуктов с использованием витаминов и минеральных веществ /Л.Н. Шатнюк // Автореферат дисс. на соискание ученой степени докт. техн. наук. – М: МГУПП, 2000. – 60с.
5. Леонтьева И.М., Шатнюк Л.Н., Роевко Т.Ф. Мучные полуфабрикаты повышенной пищевой ценности // Пищевая промышленность. – 1992. – №3. – С.19-20.
6. Шатнюк Л.Н., Козлова Ю.А., Беркетова Л.В. и др. Мучные кондитерские изделия лечебно-профилактического назначения, обогащенные бета-каротином // Пищевая промышленность. – 1999. – №5. – С. 29-31.
7. Шатнюк Л.Н., Спиричев В.Б. Витаминно-минеральные обогатители для хлебобулочных изделий // Современное хлебопекарное производство и перспективы его развития: материалы II междунар. конф. – М: 1999. – С.31.
8. Игорянова Н.А., Шухнов А.Ф. и др. Обогащение пшеничной муки высшего и первого сорта витаминно-минеральной смесью // Вопросы питания. – 1994. – №5. – С 5-8.
9. Авроров Г.В. Елисеева Н.С., Таранцова Е.В. и др. Об использовании натуральных обогатителей при производстве формового ржано-пшеничного и пшеничного хлеба // Пищевая промышленность и агропромышленный комплекс: достижения, проблемы, перспективы: материалы VII

междунар. научн. практ. конф. – Пенза: ПДЗ, 2013. – С. 15-18.

10. Ловцева В.В, Авроров В.А. О применении березового гриба чаги в качестве биодобавки // Пищевая промышленность и агропромышленный комплекс: достижения, проблемы, перспективы: материалы VIII междунар. научн. практ. конф. – Пенза: ПДЗ, 2014. – С. 21-26.

11. Авроров Г.В. Технические условия «Изделия хлебо-булочные ржано-пшеничные «Белокаменские» ТУ 9113-001-65042162-11. Номер государственной регистрации №004609 от 28.07.2011г.

12. Авроров Г.В. Технические условия «Изделия хлебобулочные пшеничные «Белокаменские» ТУ 9114-001-65042162-11. Номер государственной регистрации №004609 от 28.07.2011г.

13. Ковалев Н, Ерошина Е. Порошки из сушеных овощей / Питание и общество. – 1996. – №4. – С. 28-29.

14. Назинцева Е.А. Применение белоксодержащих доба-вок из растительного сырья в технологии хлеба // Автореферат дисс. на соискание ученой степени канд. техн. наук. – Воронеж: ВГТА, 1997. – 26с.

15. Никулина Е.О. Разработка технологических процессов производства мучных кондитерских изделий, хлебобулочных и кулинарных изделий с добавками облепихового шрота / Автореферат дисс. на соискание ученой степени канд. техн. наук. – СПб: 2001. – 27с.

16. Тамова М.Ю. Разработка технологии мучных кондитерских изделий профилактического назначения / Автореферат дисс. на соискание ученой степени канд. техн. наук. – СПб: 1996. – 24с.

17. Тошев А.Д., Чайка О.В. Применение белкового ячменного солода при разработке новых видов хлебобулочных и мучных кондитерских изделий диетического и лечебно-профилактического назначения // Торгово-экономические проблемы регионального бизнес-пространства: материалы междунар. научн. техн. конф. – Челябинск: – 2003. т.2.

18. Туманова А.Е. Основы создания МКИ для профилактического питания // Пищевые продукты XXI века: сборник докладов междунар. научно-практ. конф.. – М: МГУПП, 2001. – С.199-201.

19. Азин Л.А., Шатнюк Л.Н., Баранова И.В. Обогащение хлеба пищевыми волокнами // Пищевая промышленность. – 1992. – №4. – С.6-7.

20. Эбснер О.О. Использование функциональных добавок в хлебопечении // Современное состояние и перспективы развития пищевой промышленности и общественного питания: материалы III Всерос. научн. практ. конф. – Челябинск: ЮУрГУ, 2009. – С.13-16.

21. Редченко М.А. Совершенствование процесса пресования свекловичного жома и получение из него пищевых волокон // Автореферат дисс. на соискание ученой степени канд. техн. наук. – Москва: 2020. – 22с.

Статья поступила в редакцию 23.04.2022

Статья принята к публикации 20.06.2022

УДК637.04

DOI: 10.46548/21vek-2022-1158-0015

ВЛИЯНИЕ УПОТРЕБЛЕНИЯ ИЗОФЛАВОНОВ СОИ НА ПРОФИЛАКТИКУ РАЗВИТИЯ ОНКОЛОГИЧЕСКИХ ЗАБОЛЕВАНИЙ

© Автор(ы) 2022

SPIN: 6953-8118

AuthorID: 690318

ORCID: 0000-0002-3166-9992

ResearcherID: A-0000-0000

ScopusID: 57190971763

РЕШЕТНИК Екатерина Ивановна, доктор технических наук, профессор,
заведующий кафедрой технологии переработки сельскохозяйственной продукции»
Дальневосточный государственный аграрный университет
(675005, Россия, г. Благовещенск, ул. Политехническая, д. 86, e-mail: soia-28@mail.ru)

SPIN: 7092-6913

AuthorID: 967939

ORCID: 0000-0003-0141-1998

ScopusID: 57208213064

ФРОЛОВА Нина Анатольевна, кандидат технических наук, доцент,
доцент кафедры «Безопасность жизнедеятельности»
Амурский государственный университет

(675027, Россия, Благовещенск, Игнатьевское шоссе, 21, e-mail: ninelfr@mail.ru)

БАБИЙ Татьяна Викторовна, врач клинической лабораторной диагностики в/ч 51956
(675005, Россия, г. Благовещенск, e-mail: mmip2013@mail.ru)

Аннотация. Основа соевая пищевая, ферментированная пробиотиками обладает дополнительной физиологической ценностью. Основа соевая пищевая традиционная восточная еда, которая представляет собой водный экстракт соевых бобов, полученных по различным технологиям. Ферментация основы соевой пищевой с использованием молочнокислых бактерий или бифидобактерий имеет различные достоинства, которые сильно различаются в зависимости от типа бактериального штамма, используемого в технологии. Данная работа посвящена доклиническому исследованию влияния употребления основы соевой пищевой и ферментированного соевого напитка для профилактики опухолей молочной железы. В ходе выполнения работы установлена эффективность дополнительного ферментирования основы соевой пищевой бактериальным штаммом *Lactobacillus casei Shirota*, как профилактического средства возникновения онкологических заболеваний. В дополнение к физиологическому эффекту соевых изофлавонов, ферментированная основа соевая пищевая способна повысить профилактическую эффективность соевых изофлавонов, проявляя синергический эффект. Опыты проводились на мышах, которым дополнительно вводили в рацион основу соевую пищевую и ферментированный соевый напиток. Было установлено, что использование пробиотиков может дополнять профиль онкологических заболеваний и усиливать синергический эффект, которого нельзя достичь с помощью употребления только основы соевой пищевой.

Ключевые слова: соевые бобы, изофлавоны сои, ферментация, бактериальный штамм, онкологические заболевания.

THE EFFECT OF THE USE OF SOY ISOFLAVONES FOR PREVENTION OF THE DEVELOPMENT OF ONCOLOGICAL DISEASES

© Author(s) 2022

RESHETNIK Ekaterina Ivanovna, doctor of technical sciences, professor,
head of the Department of Agricultural Processing Technology
Far Eastern State Agrarian University

(675005, Russia, Blagoveshchensk, Politehnicheskaya str., 86, e-mail: soia-28@mail.ru)

FROLOVA Nina Anatolyevna, candidate of technical sciences,
associate professor of the Department of "Life Safety"
Amur State University

(675027, Russia, Blagoveshchensk, Ignatievskoe highway, 21, e-mail: ninelfr@mail.ru)

BABIY Tatiana Viktorovna, doctor of clinical laboratory diagnostics in / h 51956
(675005, Russia, Blagoveshchensk, e-mail: mmip2013@mail.ru)

Abstract. Soy food base fermented with probiotics has additional physiological value. The basis of soy food is traditional oriental food, which is an aqueous extract of soy beans obtained by various technologies. Fermentation of the soy food base using lactic acid bacteria or bifidobacteria has various advantages, which vary greatly depending on

the type of bacterial strain used in the technology. This work is devoted to a preclinical study of the effect of the use of soy food base and fermented soy drink for the prevention of breast tumors. In the course of the work, the effectiveness of additional fermentation of the soy food base with the bacterial strain *Lactobacillus casei* Shirota was established as a preventive agent for the occurrence of oncological diseases. In addition to the physiological effect of soy isoflavones, the fermented soy food base is able to increase the profile effectiveness of soy isoflavones, showing a synergistic effect. The experiments were carried out on mice, which were additionally introduced into the diet of soy food base and fermented soy drink. It has been established that the use of probiotics can complement the profile of oncological diseases and enhance the synergistic effect, which cannot be achieved by using only the soy base.

Keywords: soybeans, soy isoflavones, fermentation, bacterial strain, oncological diseases.

Для цитирования: Решетник Е.И. Влияние употребления изофлавонов сои на профилактику развития онкологических заболеваний / Е.И. Решетник, Н.И. Фролова, Т.В. Бабий // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2022. – Т. 11. – № 2(58). – С. 88-91. – DOI: 10.46548/21vek-2022-1158-0015.

Введение. Рак груди является одним из самых распространенных видов онкологических заболеваний. В настоящее время рак груди поражает более одной из десяти женщин во всем мире. В 2018 году около 25% случаев рака груди у женщин были впервые диагностированы, а во всем мире было зарегистрировано 2,1 миллиона новых случаев. Хотя рак груди у женщин входит в тройку лидеров по заболеваемости, в Корее показатель выживаемости при раке груди в последние десятилетия увеличивался, и сообщалось, что пятилетняя выживаемость составляла 79,2% в 1993–1995 годах и постоянно увеличивалась до 93,2% в 2013–2017 гг. Более того, 10-летняя выживаемость увеличилась с 71,8% в 1993–1995 гг. До 87,7% в 2008–2012 гг. Эти изменения предполагают, что социально-демографические факторы и питание, повышают качество жизни пациентов с раком груди. Улучшение выживаемости подчеркивает важность долгосрочного качества жизни для выживших после рака груди параллельно с более эффективными поддерживающими стратегиями. К основным причинам онкологических заболеваний относят: генетические особенности, образ жизни, питание и др. Так, употребление жирной пищи и малоподвижный образ жизни способствует увеличению вероятности возникновения онкологической заболеваемости, которые поражают различные органы, имея уникальные особенности и характеристики. Среди них опухоль молочной железы, яичников и простаты является гормонозависимыми, которое зависит от наличия женских гормонов [1-2]. Считается, что одной из вероятных причин быстрого роста заболеваемости раком груди является повышенное воздействие эстрогена, который является важным фактором риска [18]. Актуализируя представленную выше информацию изофлавоны могут оказывать профилактическое действие на онкологическое заболевание груди за счет их антиэстрогенного действия, основанного на структурном сходстве между эстрогенами и изофлавонами [3]. Известно, что некоторые штаммы пробиотиков высвобождают биоактивные метаболиты при ферментации молока, и эти молекулы могут предотвращать рост опухоли молочной железы у мышей, стимулируя иммунный ответ.

Ферментирование соевых продуктов является

актуальным направлением развития пищевой промышленности [3]. Спектр бактерий, которые могут быть использованы в качестве пробиотиков для производства ферментированного соевого напитка разнообразен [4-5]. Так, например, ферментация бактериальным штаммом *Lactobacillus casei* Shirota улучшает вкус и функциональность соевого напитка. В результате ферментации снижается количество п-гексаналя и п-пентаналя, которые отвечают за сильный запах основы соевой пищевой. Наблюдается также тенденция к снижению количества сапониновых гликозидов группы А, которые имеют сильный вяжущий вкус. Поэтому использование процесса ферментации основы соевой пищевой улучшают функциональность пищевого продукта и его органолептические свойства [6-10].

Пищевая соевая основа – самый дешевый соевый продукт, нашедший широкое применение в питании человека. Она вырабатывается как из семян сои, так и из полножирной соевой муки, представляет собой водную эмульсию веществ и микроэлементов, входящих в состав соевых бобов. По органолептическим характеристикам основа соевая пищевая характеризуется, как сладковатая жидкость со слабовыраженным соевым привкусом, без запаха, бело-кремового цвета. Специальная обработка позволяет инактивировать антипитательные вещества (уреазу, ингибиторы трипсина и др.), содержащиеся в соевых бобах.

Среди биологически активных веществ соевых бобах особое внимание российских и зарубежных ученых привлекли изофлавоны, которые имеют структуру, аналогичную женским гормонам, оказывающие либо эстрогенный, либо антиэстрогенный эффект. Изофлавоны, присутствующие в соевых бобах и не ферментированных соевых продуктах в организме человека гидролизуются до агликонов и углеводов под действием β -глюкозидазы [11-13].

Изофлавоны обладают определенными физиологическими эффектами (ингибирование тирозинкиназы, антионкогенные, антиоксидантные эффекты и т.д.) [14]. У женщин в период постменопаузы наблюдаются ярко выраженные симптомы артралгии и сердцебиения, частоты гиперхолестеринемии и

артериосклероза, связанного со снижением секреции эстрогена [15-17]. Исследования абсорбции изофлавонов у здорового человека после употребления ферментированной основы соевой пищевой, полученной с использованием вышеупомянутых молочнокислых и бифидобактерий, показали, что их уровни в крови пациентов постепенно увеличиваются, особенно после употребления ферментированной основы соевой пищевой [18]. Значительные различия в различных кинетических параметрах крови (C_{max} - концентрация изофлавонов в сыворотке крови, t_{max} - время, необходимое для достижения максимальной концентрации изофлавонов и AUC -площадь кривой содержания изофлавонов) в сыворотке у здорового населения после приема основы соевой пищевой и напитком из ферментированной соевой основы, позволяет предположить, что процесс ферментации увеличивает биологическую эффективность изофлавонов [19-21].

Целью исследований – доклиническое исследование влияния употребления соевых продуктов для профи-лактики опухолей молочной железы.

Методология. Для оценки эффективности употребления ферментативного соевого напитка было проведено исследование на лабораторных животных (мышях) с использованием модели химически индуцированной опухоли молочной железы (рис. 1).

В эксперименте участвовало 200 белых мышей

с массой тела 18-20 грамм. Мышам вводили дополнительно в рацион основу соевую пищевую, полученную по традиционной технологии (1 группа); основу соевую пищевую, полученную при помощи процесса ферментации бактериальным штаммом *Lactobacillus casei Shirota* (соевый напиток) (2 группа) в течение 12 недель. Контрольной группе в рацион питания соевые продукты не вводились. Опухоли молочной железы были химически индуцированы с использованием *PhIP* (2-амино-1-метил-6-пенилимидазо [4,5-*b*] пиридина). Все опухоли молочной железы иммуноокрашивали на рецептор эстрогена- α (*ER- α*) и *Ki-67*, и оценивали соотношение клеток, экспрессирующих *ER- α* и *Ki-67*. Множественность и объем опухоли анализировали с помощью теста Даннета относительно контрольной группы.

Эксперимент проводился на базе научной лаборатории в/ч 51956.

Результаты и обсуждение. В профилактических эффектах онкологических заболеваний явно присутствует штаммовая специфичность. В настоящей работе использовался бактериальный штамм *Lactobacillus casei Shirota* для получения соевого напитка.

Иммуногистологические профили опухолей молочной железы у крыс, подвергшихся воздействию *PhIP* (2-амино-1-метил-6-пенилимидазо [4,5-*b*] пиридин) представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Иммуногистологические профили опухолей молочной железы у крыс, подвергшихся воздействию *PhIP* (2-амино-1-метил-6-пенилимидазо [4,5-*b*] пиридин) ($n=6$) $p < 0,05$ после 10 недель употребления соевых продуктов

Группа	Заболеваемость, %	Множественность (опухоли / крыса)	Объем (см ³ / опухоль)	Профиль опухолевой ткани	
				ER- α (%)	Ki-67 (%)
Контроль	72,1 \pm 0,2	2,7 \pm 0,5	1,3 \pm 0,2	54,8 \pm 1,7	5,7 \pm 1,0
1 группа	52,6 \pm 0,4	1,4 \pm 0,2	2,2 \pm 0,8	52,6 \pm 1,6	23,8 \pm 1,2
2 группа	74,8 \pm 0,3	2,8 \pm 0,4	0,6 \pm 0,1	60,2 \pm 1,5	22,2 \pm 1,0
3 группа	52,6 \pm 0,2	1,2 \pm 0,2	0,6 \pm 0,1	43,6 \pm 2,0	20,6 \pm 1,4

Гистопатологический анализ опухолевых тканей показал, что опухоли, индуцированные во 1 и 3 группе мышей, были положительными по рецепторам эстрогена.

Доля *Ki-67*-положительных клеток (которая является индикатором пролиферации клеток и важна для классификации онкологии молочной железы) и доля клеток, положительных по рецепторам эстрогена, были значительно снижены в группе комбинированной терапии, то есть в 3 группе лабораторных животных. Интересно, что заболеваемость была снижена в 1 и 3 группе, объем опухоли был уменьшен во 2 и 3 группе. Количество опухолей на одну мышь было заметно снижено в 3 группе, получавшей в рацион ферментный соевый напиток. Следовательно, использование пробиотиков может дополнять профиль онкологических заболеваний, которого нельзя достичь с помощью употребления только основы соевой пи-

щевой. В 3 группе наблюдается усиленная активность *NK*-клеток, индуцированная бактериальным штаммом *Lactobacillus casei Shirota*. Следовательно, приведенные выше результаты предполагают, что потребление ферментативного соевого напитка имеет синергетический эффект.

Следующий этап исследований посвящен оценке влияния употребления основы соевой пищевой на аналогичные модели опухоли молочной железы, индуцированной *PhIP*.

В исследовании участвовали 1 и 3 группа мышей. Полученные результаты сравнивали с контрольной группой мышей. Поскольку в этой экспериментальной модели опухоль в молочных железах развивается примерно через 10 недель после начала эксперимента, исследования выполняли после 12-й, 14-й и 16-й недели употребления основы соевой пищевой и соевого напитка (рис. 1).

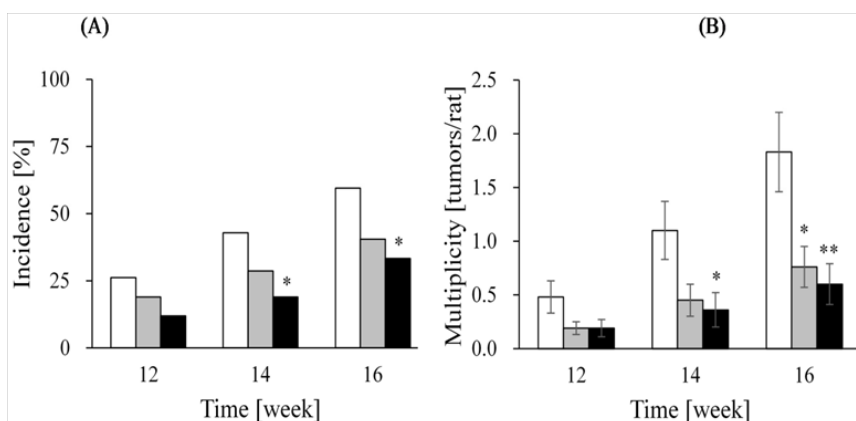


Рисунок 1 – Динамика изменения пальпируемых опухолей молочной железы у крыс, подвергшихся воздействию PhIP, на 12-й, 14-й и 16-й неделе после начала эксперимента (А – одиночная опухоль; В – множественная опухоль): на диаграмме белый цвет – контрольная группа мышей, серый цвет – 1 группа мышей, черный цвет – 2 группа мышей, * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$

Выводы. Результаты исследований также свидетельствуют об уменьшении частоты возникновения опухолей молочной железы у мышей, регулярно употребляющих соевые продукты по сравнению с контрольной группой примерно на 10-12%. Таким образом, результаты доклинических исследований показали, эффективность дополнительного ферментирования основы соевой пищевой бактериальным штаммом *Lactobacillus casei Shirota*, как профилактического средства возникновения онкологических заболеваний. Следовательно, в дополнение к фи-зиологическому эффекту соевых изофлавонов, ферментированная основа соевая пищевая способна повысить профилактическую эффективность соевых изофлавонов, проявляя синергический эффект. В перспективе данных научных исследований будет разработана рациональная диета.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Ледина А.В. Биоактивные компоненты растений и лечение климатического синдрома // Здоровье женщины. – 2013. – №7 (83). – С.147.
2. Тулохонова Л. А., Карахалис Л. Ю., Кириллова М. Ю. Использование фитоэстрогенов женщинами в периоде менопаузального перехода // Женская клиника. – 2021. – № 3. – С. 44-52.
3. Шепельская Н.Р., Проданчук Н.Г. Изофлавоноиды сои как ксеноэстрогены для человека // Фундаментальные исследования. – 2011. – № 9. – С. 593-598.
4. Ледина А.В., Прилепская В.Н. Фитоэстрогены и изофлавоноиды сои в лечении климактерического синдрома // Фарматека. – 2012. – № 12 (245). – С. 86-89.
5. Хабибулина Н.В. Изучение процесса получения и очистки фракций соевых изофлавоноидов совместно с изолятом белка сои // Успехи в химии и химической технологии. – 2010. – Т. 24. – № 11 (116). – С. 46-50.
6. Бородин Е.А., Аксенова Т.В., Анищенко Н.И. Пищевые продукты из сои. Новая роль // Вестник Дальне-восточного отделения Российской академии наук. – 2000. – № 5 (93). – С. 72-85.
7. Хабибулина Н.В., Красноштанова А.А., Панфилов В.И. Исследование процесса очистки экстракта изофлавоноидов от белковых веществ // Химическая промышленность сегодня. – 2012. – № 5. – С. 26-33.
8. Науменко В.Д., Сорочинский Б.В., Количев В.И. Растительные изофлавоноиды: биосинтез, детектирование и биологические свойства // Biotechnologia Acta. – 2013. – Т. 6. – № 5. – С. 62-78.
9. Хабибулина Н.В., Вострилкина А.В., Красноштанова

А.А. Исследование влияния соевых изофлавоноидов на каталитическую активность рибонуклеазы и трипсина // Катализ в промышленности. – 2012. – № 4. – С. 73-79.

10. Решетник Е.И., Уточкина Е.А., Хунгэн Ли, Пэнцзинь В. Соевый компонент в традиционных рецептурах кисломолочных напитков // Вестник ВСГУТУ. – 2021. – № 1 (80). – С. 21-28.

11. Аляев Ю.Г., Амосов А.В., Безруков Е.А., Бутнару Д.В. Пищевые антиоксиданты и фитоэстрогены в профи-лактике рака простаты: результаты последних исследований // Consilium Medicum. – 2009. – Т. 11. – № 7. – С. 63-65.

12. Литвиненко О.В., Стаценко Е.С., Корнева Н.Ю., Кубанкова Г.В., Кодирова Г.А. Оценка биохимического состава соевого зерна в сравнительно-сортовом аспекте // Вестник КрасГАУ, 2020. – № 10. – С.51-59. DOI: 10.36718/1819-4036-2020-10-51-5

13. Ледина А. В., Прилепская В. Н. Фитоэстрогены и изофлавоноиды сои в лечении климактерического синдрома // Фарматека. – 2012. – № 12(245). – С. 86-89.

14. Тихомиров А.Л. Изофлавоны сои в лечении климактерического синдрома // Гинекология. – 2008. – Т. 10. – № 2. – С. 44-46.

15. Тутельян В.А., Павлючкова М.С., Погожева А.В. Изучение метаболизма изофлавонов сои у больных с сердечно-сосудистыми заболеваниями // Вопросы питания. 2002. Т. 71. № 4. С. 20-24.

16. Барабой В. А. Изофлавоны сои: биологическая активность и применение // Биотехнология. – 2009. – Т. 2. – № 3. – С. 044-054.

17. Науменко В. Д., Сорочинский В.И., Количев В.И. Растительные изофлавоны: биосинтез, детектирование и биологические свойства // Biotechnologia Acta. – 2013. – Т. 6. – № 5. – С. 062-078.

18. Попова Н. П., Бельшклина М.Е., Кобозева Т.П. Особенности белкового комплекса семян сои Северного эко-типа // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. – 2018. – № 1. – С. 104-108. DOI 10.26897/0021-342X-2018-1-104-108.

19. Брюхина Е. В., Усольцева Е. Н., Иванова О.В. Качество жизни женщин при патологических проявлениях климактерия // Вестник международного центра исследования качества жизни. – 2013. – № 21-22. – С. 84-90.

20. Хачатурова В. Р., Супрун И.В., Васильев А.В. Сравнительная оценка антиоксидантного и антиатерогенного действия препаратов природного и селеноорганического происхождения // Биомедицинская химия. – 2003. – Т. 49. – № 2. – С. 201-207.

21. Дань Л., Ли С., Каленик Т.К. Соевый молочный продукт, обогащенный легко растворимыми изофлавонами // Вестник Тихоокеанского государственного экономического университета. – 2011. – № 1(57). – С. 93-101.

Статья поступила в редакцию 12.04.2022

Статья принята к публикации 20.06.2022

УДК 614.8.015

DOI: 10.46548/21vek-2022-1158-0016

**УПРАВЛЕНИЕ ПСИХОЛОГИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКОЙ СОТРУДНИКОВ СЛУЖБ
ТЕХНОСФЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ К РАБОТЕ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ УСЛОВИЯХ**

© Авторы 2022

SPIN: 7817-1214

AuthorID: 175029

ORCID: 0000-0002-3566-6086

ResearcherID: ABB-5926-2020

ScopusID: 8858935700

ВИНОГРАДОВ Олег Станиславович, кандидат технических наук, доцент

*ПКИТ (Ф) Московский государственный университет технологий и управления им. К.Г. Разумовского (ПКУ)
(440006, Россия, Пенза, улица Володарского, 6, e-mail: fox-bbs@mail.ru)*

SPIN: 4842-2845

AuthorID: 279682

ORCID: 0000-0002-3026-7721

ResearcherID: A-0000-0000

ScopusID: 57223103570

БОЧКАРЕВА Людмила Петровна, кандидат психологических наук, доцент

*ПКИТ (Ф) Московский государственный университет технологий и управления им. К.Г. Разумовского (ПКУ)
(440006, Россия, Пенза, улица Володарского, 6, e-mail: mila58reg@yandex.ru)*

SPIN: 5470-0308

AuthorID: 175396

ORCID: 0000-0002-0494-7475

ResearcherID: ABB-5835-2020

ScopusID: 57209508920

ВИНОГРАДОВА Наталья Александровна, кандидат технических наук, доцент

*ПКИТ (Ф) Московский государственный университет технологий и управления им. К.Г. Разумовского (ПКУ)
(440006, Россия, Пенза, улица Володарского, 6, e-mail: woinova53@mail.ru)*

Аннотация. Подготовка сотрудников пожарной и аварийно-спасательных служб к действиям в чрезвычайных ситуациях является одной из ключевых задач при осуществлении их обучения. В связи с тем, что основная сфера деятельности данных сотрудников связана с принятием решений и работой в экстремальных условиях, становится одинаково важным как физическая, так и психологическая подготовка. Поэтому, уже на стадии отбора в подразделения, учитывают психологическую готовность к выполнению подобного вида работ, а также стрессоустойчивость претендентов. Подготовка сотрудников начинается с диагностики их профессиональной пригодности, которая включает данные по способности личности преодолевать стрессы и показывать удовлетворительные результаты в процессе работы в чрезвычайных ситуациях. Провести качественную диагностику для определения уровня подверженности стрессу довольно сложно, а еще сложнее выяснить как поведет себя человек в конкретных условиях. Для решения подобных задач был разработан программный комплекс, строящийся на ряде рекомендованных методик по выявлению стресса. Данный комплекс содержит три блока, каждый из которых взаимно дополняет друг друга и позволяет дать четкую картину тестируемой личности. Часть программного комплекса уже прошла апробацию и данные, полученные при ее использовании, уже используются при работе в подразделениях для коррекции уровня стресса.

Ключевые слова: техносферная безопасность, чрезвычайные ситуации, уровень стресса, психология управления, программный комплекс, аварийно-спасательные службы.

**MANAGEMENT OF PSYCHOLOGICAL TRAINING OF EMPLOYEES OF TECHNOSPHERE
SECURITY SERVICES TO WORK IN EMERGENCY CONDITIONS**

© The Author(s) 2022

VINOGRADOV Oleg Stanislavovich, candidate of technical sciences, associate professor

*PKIT (F) of the Moscow State University of Technology and Management named after K.G. Razumovsky (PKU)
(440006, Russia, Penza, Volodarsky Street, 6, e-mail: fox-bbs@mail.ru)*

BOCHKAREVA Lyudmila Petrovna, candidate of psychological sciences, associate professor

*PKIT (F) of the Moscow State University of Technology and Management named after K.G. Razumovsky (PKU)
(440006, Russia, Penza, Volodarsky Street, 6, e-mail: mila58reg@yandex.ru)*

VINOGRADOVA Natalia Aleksandrovna, candidate of technical sciences, associate professor

*PKIT (F) of the Moscow State University of Technology and Management named after K.G. Razumovsky (PKU)
(440006, Russia, Penza, Volodarsky Street, 6, e-mail: woinova53@mail.ru)*

Abstract. Preparing fire and emergency services personnel for emergency situations is one of the key tasks in the implementation of their training. Due to the fact that the main field of activity of these employees is related to decision-making and work in extreme conditions, both physical and psychological preparation becomes equally important. Therefore, already at the stage of selection for divisions, they take into account the psychological readiness to perform this type of work, as well as the stress resistance of applicants. Training of employees begins with a diagnosis of their professional suitability, which includes data on the ability of the individual to overcome stress and show satisfactory results in the process of working in emergency situations. It is quite difficult to conduct a qualitative diagnosis to determine the level of exposure to stress, and it is even more difficult to find out how a person will behave in specific conditions. To solve such problems, a software package was developed, which is based on a number of recommended methods for identifying stress. This complex contains three blocks, each of which complements each other and allows you to give a clear picture of the personality being tested. Part of the software package has already been tested and the data obtained from its use is already being used when working in departments to correct the level of stress.

Keywords: technosphere safety, emergency situations, stress level, management psychology, software package, emergency services

Для цитирования: Виноградов О.С. Управление психологической подготовкой сотрудников служб техносферной безопасности к работе в чрезвычайных условиях / О.С. Виноградов, Л.П. Бочкарева, Н.А. Виноградова // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2022. – Т. 11. – № 2(58). – С. 92-97. – DOI: 10.46548/21vek-2022-1158-0016.

Введение. Основной проблемой поведения личности в условиях чрезвычайной ситуации является необходимость принятия быстрых и адекватных решений при отсутствии полных данных об обстановке и при максимальной психологической нагрузке. Очень многое в этих условиях зависит от самого человека, выбранных стратегий поведения, его образования, знаний, умений, особенностей личности [1-5]. При отборе в соответствующие подразделения, конечно, проходит специальный отбор, да и само обучение также учитывает специфику профессии [6-8], однако стрессоустойчивость – это не постоянный показатель, он может сильно изменяться под воздействием внешних факторов [9-15]. Обычно, для исследования моделей поведения используют создание максимально приближенных условий, но в нашем случае такое моделирование невозможно по понятным причинам. Даже новые разработки, связанные с использованием методов виртуальной реальности, пока еще вызывают больше вопросов, чем дают реальные данные. Человек прекрасно осознает себя в виртуальном мире и воспринимает происходящее как игру, понимая свою неуязвимость. В результате, данные, получаемые таким методом, оказываются не совсем соответствующие реальному поведению испытуемого в схожих экстремальных условиях. Поэтому актуальным остается прохождение многоуровневого тестирования, с анализом правдивости ответов сотрудников. Для этих целей и был разработан комплекс программ по анализу стрессоустойчивости.

Методология. В ходе работы ставился ряд задач, направленных на управление психологической подготовкой сотрудников, работающих в условиях чрезвычайных ситуаций, а именно:

- разработка программы диагностики стрессоустойчивости у сотрудников МЧС и проведение первичного тестирования;
- персональный анализ личности каждого

сотрудника с позиций выявления негативных проявлений, связанных с воздействием стресса в результате профессиональной деятельности;

- разработка корректирующих действий по снижению уровня стресса;

- повторная диагностика с использованием второго блока программного обеспечения по выявлению текущего уровня стресса.

В качестве исследуемых были привлечены действующие сотрудники оперативных подразделений МЧС по Пензенской области.

Программный комплекс построен на использовании тестов Г.Ю. Айзенка, Н.В. Киршева, Н.В. Рябчикова и других. Программный комплекс создан с использованием языка программирования *Delphi v10.3* и содержит максимально интуитивно ориентированный интерфейс с целью упрощения его использования непрофессиональными пользователями.

Результаты. Использование программного комплекса значительно сокращает как время тестирования, так и время обработки результатов.

При этом, первый блок программного обеспечения проводит тестирование по трем направлениям одновременно:

- самооценка стрессоустойчивости;
- выявление и анализ уровня нервно-психической устойчивости в целом и на момент прохождения тестирования. Данный блок показывает актуальную информацию о состоянии тестируемого и позволяет осуществлять прогнозы по его поведению в экстремальной ситуации;

- определение уровня эмоциональной устойчивости как в конкретный момент, так и в целом.

При тестировании поочередно меняются вкладки на конкретной странице и происходит опрос по ряду показателей. Вопросы не повторяются, но тест составлен таким образом, чтобы выявить вероятность сокрытия или дачи заведомо ложного

ответа. Многоуровневая система отслеживает факт недостоверности в ответах испытуемого и далее сообщит об этом и ему, и в последующем заключении.

Для проведения тестирования испытуемому создаются максимально комфортные условия. Так как тестирование проходит одновременно в группе по 10 человек, то компьютеры расположены таким образом, чтобы исключить возможность наблюдения за ответами со стороны всех участников, включая психолога, проводящего опрос. Это сделано с целью убрать лишние раздражающие и отвлекающие факторы, а также обеспечить конфиденциальность. Само тестирование начинается с запуска приложения «*stresstolerance.exe*» и далее засекается время. При этом, тестируемый знает, что время у него не фиксировано и он может работать столько, сколько ему потребуется. Время фиксируется с целью дальнейшей оценки того, насколько «обдуманно» проходило тестирование, сколько времени человек тратил на

тот или иной вопрос, точнее, блок вопросов. Это дает дополнительную информацию при проведении анализа и обработки данных.

Тестирование, включающее блок вопросов по нейротизму и эмоциональной стабильности/нестабильности, выведено на первое место, так как ответы на него обычно требуют некоторого размышления и анализа со стороны испытуемого. Вообще, первый блок требует затрат не только времени, но «откровенности», так как именно здесь скрыта шкала оценки правдивости ответов. Вопросы составлены максимально простым и доступным языком, чтобы исключить двусмысленность звучания (рис. 1). В тесте на эмоциональную устойчивость использованы 33 вопроса, раскрывающие реальное состояние тестируемого сотрудника

В процедуру обработки данных заложен цикл, отвечающий за откровенность респондента. Фрагмент организации цикла представлен на рисунке 2.

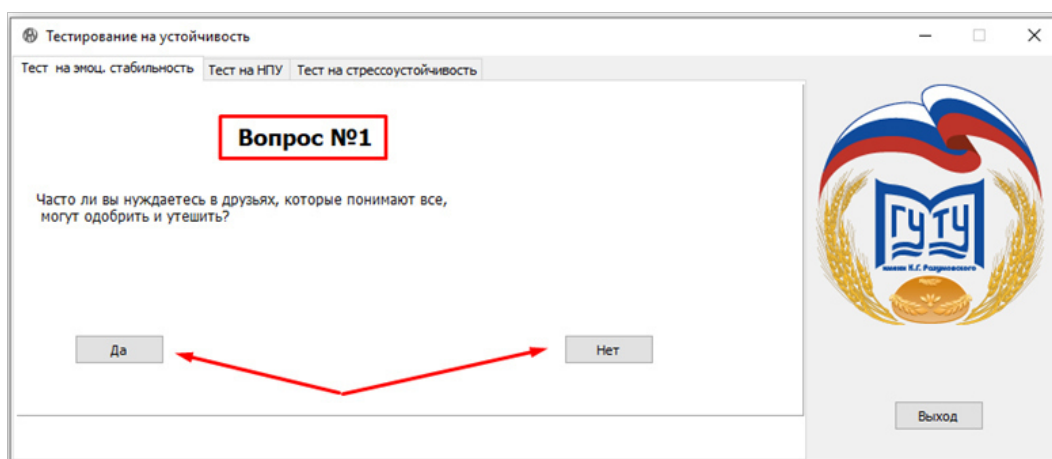


Рисунок 1 – Тестирование эмоциональной стабильности

```
for i := 1 to 33 do begin
  S := S + IntToStr(Scale[j]);
  // label3.Caption := S; {проверка правильности подсчета}
  if (j in Scale3) and (Scale[j]=0) then SSF := SSF+1;
  if (j in Scale2) and (Scale[j]=j) then SSF := SSF+1;
  if (j in Scale1) and (Scale[j]=j) then ESS := ESS+1;
end;
```

Рисунок 2 – Организация цикла на «откровенность»

При этом, если тестируемый при ответах набрал по «откровенности» свыше 5 баллов, то есть основание предположить наличие желания скрыть правильные ответы.

По окончании тестирования на экране будет отображена оценка по шкале «искренность», а также дан аннотированный результат тестирования (рис. 3). Естественно, полный подробный отчет по каждому из критериев на экран не выводится. Данная информация является конфиденциальной и поступает в качестве закодированной информации психологу. Далее идет анонимный анализ всех параметров тестируемой личности и только на последнем этапе идет расшифровка с указанием фамилии тестируемого. Т.е.

весь анализ, который осуществляется при помощи программного комплекса и лично психолога, идет в закрытом режиме. И лишь, когда готов итоговый отчет, программа выдаст персональные данные испытуемого.

Такой подход дает возможность избежать предвзятого отношения при проведении анализа «в ручном режиме», даже несмотря на то, что в таком режиме обрабатывается всего лишь малая часть информации.

Работа по составлению отчета группы из 10 человек в обычном режиме у психолога занимает около 5 рабочих дней, в автоматизированном режиме с использованием разработанного программного комп-

лекса – не более 2-х часов. При этом в автоматическом режиме формируется персональный отчет по каждому сотруднику, психолог лишь корректирует, в случае необходимости, заключение или вносит замечания, учитывающие причину проведения тестирования (это может быть как плановое, так и внеплановое тестирование, связанное с каким-либо конкретным происшествием).

Далее отчет, полученный после обработки всех данных служит основанием для проведения, в случае необходимости, корректирующих действий по управлению процессом психологической готовности к выполнению профессиональных функций.

Сама структура построения тестов представлена

на рисунке 4 и включает плавный переход от одного вопроса к другому в зависимости от данных ответов.

Аналогичным образом построен почти весь первый блок программного комплекса, позволяющий провести комплексную диагностику испытуемого. Особое внимание уделяется оценке нервно-психической устойчивости в данный момент, и в целом (рис. 5). Здесь введен особый алгоритм обработки данных и вопросы составлены таким образом, чтобы разделить настоящий момент и общую картину. Тем не менее, интерфейс программы не меняется и человек незаметно для себя отвечает на простые вопросы, в итоге давая сложную картину своей психической деятельности.

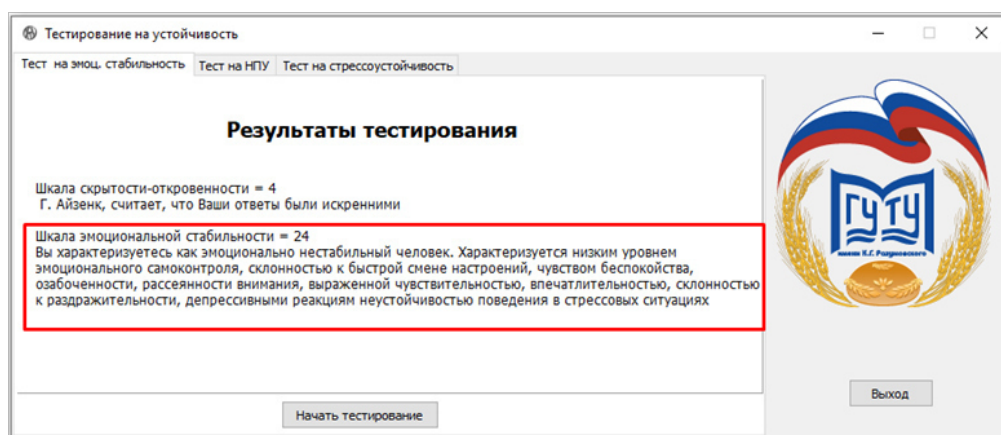


Рисунок 3 – Аннотированный отчет о тестировании на эмоциональную стабильность

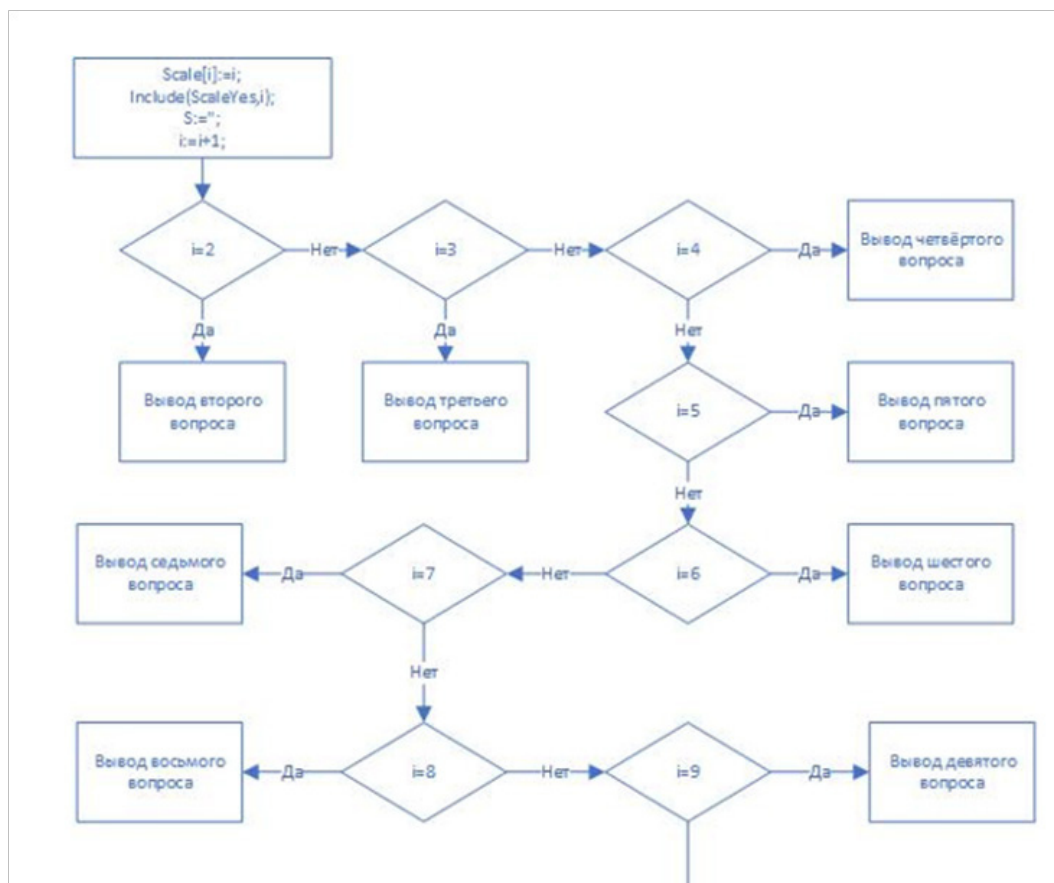


Рисунок 4 – Фрагмент алгоритма программы тестирования эмоциональной стабильности

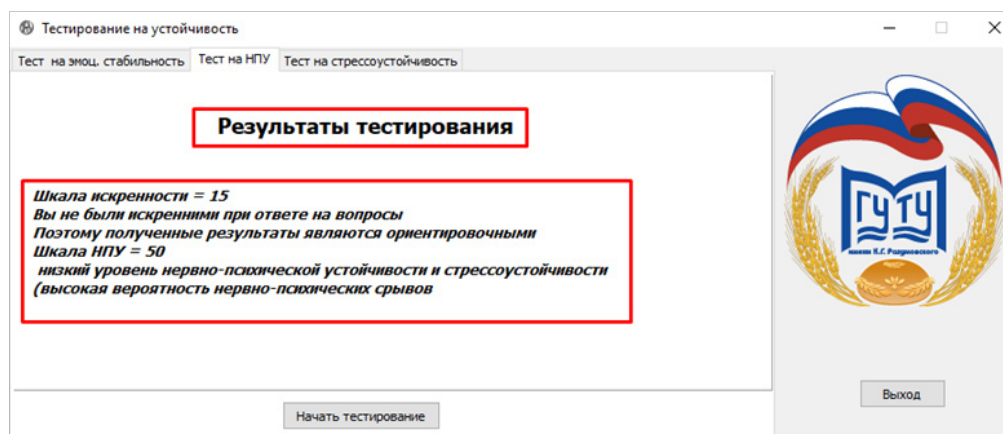


Рисунок 5 – Тестирование на устойчивость

План корректирующих действий разрабатывается персонально с учетом полученных результатов тестирования. Он обычно включает в себя мероприятия по снижению уровня стресса и нормализации эмоциональной сферы, касающейся как профессиональной среды, так и личного пространства. В ходе занятий с психологом (групповых и индивидуальных) происходит «проработка» негативных моментов, дается им оценка. Кроме того, применяются методы релаксации и терапии, включая цветотерапию, методы арт-релаксации, тренинги различной направленности, включая даже развитие творческих способностей и креативности [16-20]. Длительность занятий определяется уровнем текущего стресса и обосновывается ведущим психологом.

Обсуждение. Управление психологической подготовкой сотрудников техносферной безопасности, работа которых связана с угрозой жизни и здоровью является важнейшей задачей, так как связана с возможностью обеспечения устойчивой работы соответствующих подразделений. В момент ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций, практически, от действий каждого сотрудника зависит не только скорость выполнения задачи, но и, зачастую, его собственная жизнь и жизнь его коллег. Кроме ситуаций, которые непосредственно диктуются сложившейся чрезвычайной обстановкой (разрушение, наличие жертв и пострадавших), довольно часто сотрудникам приходится сталкиваться с негативной реакцией окружающих (зевак и наблюдателей), которые обсуждают действия спасателей или пожарных. Так, наиболее частой бывают ситуации, при которых пожарные слышат, что если бы они «поторопились» с приездом, то дом бы не сгорел и т.д. Негативная реакция не должна влиять на действия сотрудников, не должна их отвлекать и вообще, каким-либо образом влиять на их деятельность. Поэтому людей надо обучать самоконтролю, умению концентрироваться на задаче, при этом правильно оценивая риски и принимать верные решения. Для всего этого необходим высокий уровень стрессоустойчивости, а так как он не является величиной неизменной, то его необходимо регулярно

диагностировать и поддерживать на оптимальном уровне. Ведь даже изначально соответствующий всем требуемым параметрам сотрудник, подвержен профессиональному выгоранию и различным внешним негативным воздействиям. Приведенный в статье программный комплекс для выявления уровня стрессоустойчивости как раз и позволяет своевременно диагностировать изменения в структуре личности, связанные с испытываемым стрессом. Управление психологической подготовкой подразумевает использование результатов данного анализа для проведения предупреждающих и корректирующих действий и недопущения эмоциональных срывов и депрессивных состояний.

Выводы. Важность психологической составляющей для специалистов с экстремальным профилем деятельности сомнений не вызывает, а предлагаемый программный комплекс является удачным подспорьем в процессе управления подготовкой данной категории служащих. Применение программного комплекса позволяет сократить время на проведение тестирования и обработку его данных, исключить вероятность влияния «человеческого фактора» и необъективность в оценке. Кроме того, данные анализа являются основанием для корректировки индивидуальных программ по психологической, а зачастую и физической подготовке специалистов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

- 1 Kryukova, T. L. (2005). Age and Cross-Cultural Differences in Coping Behavior Strategies. *Psychological Journal*, 2, pp.14-19.
- 2 Lazarus, R. S., Folkman, S. (2004). *Stress, Appraisal, and Coping*. Moscow: Medicine.
- 3 Strielkowski, W., Kiseleva, L. S., Popova, E. N. (2018). Factors Determining the Quality of University Education: Students' Views. *Integration of Education*, 22(2), pp.220-236.
- 4 Schukina, M. A. (2018). Five Births of the Personality: Stage of Personogenesis in the Autobiographic Tracture M. M. Zoshchenko "Before the Sunrise". *Psychology, Journal of the Higher School of Economics*. – 15 (2). – pp. 368-383.
- 5 Strielkowski, W., Kiseleva, L. S., Popova, E. N. (2018). Factors Determining the Quality of University Education: Students' Views. *Integration of Education*, – 22(2). – pp. 220-236.
- 6 Tsvetkova, I. V., Ivanova, T. N. (2017). Social Criteria of Young People's Environmental Responsibility. *Integration of Education*, 21(4). – pp. 723-735.
7. Психологическое обеспечение профессиональной деятельности / под. ред. Г.С. Никифорова. - М.: Речь, 2010.

– 816 с.

8. Гуляева Э.Ю. Психологическая и военно-патриотическая подготовка студентов «Техносферная безопасность» // В сб.: Великая победа советского народа: история и вызовы современной России сборник статей Всероссийской научно-практической конференции. – 2019. – С. 20-24.

9. Шелепова Е.С. О проблеме профессионально важных качеств субъекта трудовой деятельности. Тверь: ТГУ, 2007. – 225 с.

10. Demerouti E., Mostert K., Bakker A. Burnout and work engagement: a thorough investigation of the independency of both constructs // J. of Occupational Health Psychology. – 2010. – № 3. – С. 209-222.

11. Белорожев О.Н. Педагогические условия формирования способности курсантов к активному взаимодействию в чрезвычайных ситуациях // Педагогическое образование в России. №4, 2017. – С.95-99.

12. Горин С.С., Паршина А.Ю., Мартынюк В.А., Гуляева Э.Ю. Комплекс мероприятий по предотвращению чрезвычайных ситуаций // E-Scio. – 2019. – № 3 (30). – С. 85-91.

13. Назарова О.М., Аверьянова А.В. Психологические особенности служебной деятельности женщин-сотрудников МЧС // В сб.: Воспитание в современных условиях: региональный аспект. Сборник научных статей по материалам Всероссийской научно-практической конференции. Под редакцией М.А. Лыгиной, О.А. Логиновой, Л.Ю. Боликовой. – 2018. – С. 156-162.

14. Барабанщиков А.В., Феденко Н.Ф. Основы военной психологии и педагогики. - М., Воен. издат. 2012. – 366 с.

15. Бархаев Б.П. Психология и педагогика профессиональной деятельности офицера / под ред. Б.П. Бархаева. М.:Воениздат, 2006. – 488 с.

16. Barbot, B., Besancon, M., Lubart, T. (2016). The Generality-Specificity of Creativity: Exploring the Structure of Creative Potential with EPoC. *Learning and Individual Differences*, 52, – pp. 137-147.

17. Bezborodova, O. E., Vinogradova, N. A., Tertychnaya, S. V., Vinogradov, O. S., Kachan, O. B. (2019, 2020). Environmental Monitoring Using an Unmanned Aerial Vehicle. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. II International Scientific Practical Conference "Breakthrough Technologies and Communications in Industry and City", BTC1, 012002.

18. Coping Behavior: Current State and Prospects (2008). In A. L. Zhuravleva, T. L. Kryukova, E. A. Sergienko (ed.). Moscow: Institute of Psychology RAS.

19. Corazza, G. E. (2016). Potential Originality and Effectiveness: The Dynamic Definition of Creativity. *Creativity Research Journal*, 28 (3), pp. 258-267.

20. Harris, D. J., Reiter-Palmon, R. (2015). Fast and Furious: The Influence of Implicit Aggression, Premeditation, and Provoking Situations on Malevolent Creativity. *Psychology of Aesthetics, Creativity, and the Arts*. 9 (1), pp. 54-64.

Статья поступила в редакцию 16.05.2022

Статья принята к публикации 20.06.2022

УДК 614.878, 504.054

DOI: 10.46548/21vek-2022-1158-0017

ЗАВИСИМОСТЬ СКОРОСТИ СОРБЦИИ ОТ ХАРАКТЕРИСТИК УГЛЕРОДНЫХ СОРБЕНТОВ ПРИМЕНЯЕМЫХ ПРИ ЛИКВИДАЦИИ РАЗЛИВОВ ХЛОРСОДЕРЖАЩИХ ВЕЩЕСТВ

© Автор 2022

SPIN: 3925-7290

AuthorID: 1034714

ORCID: 0000-0001-6482-9625

БУЛКИН Сергей Александрович, аспирант

*Академия гражданской защиты Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны,
чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий
(141435, Московская область, г. Химки, мкр. Новогорск, ул. Соколовская, стр. 1А, e-mail: s.bulkin@amchs.ru)*

Аннотация. В работе рассматривается возможность ликвидации техногенных чрезвычайных ситуаций с разливом хлорсодержащих веществ в жидкой фазе с применением сорбентов на основе углеродных материалов. Углеродные материалы являются сорбентами, получаемыми путем карбонизации природного или растительного сырья с последующей активацией. Сорбенты из углеродных материалов обладают высокой химической стойкостью, что позволяет их применять в агрессивных жидких средах. Хлорсодержащие вещества широко используются в промышленном секторе экономики в качестве прекурсоров или конечных продуктов. Применение их в большом количестве приводит к возникновению потенциальных угроз в связи с концентрированием таких веществ в зонах хранения. Опасность хлорсодержащих веществ заключается в токсичном воздействии на живой организм, в случае разлива или выброса таких веществ возможно негативное воздействие как на человека, так и на окружающую среду. Расположение предприятий промышленного сектора в населенных пунктах создает опасность поражения населения и территорий такими типами веществ в случае возможных аварий. Моделирование сорбционного процесса с использованием метода ультрафиолетовой спектроскопии делает возможным определение концентрации хлорсодержащего вещества в жидкой фазе. Применение сорбции в качестве способа ликвидации разливов хлорсодержащих веществ способно привести к уменьшению негативного воздействия хлорсодержащих веществ в жидкой фазе на население и территорию.

Ключевые слова: сорбция, сорбенты, хлорсодержащие вещества, ликвидация, разлив, жидкая фаза, углеродные материалы, токсичность, отравление, негативное воздействие.

ENSURING THE SAFETY OF THE TERRITORIES AND THE POPULATION DURING RESPONSE OF THE CONSEQUENCES OF ACCIDENTAL SPILLS OF TOXIC CHLORINE-CONTAINING SUBSTANCES

© The Author 2022

BULKIN Sergey Alexandrovich, postgraduate student

*The Civil Defence Academy of the Ministry of the Russian Federation for Civil Defence,
Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters*

(141435, Moscow region, Khimki, md. Novogorsk, st. Sokolovskaya, building 1A, e-mail: s.bulkin@amchs.ru)

Abstract. The paper considers the possibility of eliminating man-made emergencies with the spill of chlorine-containing substances in the liquid phase using sorbents based on carbon materials. Carbon materials are sorbents obtained by carbonization of natural or vegetable raw materials with subsequent activation. Sorbents made of carbon materials have high chemical resistance, which allows their use in aggressive liquid media. Chlorine-containing substances are essential in the industrial sector of the economy, used as precursors or end products. Their use in large quantities leads to the emergence of potential threats due to the concentration of such substances in storage areas. The danger of such substances lies in the toxic effect on a living organism, in the event of a spill or release of such substances, a negative impact on both humans and the environment is possible. The location of enterprises of the industrial sector in settlements creates a risk of damage to the population and territories by such types of substances in the event of possible accidents. Simulation of the sorption process using the method of ultraviolet spectroscopy makes it possible to determine the concentration of a chlorine-containing substance in the liquid phase. The use of sorption as a method for eliminating spills of chlorine-containing substances is capable of reducing the negative impact of chlorine-containing substances in the liquid phase on the population and territory.

Keywords: sorption, sorbents, chlorine-containing substances, liquidation, spill, liquid phase, carbon materials, toxicity, poisoning, negative impact.

Для цитирования: Булкин С.А. Зависимость скорости сорбции от характеристик углеродных сорбентов применяемых при ликвидации разливов хлорсодержащих веществ / С.А. Булкин// XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2022. – Т. 11. – № 2(58). – С. 98-102. – DOI: 10.46548/21vek-2022-1158-0017.

Введение. Развитие химического сектора экономики с получением новых органических соединений с атомами хлора представляет опасность в случае техногенной чрезвычайной ситуации с выбросом или разливом в окружающую среду химических веществ [1, 2]. Хлорсодержащие вещества имеют более высокие показатели токсичности, что делает их потенциально опасными веществами при поражении живого организма [3]. В тоже время, хлорсодержащие вещества являются необходимыми полупродуктами, например, в фармацевтической и химической областях промышленного синтеза, при обеззараживании медицинских отходов и при обработке мяса [4-7]. Использование разнообразных по структуре хлорсодержащих веществ усложняет проведение мероприятий по ликвидации аварии с выбросом или разливом химических веществ. Методики по ликвидации аварий с выбросом или разливом аварийно химически опасных веществ (АХОВ) [8-10], не могут быть применены в полном объеме проводимых мероприятий. Однако, некоторые мероприятия, указанные в документах [8-10], содержат методики по сбору химических веществ с применением сыпучих сорбентов. В опубликованных исследованиях [11-15] в качестве сыпучего сорбента применяли углеродные материалы. Достоинством углеродных материалов, применяемых в качестве сорбентов, является их относительно невысокая стоимость.

На основании государственных докладов «О состоянии защиты населения и территорий Российской Федерации от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера», в статье [16] были рассмотрены статистические данные по количеству аварий с выбросом/угрозой выброса АХОВ. На сегодняшний момент на территории Российской Федерации сохраняется опасность выброса/угрозы выброса АХОВ в пределах 2% от общего количества аварий в течение календарного года. Оценка эффективности мероприятий по ликвидации разлива хлорсодержащих веществ не может быть проведена из-за отсутствия подобных мероприятий. Однако, возможно сравнение с проводимыми мероприятиями по ликвидации аварийных разливов нефти и нефтепродуктов, с применением сорбентов [17]. Предполагается, что при практическом применении аналогичных мероприятий в случае ликвидации разливов хлорсодержащих веществ засыпка сорбентами окажет положительный эффект и обеспечит защиту от токсичного воздействия территории и населения в зоне разлива.

Проведенный анализ рассматриваемого проблемного вопроса показал, что существуют способы ликвидации разливов химических веществ, отнесенных к группе аварийно химически опасных веществ (АХОВ). В ряде работ [18-23] приводятся расчеты параметров мероприятий локализации и ликвидации разлива АХОВ, но некоторые из предложенных мероприятий не могут применяться в связи с особенностью физико-химических свойств и химического строения хлорсодержащих органических соединений.

В случае возможной техногенной чрезвычайной ситуации с разливом хлорсодержащих органических веществ возникает вопрос об отсутствии методического аппарата, позволяющего обеспечить безопасность населения и территорий в ходе проведения мероприятий, направленных на защиту от негативного воздействия источника потенциальной опасности. Сорбция является эффективным способом удаления химических веществ как в газовой фазе, так и в жидкой фазе. Недостатком такого метода является определение насыщения сорбента в течение определенного отрезка времени, что в данный момент происходит экспериментальным путем.

Методология. Цель статьи – определить возможность использования углеродных сорбентов при ликвидации техногенных чрезвычайных ситуаций с разливом хлорсодержащих веществ в жидкой фазе на основе моделирования сорбционного процесса экспериментальным путем с применением небольших масс сорбента.

Для достижения цели работы необходимо подобрать такое соотношение сорбента к массе хлорсодержащего органического соединения, которое удовлетворяло бы условию использования минимального количества сорбента, с учетом ликвидации разлива хлорсодержащего органического соединения до допустимых концентраций в компонентах окружающей среды. Предельно допустимые концентрации химических веществ в различных природных средах указаны в нормативном документе [24]. Экспериментальное исследование процесса сорбции рассмотрено авторами работ [11-15] в стационарных условиях. Процесс сорбции проводили в закрытой колбе с постоянным перемешиванием водного раствора хлорсодержащего вещества. Измерение оптической плотности растворов хлорсодержащего вещества проводили методом оптической спектрометрии на приборе *Hitachi U-1900*, концентрацию хлорсодержащих веществ в растворе определяли, используя методику построения градуировочного графика.

Результаты. Были проанализированы данные по адсорбции хлорсодержащих органических веществ (ХСВ) по работам [11-15]. В роли сорбентов использовались активированные угли различных марок. Активированные угли обладают набором характеристик [25, 26], которые удовлетворяют ряду параметров: являются химически стойкими, обладают большой площадью поверхности на 1 г вещества, обладают различными размерами пористой структуры (микро-, мезо- и макропоры). К хлорсодержащим органическим соединениям, обладающим высокой токсичностью, можно отнести пестициды. Как пример пестицида, использованного в работах [11, 12], можно выделить 2,4-дихлорфеноксиуксусную кислоту, которая используется в сельскохозяйственной деятельности. На основании экспериментальных данных из работ [11-15] была изучена зависимости скорости сорбции в жидкой фазе от соотношения масс сорбента к массе органического вещества на различных типах

сорбента (табл. 1). Скорость сорбции определена как изменение концентрации во времени контакта сорбента с хлорсодержащим веществом в жидкой фазе. Для доказательства универсальности применяемого подхода были выбраны другие классы органических соединений (поликетид, сложный эфир, карбоновая кислота).

В результате сравнительного анализа можно сказать, что скорость процесса сорбции замещенных ароматических соединений зависит от наличия в строении атомов хлора при условии небольших линейных размеров молекулы (рис. 1).

Сравнительные характеристики используемых в эксперименте сорбентов приведены в таблице 2.

Таблица 1 – Определение скорости сорбции в жидкой фазе (v) и соотношения масс сорбента к массе органического вещества (m_c/m_b) на различных типах сорбента

Вещество	Сорбент	Изменение концентрации ХСВ, ΔC , мг/л	Время сорбции t , ч	m_c/m_b	Скорость сорбции, v мг/(л*ч)	Ссылка на источник*
Тетрациклин	Терморасширенный графит	10,63	6	0,94	1,77	[13]
		7,53	6	1,33	1,26	
		3,15	6	3,17	0,53	
Этилбензоат	Активированный уголь кокосового ореха	390,00	7	1,28	55,71	[14]
		385,00	7	1,30	55,00	
		345,00	7	1,45	49,29	
		310,00	7	1,61	44,29	
		265,00	7	1,89	37,86	
		220,00	7	2,27	31,43	
2,4-Дихлорфеноксиуксусная кислота	Гранулированный активированный уголь	125,00	7	4,00	17,86	[11]
		109,50	1350	0,23	0,08	
		107,25	1350	0,23	0,08	
		92,50	1350	0,27	0,07	
		69,25	1350	0,36	0,05	
2,4-Дихлорфеноксиуксусная кислота	Активированный уголь кокосового ореха	47,50	1350	0,53	0,04	[12]
		25,00	1350	1,00	0,02	
		93,50	350	0,27	0,27	
		78,00	350	0,32	0,22	
		73,75	350	0,34	0,21	
		62,25	350	0,40	0,18	
Салициловая кислота	Гранулированный активированный уголь	50,75	350	0,49	0,15	[15]
		37,25	350	0,67	0,11	
		184,00	48	0,54	3,83	
		139,00	48	0,72	2,90	
		117,00	48	0,85	2,44	
		92,00	48	1,09	1,92	
		68,00	48	1,47	0,09	
		46,00	48	2,17	0,08	

* Данные полученные с открытых литературных источников

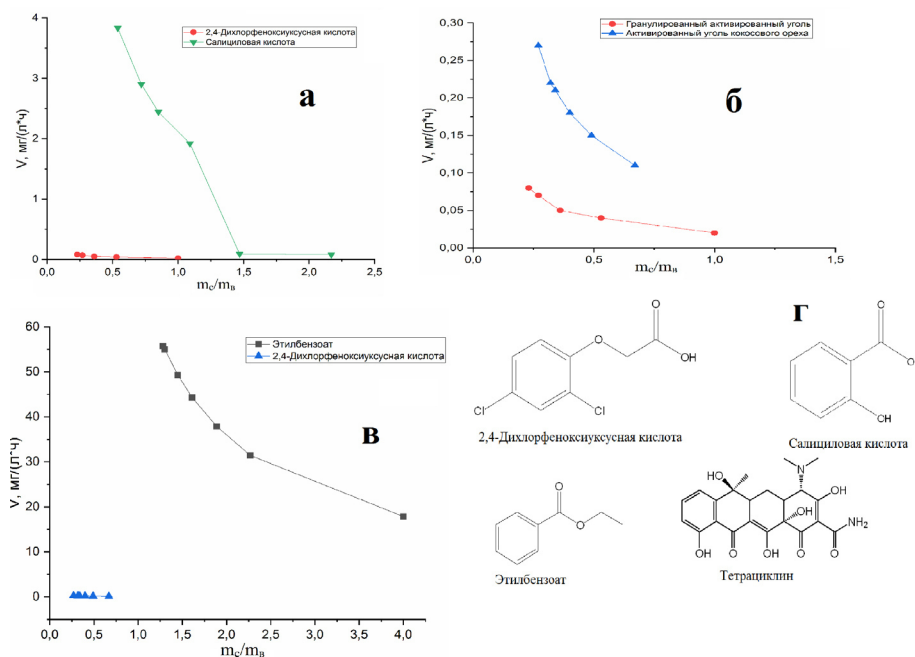


Рисунок 1 – Зависимость скорости сорбции химического вещества (v) от соотношения масс сорбента к массе вещества (m_c/m_b)

а – сравнение сорбции 2,4-дихлорфеноксиуксусной кислоты и салициловой кислоты на гранулированном активированном угле; б – сравнение сорбции 2,4-дихлорфеноксиуксусной кислоты на активированном угле кокосового ореха и гранулированном активированном угле; в – сравнение сорбции этилбензоата и 2,4-дихлорфеноксиуксусной кислоты на активированном угле кокосового ореха; г – структурные формулы используемых химических веществ

Таблица 2 – Порометрические характеристики углеродных сорбентов

Характеристика поверхности	Терморасширенный графит	Активированный уголь кокосового ореха	Гранулированный активированный уголь
Размер пор, нм	0,7 - 10	0,7 - 2,0	0,8-2,0
Средний размер пор с учетом щелевых пор по методу Хорвата-Кавазое, нм	0,9	0,8	0,8
Объем микропор по Дубинину-Астахову, см ³ /г	0,15	0,43	0,640
Общая поверхность по БЭТ, м ² /г	370	936	1514
Поверхность микропор по t-plot, м ² /г	60	856	1552

Как видно из таблицы 2, наибольшие отличия у исследуемых сорбентов проявляются в общей поверхности и поверхности микропор. Сравнение параметров сорбции хлорсодержащих и не содержащих хлор соединений показывает, что наличие в структуре молекулы хлора снижает значения скорости сорбции. Это позволяет предположить, что достижение равновесия процессов сорбции и десорбции в жидкой среде для хлорсодержащих веществ наступает быстрее.

С точки зрения возможности проведения аварийно-спасательных и других неотложных работ по локализации и ликвидации разлива химического вещества в жидкой среде такой параметр как время, затраченное на сорбционный процесс, является определяющим в условиях недопущения распространения зоны химического заражения. На практике, по данным ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов [17], предпочтительнее оказываются сорбционные материалы, которые позволяют сорбировать вещество в диапазоне от 24 до 48 часов.

Сравнивая значения скоростей при различных процессах сорбции 2,4-дихлорфеноксиуксусной кислоты на углеродных сорбентах (гранулированный активированный уголь и активированный уголь кокосового ореха), мы можем наблюдать корреляцию, что позволяет говорить о возможности вариативного применения их при ликвидации разливов в жидкой фазе. Вариативность применения различных типов сорбентов, в процессе ликвидации разливов одного и того же органического соединения, является экономически выгодным аспектом при организации работ по локализации и ликвидации аварий. Однако стоит учитывать время сорбционного процесса, за которое достигается насыщение сорбента.

Авторами работ [27-29] были получены экспериментальные данные предполагаемого механизма протекания сорбционного процесса с разнообразными по химической структуре молекулами. Выдвигаемые теоретические основы механизма адсорбции подразумевают взаимодействие адсорбируемого вещества с адсорбатом за счет физических сил или с образованием химических связей [30-33]. Анализ зависимостей $C = f(t)$ показывает идентичность изменения концентрации сорбируемого вещества во времени, не зависимо от природы как улавливаемого загрязнителя, так и самого сорбента. Отличительной особенностью являются только линейные размеры молекулы сорбируемого вещества, что также необходимо учитывать при определении параметров протекания сорбционного процесса. Известный механизм адсорбции вещества дает возможность предсказывать характер сорбционного процесса на новых веществах, с аналогичным фраг-

ментом в углеродном скелете. Таким образом, строение вещества не изменяет графическую зависимость процесса адсорбции и дает основание использования математических зависимостей относительной концентрации от соотношения масс.

Обсуждение. Подобных экспериментальных исследований, при моделировании разлива химических веществ в жидкой среде засыпкой сорбентом не проводились. В связи с этим сравнение полученных результатов возможно с методиками, описанными в источниках [8-10], в части, касающейся способа ликвидации разлива засыпкой твердым сыпучим сорбентом. Указывается, что соотношение массы АХОВ к массе сорбента равно 1:3-4, но обоснование использования такой массы сорбента не приводится. Конечная концентрация после процесса сорбции может быть установлена с помощью критериев отнесения к чрезвычайным ситуациям [34], но для различных веществ предельно допустимые концентрации определяются в конкретном компоненте окружающей среды. Если изменение концентрации (ΔC) принимается равной 1т, то рассчитать скорость сорбционного процесса не представляется возможным, из-за отсутствия времени контакта АХОВ в жидкой фазе с твердым сорбентом.

Выводы. Математическая обработка полученных экспериментальных данных позволяет определить параметры сорбционных процессов и в дальнейшем использовать их для моделирования процесса сорбции, применяемого для ликвидации техногенной чрезвычайной ситуации с разливом хлорсодержащих органических соединений в жидкой фазе. Изучение скоростей сорбции позволит прогнозировать необходимые затраты на мероприятия по ликвидации разлива. Различные типы сорбентов при ликвидации разлива хлорсодержащего вещества позволяют выбирать оптимальные варианты сорбента, исходя из наличия имеющихся запасов.

Дальнейшее исследование вопроса скорости сорбционного процесса позволит прогнозировать временной отрезок, необходимый для полного проведения мероприятий по удалению хлорсодержащего вещества из окружающей среды. Создание математической модели, описывающей зависимости скорости сорбции от относительных масс сорбента, позволит обоснованно применить необходимые массы сорбента при проведении мероприятий по ликвидации разлива хлорсодержащих АХОВ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Симачев Ю., Акиндинова Н., Яковлев А. Структурные изменения в российской экономике и структурная политика. Аналитический доклад. Изд. НИУ ВШЭ. – 2018. – 252 с.
2. Бархатова Е.И. Тенденции развития химического сек-

- тора мировой экономики. /Е.И. Бархатова // Известия ИГЭА. – 2011. – №3 (77). – С. 111-114.
3. ГОСТ Р 22.0.05-2020. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Техногенные чрезвычайные ситуации. Термины и определения.
4. Брагина И.В., Федорова Н.Е., Волкова В.Н., Егорченкова О.Е., Мухина Л.П., Ларькина М.В. Метод многокомпонентного исследования гербицидов различных химических классов в воде // Гигиена и санитария. – 2016. – Т. 95. – № 11. – С. 1099-1104.
5. Бутко М.П., Попов П.А., Онищенко Д.А. Классификация дезинфицирующих средств и оценка их эффективности // Российский журнал Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии. – 2018. – № 3 (27). – С. 134-142.
6. Мюллен М.Р., Хэйгман С.Д., Мусгрейв С.А., Клэйн Д., Вогт П. Повторное использование активированного хлорсодержащего вещества для обработки мяса скота и птиц. Патент на изобретение RU 2710352 С2, 25.12.2019. Заявка № 2017108446 от 28.08.2015.
7. Есякова О.А., Николаева Т.А. Экологически безопасная технология обезвреживания и утилизации медицинских отходов // Экология и безопасность жизнедеятельности. сборник статей XVIII Международной научно-практической конференции. 2018. С. 147-150.
8. Директива начальника штаба гражданской обороны «О совершенствовании защиты населения от сильнодействующих ядовитых веществ и классификации административно – территориальных единиц и объектов народного хозяйства по химической опасности» ДНГО №3 от 4.12.1990г.
9. РД 52.04.253-90 «Методика прогнозирования масштабов загрязнения АХОВ при авариях (разрушениях) на химически опасных объектах и транспорте» [Электронный ресурс]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200007358> (дата обращения 11.03.2022 года).
10. Методические рекомендации по организации и технологиям ликвидации чрезвычайных ситуаций с наличием химических и радиоактивных веществ. Беларусь, 2014. – 151 с.
11. Kulaishin S.A., Vedenyapina M.D., Lapidus A.L., Sharifullina L.R. Adsorption of 2,4-dichlorophenoxyacetic acid on granular activated carbon // Solid Fuel Chemistry. – 2020. – Т. 54. – № 1. – С. 54-60.
12. Vedenyapina M.D., Kulaishin S.A., Vedenyapina A.A., Lapidus A.L., Sharifullina L.R. Adsorption of 2,4-dichlorophenoxyacetic acid on activated carbon // Solid Fuel Chemistry. – 2017. – Т. 51. – № 2. – С. 115-121.
13. Vedenyapina M.D., Borisova D.A., Rakishev A.K., Vedenyapina A.A. Adsorption of tetracycline from aqueous solutions on expanded graphite // solid fuel chemistry. 2014. – т. 48. – № 5. – С. 323-327.
14. Vedenyapina M.D., Strel'tsova E.D., Sharpai Y.V., Terent'ev A.O., Vedenyapina A.A. Adsorption of ethyl benzoate on activated carbon // Solid Fuel Chemistry. – 2017. – Т. 51. – № 1. – С. 44-47.
15. Ракишев А.К., Веденяпина М.Д., Кулайшин С.А., Курилов Д.В. Адсорбция салициловой кислоты из водной среды на микропористом гранулированном активированном угле // Химия твердого топлива. 2021. № 2. С. 54-59. DOI: 10.31857/S0023117721020067.
16. Булкин С.А. Проблемные вопросы обеспечения безопасности при выбросах и разливах аварийно-химически опасных веществ на территории Российской Федерации / Булкин С.А., Сергеев И.Ю., Шарифуллина Л.Р., Валуев Н.П. // Научно-аналитический журнал «Сибирский пожарно-спасательный вестник», 2022, №1.-С.117-125.- Режим доступа: http://vestnik.sibps.ru/wp-content/uploads/2022/v1/N24_117-125.pdf, свободный. – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.
17. Применение сорбентов при ликвидации разливов нефти. Технический информационный документ 8. // ITOPF Ltd. Produced by Impact PR & Design Limited, Canterbury, UK. – 2012. – 12с. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.ospri.online/rukovodstva-i-rekomendacii/tehnicheskie-informacionnye-dokumenty>. (дата обращения 11.03.2022 года).
18. Иванов С.Н. Ликвидации разлива аммиака на ж/д станции // Актуальные проблемы техносферной безопасности. Сборник научных статей II национальной научно-практической конференции. Москва, 2020. – С. 195-198.
19. Першиков Д.Г., Чуйков А.М., Дорохова О.В. Мероприятия по защите, спасению людей, ликвидации аварий, локализации их последствий на опасном производственном объекте // Современные технологии обеспечения гражданской обороны и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. – 2019. – № 1 (10). – С. 294-296.
20. Минин А.С., Зарубина Е.В. Актуальность применения современных мероприятий по локализации и ликвидации последствий аварий на опасных производственных объектах // Проблемы обеспечения безопасности при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. – 2018. – Т. 1. – С. 436-438.
21. Присяжнюк С.П., Присяжнюк А.С., Храбан А.В., Петров А.А., Соколов А.Н. Сценарий ликвидации чрезвычайной ситуации с выбросом АХОВ // Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ 2021682021, 28.12.2021. Заявка № 2021680973 от 15.12.2021.
22. Хичев Д.С., Черкашина Ю.С., Шарафан А.А., Филимонов А.А. Ликвидация очагов поражения АХОВ // Актуальные проблемы обеспечения безопасности в техносфере и защиты населения и территорий в чрезвычайных ситуациях. Сборник научных трудов по материалам Всероссийской научно-практической конференции. – 2019. – С. 156-157.
23. Никулин Р.А. Ликвидация чрезвычайной ситуации при аварии, связанной с утечкой АХОВ на железнодорожных станциях // сборник статей XXVIII Международной научно-практической конференции : в 2 ч.. 2019. – С. 96-100.
24. СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания». [Электронный ресурс]. URL: <https://rkc56.ru/documents/4538>. (дата обращения 11.03.2022 года).
25. Мухин В.М., Клушин В.Н. Производство и применение углеродных адсорбентов. Учебное пособие. // М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева. – 2012. – 308 с.
26. Наинг Линн Сое, Зин Мое, Мин Тху, Мьят Мин Тху, Со Вин Мьинт, Нистратов А.В., Клушин В.Н. Углеродные адсорбенты на базе растительных отходов Мьянмы как средства очистки производственных выбросов и сбросов // Сорбционные и хроматографические процессы. – 2019. – Т. 19. – № 5. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева. 2019. с. 574-580. DOI: 10.17308/sorpchrom.2019.19/1172.
27. Jia L., Long C., Xing B., Shi J., Lian F. VOCs adsorption on activated carbon with initial water vapor contents: adsorption mechanism and modified characteristic curves // The Science of the Total Environment. – 2020. – Т. 731. – С. 139184.
28. Huang B., Zhao R., Xu H., Deng J., Li W., Wang J., Yang H., Zhang L. Adsorption of methylene blue on bituminous coal: adsorption mechanism and molecular simulation // ACS Omega. – 2019. – Т. 4. – № 9. – С. 14032-14039.
29. Hashi K., Sakuma H., Tamura K., Kamon M. Caffeine adsorption on natural and synthetic smectite clays: adsorption mechanism and effect of interlayer cation valence // Journal of Physical Chemistry C. – 2020. – Т. 124. – № 46. – С. 25369-25381.
30. Iribarne F., Denis P.A. Adsorption of organic molecules on graphene and fluorographene: an unresolved discrepancy between experiment and theory // International Journal of Quantum Chemistry. – 2021. – Т. 121. – № 10. – С. e26605.
31. Shimizu S., Matubayasi N. Adsorbate-adsorbate interactions on microporous materials // Microporous and Mesoporous Materials. – 2021. – Т. 323. – С. 111254.
32. Fechtner M., Kienle A. Efficient simulation and equilibrium theory for adsorption processes with implicit adsorption isotherms – ideal adsorbed solution theory // Chemical Engineering Science. – 2018. – Т. 177. – С. 284-292.
33. Xie J., Liang Y., Zou Q., Li X., Wang Z. Prediction model for isothermal adsorption curves based on adsorption potential theory and adsorption behaviors of methane on granular coal // Energy and Fuels. – 2019. – Т. 33. – № 3. – С. 1910-1921.
34. Приказ Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий от 05.07.2021 № 429 «Об установлении критериев информации о чрезвычайных ситуациях природного и техногенного характера» (Зарегистрирован 16.09.2021 № 65025).

Статья поступила в редакцию 11.04.2022

Статья принята к публикации 20.06.2022

УДК 331.452

DOI: 10.46548/21vek-2022-1158-0018

**МЕТОДИКА КОЛИЧЕСТВЕННОЙ ОЦЕНКИ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ РИСКОВ РАБОТНИКОВ
ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ТРАНСПОРТНО-ПЕРЕСАДОЧНЫХ КЛАСТЕРОВ**

© Автор(ы) 2022

SPIN: 6441-4561

AutorID: 633528

ORCID: 0000-0002-5885-4696

ДОНЦОВ Сергей Александрович, кандидат технических наук,
доцент кафедры «Управление безопасностью в техносфере»,
руководитель магистерской программой «Управление охраной труда в компании»
Российский университет транспорта (МИИТ)
(127994, Россия, Москва, ул. Образцова д.9 стр. 9, e-mail: sdonzov@rambler.ru)

Аннотация. Рассмотрена важность создания транспортно-пересадочных кластеров для мегаполисов, выделены специфичные опасные и вредные производственные факторы, характерные при строительстве этих объектов. Проведен анализ нормативно-правовой базы оценки и учета профессионального риска. Выявлена существующая правовая коллизия по отсутствию типовой методики числовой оценки профессиональных рисков и проверкой выполненной оценки работодателем со стороны надзорных органов. С целью исполнения государственных нормативных требований охраны труда разработана методика количественной оценки профессиональных рисков, включающая риск возникновения несчастных случаев и риск возникновения профессиональных заболеваний. Выделены основные группы возникновения источников риска, сформулированы индикаторы оценки, выполнен расчет интегрального показателя уровня профессионального риска, работников занятых в строительстве транспортно-пересадочных кластеров. Разработанная методика позволяет оценить класс (подкласс) условий труда для широкого спектра строительных профессий, использованный принцип «модульности» индикаторов позволяет оперативно реагировать на изменение актуальности государственных нормативных требований охраны труда.

Ключевые слова: транспортно-пересадочный кластер, строительство, охрана труда, профессиональный риск, методика, количественная оценка.

**METHODOLOGY OF QUANTITATIVE ASSESSMENT OF PROFESSIONAL RISKS OF EMPLOYEES
IN THE CONSTRUCTION OF TRANSPORT AND TRANSFER CLUSTERS**

© The Author(s) 2022

DONTSOV Sergey Alexandrovich, candidate of technical sciences,
associate professor of the department "Safety Management in the Technosphere",
head of the master's program "Occupational Safety Management in the Company"
Russian University of Transport (MIIT)
(127994, Russia, Moscow, Obraztsova str., 9, p. 9, e-mail: sdonzov@rambler.ru)

Abstract. The importance of creating transport and transfer clusters for megacities is considered, specific dangerous and harmful production factors characteristic of the construction of these facilities are highlighted. The analysis of the regulatory framework for the assessment and accounting of occupational risk is carried out. The existing legal conflict has been revealed due to the absence of a standard methodology for numerical assessment of occupational risks and verification of the assessment performed by the employer by the supervisory authorities. In order to comply with the state regulatory requirements of labor protection, a methodology has been developed for the quantitative assessment of occupational risks, including the risk of accidents and the risk of occupational diseases. The main groups of risk sources are identified, assessment indicators are formulated, the calculation of the integral indicator of the level of professional risk of workers engaged in the construction of transport and transfer clusters is carried out. The developed methodology allows us to assess the class (subclass) of working conditions for a wide range of construction professions, the principle of "modularity" of indicators used allows us to respond promptly to changes in the relevance of state regulatory requirements for labor protection.

Keywords: transport and transfer cluster, construction, labor protection, occupational risk, methodology, quantitative assessment.

Для цитирования: Донцов С.А. Методика количественной оценки профессиональных рисков работников при строительстве транспортно-пересадочных кластеров / С.А. Донцов // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2022. – Т. 11. – № 2(58). – С. 103-108. – DOI: 10.46548/21vek-2022-1158-0018.

Введение. Для комфортного и безопасного перемещения граждан в городской агломерации важно не только построить автомобильные дороги, метро, реконструировать существующие участки железных до-

рог, но и увязать все это в единый конгломерат, «узел», который позволит пассажирам совершать пересадку, не теряя времени.

В настоящее время под транспортно-пересадочным кластером (ТПК) понимается совокупность нескольких транспортно-пересадочных узлов и (или) транспортно-пересадочных комплексов конструктивно, технологически или иным образом связанных между собой [1].

Создание ТПК позволяет:

- повысить экологическую безопасность и доступность городской среды;
- разделить транспортные и пешеходные маршруты;
- создать комфортную и безопасную зоны пересадки пассажиров;
- сократить временные затраты при пересадке на различные виды транспорта;
- разгрузить железнодорожные станции и вокзалы;
- обеспечить доступность маломобильных категорий граждан.

Наиболее динамично процесс создания ТПК в РФ наблюдается в Московской агломерации, так согласно открытым данным Правительства Москвы в настоящее время реализуется порядка 96 транспортно-пересадочных узлов (ТПУ) [2].

ТПУ выполняет несколько функций:

- транспортно-пересадочную;
- экономическую;
- досугово-развлекательную.

Во всем мире строительная отрасль относится к наиболее потенциально опасным отраслям экономики.

В технологических процессах создания ТПК участвуют более 70 наименований профессий.

Строительная отрасль характеризуется специфичным перечнем опасных и вредных производственных факторов (ОВПФ), профессиональных рисков, особым характером и спецификой строительных работ, которые часто выполняются на открытом воздухе в сложных природно-климатических условиях, на территории действующих предприятий или в стесненных условиях плотной городской застройки, с использованием большого количества подрядных организаций. Значительная часть этих работ выполняется на высоте с применением различных средств механизации.

Важнейшим на сегодня превентивным механизмом обеспечения безопасности работников является оценка, учет, управление и минимизация профессиональных рисков.

В настоящее время согласно ст. 209 ТК РФ [3] профессиональный риск (ПР) – вероятность причинения вреда здоровью в результате воздействия ОВПФ при исполнении работником своих трудовых обязанностей с учетом возможной тяжести повреждения здоровья, а порядок оценки уровня ПР устанавливается федеральным органом исполнительной власти. В данном случае этим органом является Министерство труда и социальной защиты РФ.

В действующем на сегодня «Типовом положении

о системе управления охраной труда» (в частности п.37) [4] говорится, что методы оценки уровня ПР определяются работодателем с учетом характера своей деятельности и сложности выполняемых операций, кроме того допускается использование различных методов оценки для разных процессов и операций, а в ст. 209 ТК РФ [3], указано, что управление ПР – комплекс взаимосвязанных мероприятий и процедур, являющихся элементами системы управления охраной труда (СУОТ) и включающих в себя меры по выявлению, оценке и снижению/недопущению уровней ПР, мониторингу и пересмотру.

В приказе Роструда № 77 «Об утверждении Методических рекомендаций по проверке создания и обеспечения функционирования системы управления охраной труда» [5] говорится о том, что управление ПР относится к базовым процедурам, то есть чтобы сохранить жизнь и здоровье работников, работодателю необходимо выявить ПР, выполнить их оценку и внедрить процедуры по их управлению.

Однако, в настоящее время существует правовая коллизия по оценке ПР, а соответственно и достоверности полученных результатов, так как базовой (единой, эталонной, универсальной и тп) методики или методологии по числовой оценке просто нет, кроме того при проверках работодателей Государственной инспекцией труда изучается функционирование СУОТ и оценка ПР, а активно внедряемые последние годы нормативно-методические документы по охране труда содержат требования о необходимости работодателем оценивать ПР.

В «Типовом положении о системе управления охраной труда» (п.33) содержатся рекомендации по порядку оценки ПР, включающие в себя три наиболее главные процедуры [4]:

- выявление опасностей;
- оценку уровней ПР;
- снижение уровней ПР.

Возможные подходы по управлению ПР рассмотрены в работах [6-8].

Целью настоящего исследования явилось изучение фактических условий труда, выявление специфичных ОВПФ работников, участвующих в создании ТПК, создание методического подхода, по количественной оценке, профессиональных рисков в условиях изменений санитарного и трудового законодательства.

Методология. С целью создания количественной методики оценки уровня ПР рабочих строительных профессий был выбран интегральный подход, сочетающий в себе профессиональный риск возникновения несчастных случаев (РВНС) – таблица 1 и риск возникновения профессиональных заболеваний (РВПЗ) – таблица 2, разработаны индикаторы оценки и математический аппарат.

Использование выбранной стратегии можно объяснить широкой номенклатурой ОВПФ, комплексностью и сочетанностью их воздействия на рассматриваемую группу персонала.

Таблица 1 – Источники и индикаторы РВНС работников при создании ТПК

Источники риска	Фактические условия труда, источники опасности и риска						
	Безопасные УТнс1	Допустимые УТнс2	Вредные 1 степени УТнс3.1	Вредные 2 степени УТнс3.2	Вредные 3 степени УТнс3.3	Вредные 4 степени УТнс3.4	Травмо опасные УТнс4
1. Безопасность и подготовленность рабочего места к выполнению трудовых операций							
1.1 Использование профессионального отбора	Тестирование		Субъективно			Не проводилось	
1.2 Медицинские противопоказания к выполнению работы [9,10]	Отсутствуют		В пределах нормы	Периодичность медицинских осмотров нарушена		Выявлены профессиональные патологии	
1.3 Обучение безопасным нормам и способам труда [8-10]	Проведено в полном объеме		Проводилось не в достаточной мере				Не проводилась
1.4 Нарушение действующих норм безопасности труда [11-16]	Отсутствуют		Мелкие, иногда	серьезные, периодически	Систематические грубые		Постоянные грубые
1.5 Использование СИЗ и КИЗ на рабочем месте	Нет необходимости использования	Используются технически исправные	Используются технически не исправные		Не используются		Не используются в экстремальных условиях
2. Применяемый инструмент и технологическое оборудование							
2.1 Расположение рабочего места	Требования эргономики и безопасности соблюдены		Требования планировки соблюдены не в полном объеме		Требования планировки грубо нарушены		Принципы эргономики не учитываются, требования планировки не соблюдены
2.2 Техническое состояние инструмента	Идеальное	Допустимое	Не значительный износ	Значительный износ	Критический износ	Предельный износ, работа крайне опасна	
Проведение технического освидетельствования	Систематически и в полном объеме		В установленные сроки, с незначительными нарушениями	В установленные сроки, со значительными нарушениями	Нарушение контрольных сроков	Нарушение контрольных сроков и программы испытаний	Постоянные грубые нарушения сроков и программы испытаний
2.4 Наличие зон повышенной опасности [14-15]	отсутствуют	Находятся в установленных пределах	Отсутствие знаков опасности	Частичное отсутствие знаков опасности	Отсутствие ограждений	Отсутствие блокировки и предохранителей	Отсутствие ограждений, блокировки и предохранителей
2.5 Электрооборудование [15]	Отсутствие воздействия	Выполнено в безопасном исполнении	Отсутствие знаков опасности	Отсутствие заземления	Отсутствие знаков опасности и заземления	Повреждение изоляции	Пожароопасное состояние
3. Характер выполняемых работ							
3.1 Работа на высоте [15]	Отсутствует	Все нормы и правила безопасности выполняются	Работа на высоте до 1,8 м	Работа на высоте свыше 1,8 м	Работа на высоте свыше 5 м	Работа на высоте свыше 5 м и высокой скорости ветра	Аварийно-восстановительные работы
Персональная ответственность за безопасную работу сотрудников	Неопасную	Без повышенной опасности	Повышенной опасности 1 работника	Повышенной опасности бригады	Особо опасную 1 работника	Особо опасную бригады	При чрезвычайных ситуациях
3.3 Вероятность риска получения механической травмы	Отсутствует	Незначительная	Низкая	Средняя	Значительная	Высокая	Особо высокая
3.4 Соблюдение норм экологической безопасности	Выполняются		Нарушаются иногда	Нарушаются систематически		Регулярные грубые нарушения	Аварийно- восстановительные работы
3.5 Пожарная опасность объекта [16]	Категория Д		Категория Г	Категории В1-В4	Категория Б	Категория А	Пожаротушение

Таблица 2 – Источники и индикаторы РВПЗ работников при создании ТПК

Источники риска	Фактические условия труда, источники опасности и риска						
	Безопасные УТпз1	Допустимые УТпз2	Вредные 1 степени УТпз3.1	Вредные 2 степени УТпз3.2	Вредные 3 степени УТпз3.3	Вредные 4 степени УТпз3.4	Травмоопасные УТпз4
1. Гигиенические условия труда							
1.1 Категория работ III, температура воздуха [17-21]	а) перепад не более 3 °С; б) перепад не более 6 °С.		Для холодного периода: - 13,0 - 15,9 0С; - 18,1 - 21,0 0С. Для теплого периода: 15,0 - 17,9 0С; 20,1 - 26,0 0С				Значения ниже/ выше
1.2 Уровень шума, дБ [17-21]	≤ 80	>80-85	>85-95		>95-105		>105-115
1.3 Работа в условиях вибрационной нагрузки, дБ [14-21]	≤ 126	>126-129	>129-132		>132-135		>135-138
Ф.4 Ингаляционная химическая нагрузка, ПДК, раз [17-21]	≤ ПДК макс	> 1,0 - 3,0	> 3,0 - 10,0		> 10,0 - 15,0	> 15,0 - 20,0	> 20,0
1.5 АПФД, ПДК раз [17-21, 25]	≤ ПДК ≤ КПН 1год		> 1,0 - 2,0	> 2,0 - 4,0	> 4,0 - 10,0	> 10	-
2. Напряженность труда							
2.1 Режим труда и отдыха	Свободный график работы		1-2х сменная работа (без ночных смен)	1-2х сменная работа (с ночными сменами)	Нерегулярный график с дневными вызовами на работу	Нерегулярный график с ночными вызовами на работу	Непрерывная многосуточная работа
2.2 Плотность сигналов, ед. [17-21, 26]	до 75	76 - 175	176 - 300	более 300	-	-	-
2.3 Число производственных объектов одновременного наблюдения, ед. [17-21, 26]	до 5	6 - 10	11 - 25	более 25	-	-	-
2.4 Число элементов (приемов), ед. [17-21, 26]	более 10	9 - 6	5 - 3	менее 3	-	-	-
2.5 Монотонность производственной обстановки час. [17-21, 26]	менее 75	76 - 80	81 - 90	более 90	-	-	-
3. Тяжесть труда							
3.1 Физическая динамическая нагрузка [17-21, 27]	до 2 500	до 5 000	до 7 000	более 7 000	-	-	-
3.2 Подъем и перемещение тяжести [17-21, 27]	до 15	до 30	до 35	более 35	-	-	-
3.3 Количество стереотипных движений [17-21, 27]	до 20 000	до 40 000	до 60 000	более 60 000	-	-	-
3.4 Наклоны корпуса тела работника [17-21, 27]	до 50	51 - 100	101 - 300	свыше 300	-	-	-
3.5 Перемещения в пространстве, [17-21, 27]	до 4	до 8	до 12	более 12	-	-	-

Результаты. Анализ актуальных нормативно-методических документов по охране и безопасности труда, технологических карт, документации на сырье и материалы, а также результатов СОУТ позволил выявить три основные группы источников РВНС работников при создании ТПК:

1. Безопасность и подготовленность рабочего места к выполнению трудовых операций.

2. Применяемый инструмент и технологическое оборудование.

3. Характер выполняемых работ.

Для каждой из трех групп были разработаны критерии оценки – индикаторы, позволяющие оценить класс (подкласс) условий труда на конкретно взятом рабочем месте согласно ФЗ-426 [17].

Аналогичная процедура была проведена и для выявления источников и разработки индикаторов РВПЗ работников при создании ТПК.

Источниками информации явились:

1. Гигиенические условия труда.
2. Напряженность труда.
3. Тяжесть труда.

Детальное изучение технологических карт, документации на сырье и материалы, а также результатов отчетов о проведении СОУТ на рабочих местах строительного персонала ТПК позволили оценить нижние и верхние пределы РВНС и РВПЗ:

$$R_{ПР} = R_{РВНС} + R_{РВПЗ} \quad (1)$$

где, $R_{РВНС}$ – риск возникновения несчастных случаев, % / год;

$R_{РВПЗ}$ – риск возникновения профессиональных заболеваний, %/ год.

Профессиональный риск возникновения несчастного случая, предлагается определять по эмпирической зависимости:

$$R_{РВНС} = K_{НС} \cdot \sqrt{\frac{(\sum_{j=1}^m U_{Тнс} - \Phi_{НС}) \cdot (U_{Тмакс} - 1)}{C}} \cdot П_{НС} \quad (2)$$

где, $K_{НС}$ – поправочный коэффициент, принимается равный 10,0;

$\sum_{j=1}^m U_{Тнс}$ – суммарный уровень безопасности, соответствует количеству индикаторов опасности и соотносится с классами условия труда (1-4 классы), принимается $\sum U_{Т мин} = 15$; $\sum U_{Т макс} = 82$ минимальное и максимальное количество соответственно;

$\Phi_{НС}$ – число факторов риска возникновения и развития несчастного случая на производстве, принимается равным 15 для каждой из трех групп (безопасность и подготовленность рабочего места к выполнению трудовых операций; применяемый инструмент и технологическое оборудование, характер выполняемых работ) – табл. 1);

$УТ_{МАКС}$ – категория условий опасности работников, 1-7 (класс 1, класс 2, подклассы 3.1-3.4; класс 4), категорирование приведено согласно 426-ФЗ [14];

C – продолжительность работы в данной профессии, в соответствии 350-ФЗ [28], принимаем 45 лет;

$П_{НС}$ – расчетный период риска страхования от возникновения несчастного случая на производстве, принимается 1 год.

$R_{РВНС}$ в % составил для условий труда:

- класс 1 $\approx 0,0-0,0$;
- класс 2 – 0,57-1,35;
- класс 3.1 – 8,20 - 19,10;
- класс 3.2 – 10,0 - 23,40;
- класс 3.3 – 11,5 - 27,00;
- класс 3.4 – 12,9 - 30,20;
- класс 4 – 14,10 - 33,06.

Профессиональный риск возникновения профессионального заболевания, предлагается определять по эмпирической зависимости:

$$R_{РВПЗ} = K_{ПЗ} \cdot \sqrt{\frac{(\sum_{j=1}^m УТ_{ПЗ} - \Phi_{ПЗ}) \cdot (УТ_{МАКС} - 1)}{C}} \cdot П_{ПЗ} \quad (3)$$

где, $K_{ПЗ}$ – поправочный коэффициент, принимается равный 10,0;

$\sum_{j=1}^m УТ_{ПЗ}$ – суммарный уровень безвредности, соответствует количеству индикаторов вредности и соотносится с классами условия труда (1-4 классы), принимается $\sum УТ_{МИН} = 15$; $\sum УТ_{МАКС} = 66$ минимальное и максимальное количество соответственно;

$\Phi_{ПЗ}$ – число факторов риска возникновения и развития профессионального заболевания работника на производстве, принимается равным 15 для каждой из трех групп (гигиенические условия труда, напряженность труда, тяжесть труда) – согласно таблицы 2;

$УТ_{МАКС}$ – категория условий опасности работников, 1-7 (класс 1, класс 2, подклассы 3.1-3.4; класс 4), согласно 426-ФЗ [17];

C – продолжительность работы в данной профессии, в соответствии 350-ФЗ [28], принимаем 45 лет;

$П_{ПЗ}$ – расчетный период срока страхования работника от риска возникновения профессионального заболевания, принимается 1 год.

$R_{РВПЗ}$ в % составил для условий труда:

- класс 1 $\approx 0,0-0,0$;
- класс 2 – 0,57-1,21;
- класс 3.1 – 8,20 - 17,10;
- класс 3.2 – 10,0 - 21,00;
- класс 3.3 – 11,5 - 24,20;
- класс 3.4 – 12,9 - 27,10;
- класс 4 – 14,10 - 29,70.

Интегральная оценка $R_{ПР}$ для работников, участвующих в строительстве ТПК приведена на рисунке 1.

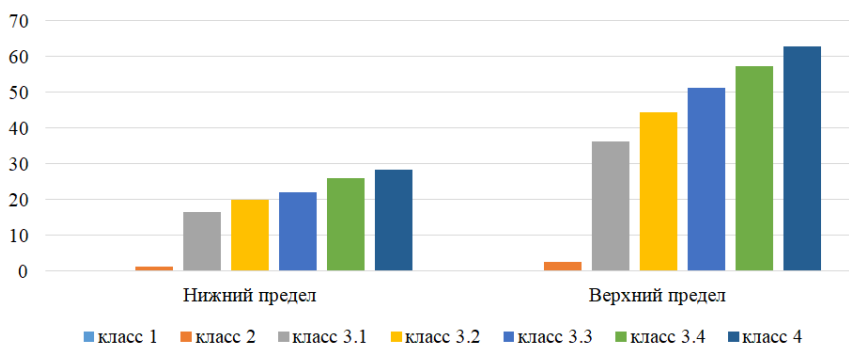


Рисунок 1 – Распределение интегрального показателя уровня профессионального риска, работников занятых в строительстве ТПК

Обсуждение. В отличие от существующих аналогов по оценке ПР, используемый подход, предполагает оценку и учет двух важнейших направлений в управлении и охраной труда: предупреждение несчастных случаев – оцениваемые параметры: безопасность и подготовленность рабочего места к выполнению трудовых операций, применяемый инструмент и технологическое оборудование, характер выполняемых работ и предупреждение возникновения профессиональных заболеваний, по показателям: гигиенические условия труда, напряженность и тяжесть труда. Это позволяет в дальнейшем адаптировать методику для различных видов промышленности и специфических условий труда отдельных категорий работников.

Выводы. 1. Разработанный интегральный подход сочетает в себе риск возникновения несчастных случаев и риск возникновения профессиональных заболеваний, что позволяет дать количественную оценку уровней ПР персонала, в зависимости от фактических условий труда на рабочих местах.

2. Интегральный показатель уровня профессионального риска строительного персонала на ТПК составил, %:

- для оптимальных условий труда: $\approx 0,0-0,0$;
- для допустимых условий труда: 1,14-2,56;
- для вредных первой степени: 16,40-36,20;
- для вредных второй степени: 20,00-44,40;
- для вредных третьей степени: 22,00-51,20;
- для вредных четвертой степени: 25,80-57,36;

– для опасных условий труда: 28,20-62,76.

3. Представленные для количественной оценки индикаторы, позволяют оценить класс (подкласс) условий труда для широкого спектра строительных профессий, участвующих в создании ТПК.

4. Используемый принцип «модульности» индикаторов позволяет оперативно реагировать на введение в действие / изменение актуальности государственных нормативных требований охраны труда.

5. Разработанный подход в полной мере вписывается в изменившиеся требования трудового законодательства, по обязательной оценке, работодателем функционирования СУОТ и ПР на предприятии.

6. Результаты интегральной оценки ПР могут быть использованы при разработке политики организации в области СУОТ, создании и разработки программы производственного контроля условий труда, перераспределения финансирования отдельных видов расходов по охране и безопасности труда.

7. Достоверный и своевременный механизм оценки и учета ПР является важным элементом снижения уровня производственных травм и профессиональных заболеваний строительного персонала.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Распоряжение ОАО «РЖД» от 22.09.2016 N 1945р «Об утверждении Единых требований к формированию транспортно-пересадочных узлов и транспортно-пересадочных комплексов на сети железных дорог ОАО «РЖД».
2. Официальный сайт Мэра Москвы. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа <https://www.mos.ru/>.
3. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 25.02.2022) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.03.2022).
4. Приказ Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 19 августа 2016 г. № 438н «Об утверждении типового положения о системе управления охраной труда».
5. Приказ Роструда от 21.03.2019 N 77 «Об утверждении Методических рекомендаций по проверке создания и обеспечения функционирования системы управления охраной труда».
6. Донцов С.А. Оценка и внедрение культуры безопасности нулевого травматизма на машиностроительных предприятиях / Донцов С.А., Дроздова Л.Ф. // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2019. – № 1 (73). – С. 14-20.
7. Dontsov S. Strategy for the management of safety and health personnel / Dontsov S.A., Drozdova L.F., Ivahnjuk G.K. // Безопасность жизнедеятельности. – 2019. – № 3 (219). – С. 3-9.
8. Dontsov S. Environmental and floristic analysis of undesired plants on the railway formation canvas / S.A. Dontsov and L.F. Drozdova 2021 IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. 1151 012023 IOP Publishing doi:10.1088/1757-899X/1151/1/012023
9. Приказ Минздрава России от 28.01.2021 N 29н (ред. от 01.02.2022) «Об утверждении Порядка проведения обязательных предварительных и периодических медицинских осмотров работников, предусмотренных частью четвертой статьи 213 Трудового кодекса Российской Федерации, перечня медицинских противопоказаний к осуществлению работ с вредными и (или) опасными производственными факторами, а также работам, при выполнении которых проводятся обязательные предварительные и периодические медицинские осмотры» (Зарегистрировано в Минюсте России 29.01.2021 N 62277).
10. Приказ Минтруда России N 988н, Минздрава России N 1420н от 31.12.2020 «Об утверждении перечня вредных и (или) опасных производственных факторов и работ, при выполнении которых проводятся обязательные

предварительные медицинские осмотры при поступлении на работу и периодические медицинские осмотры» (Зарегистрировано в Минюсте России 29.01.2021 N 62278).

11. ГОСТ 12.0.004-2015 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Организация обучения безопасности труда. Общие положения (вместе с Программами обучения безопасности труда). Введен в действие приказом Росстандарта от 09.06.2016 №600-ст.

12. ГОСТ 12.0.230-2007 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Системы управления охраной труда. Общие требования (с Изменением N 1).

13. ГОСТ 12.0.230.1-2015 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Системы управления охраной труда. Руководство по применению ГОСТ 12.0.230-2007.

14. Приказ Минтруда России от 15.12.2020 N 903н «Об утверждении Правил по охране труда при эксплуатации электроустановок» (Зарегистрировано в Минюсте России 30.12.2020 N 61957).

15. Приказ Минтруда России от 16.11.2020 N 782н «Об утверждении Правил по охране труда при работе на высоте» (Зарегистрировано в Минюсте России 15.12.2020 N 61477).

16. Федеральный закон от 21.12.1994 N 69-ФЗ (ред. от 11.06.2021) «О пожарной безопасности» (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.01.2022).

17. Федеральный закон «О специальной оценке условий труда» от 28.12.2013 N 426-ФЗ (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.01.2021).

18. Приказ Роструда от 02.06.2014 N 199 «Об утверждении рекомендаций по организации и проведению проверок соблюдения требований Федерального закона от 28 декабря 2013 г. N 426-ФЗ «О специальной оценке условий труда» организациями, уполномоченными на проведение специальной оценки условий труда».

19. Приказ Минтруда России от 24.01.2014 N 33н (ред. от 27.04.2020) «Об утверждении Методики проведения специальной оценки условий труда, Классификатора вредных и (или) опасных производственных факторов, формы отчета о проведении специальной оценки условий труда и инструкции по ее заполнению» (Зарегистрировано в Минюсте России 21.03.2014 N 31689).

20. МР 2.2.0244-21. 2.2. Гигиена труда. «Методические рекомендации по обеспечению санитарно-эпидемиологических требований к условиям труда. Методические рекомендации» (утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 17.05.2021) (вместе с «Рекомендациями к условиям труда в зависимости от вида деятельности и особенностей технологических процессов»).

21. СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания».

22. Эквивалентный уровень звука. Методика измерений эквивалентного уровня звука (параметров шума) для целей специальной оценки условий труда (МИ Ш.ИНТ-02.01-2018).

23. Виброускорение. Методика измерений виброускорения (параметров общей вибрации) для целей специальной оценки условий труда (МИ ОВ.ИНТ-05.01-2018).

24. Виброускорение. Методика измерений виброускорения (параметров локальной вибрации) для целей специальной оценки условий труда (МИ ЛВ.ИНТ-06.01-2018).

25. Пыль. Методика измерений массовой концентрации пыли в воздухе рабочей зоны гравиметрическим методом для целей специальной оценки условий труда (МИ АПФД-18.01-2018).

26. Методика измерений параметров напряженности трудового процесса для целей специальной оценки условий труда (МИ НТП.ИНТ-17.01-2018).

27. Методика измерений параметров тяжести трудового процесса для целей специальной оценки условий труда (МИ ТТП.ИНТ-16.01-2018).

28. Федеральный закон «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации по вопросам назначения и выплаты пенсий» от 03.10.2018 N 350-ФЗ

Статья поступила в редакцию 04.04.2022

Статья принята к публикации 20.06.2022

УДК 614.841

DOI: 10.46548/21vek-2022-1158-0019

ОБ ОПЫТЕ ОРГАНИЗАЦИИ ТЕСТИРОВАНИЯ НА ПЛАТФОРМЕ MOODLE ПО ТРЕБОВАНИЯМ ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ В ХИМИЧЕСКОЙ ЛАБОРАТОРИИ

©Автор 2022

SPIN: 15626835

AuthorID: 855747

ORCID: 0000-0001-7499-2821

Scopus ID: 57209220221

МАНАЕВА Алина Рамзиевна, кандидат технических наук, доцент кафедры химии и материаловедения
Академия гражданской защиты МЧС России

(141435, Россия, Московская область, г. о. Химки, мкр. Новогорск, e-mail: chem88@yandex.ru)

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы, связанные с применением тестирования в электронной образовательной среде *LMS Moodle* для объективного определения уровня знаний. Приводится анализ статистики результатов тестирования по оценке знания требований техники безопасности в химической лаборатории. Использование тестирования в рамках системы *Moodle* позволяет успешно проводить массовую проверку знаний в процессе изучения правил охраны труда. Результаты проведенных исследований с использованием тестирования на платформе *CDO Moodle* свидетельствуют о том, что осуществлять контроль за освоением знаний более целесообразно с использованием программ с автоматическим сохранением данных, что позволяет отслеживать динамику процесса обучения и в дальнейшем применять сведения при промежуточной аттестации в форме экзамена или зачета с оценкой. Проведение оценки знания требований техники безопасности на электронном образовательном портале позволяет сохранять результаты тестирования, осуществлять допуск к проведению работ в химической лаборатории по результатам тестирования. Результаты тестирования по оценке знания требований техники безопасности в химической лаборатории группы по направлению подготовки 23.03.03 – Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов показывают средний результат 71,43% (прошли тестирование 20 обучающихся), по направлению подготовки 25.03.03 – Аэронавигация показывают средний результат 73% (прошли тестирование 25 обучающихся).

Ключевые слова: тестирование, *Moodle*, анализ тестовых заданий, химическая безопасность, дистанционное обучение, высшее образование, безопасность, охрана труда, инструктажи, техносферная безопасность.

ON THE EXPERIENCE OF ORGANIZING SAFETY TESTING ON THE MOODLE PLATFORM IN A CHEMICAL LABORATORY

©The Author 2022

MANAEVA Alina Ramzilevna, ph.d (technical sc.), teacher chemistry and materials science
Civil Defence Academy EMERCOM of Russia

(141435, Russia, Moscow region, Khimki, MD. Novogorsk, e-mail: chem88@yandex.ru)

Abstract. The article discusses issues related to the use of testing in the electronic educational environment of LMS Moodle for the objective determination of the level of knowledge. The analysis of the statistics of the test results on the assessment of knowledge of safety requirements in a chemical laboratory is given. The use of testing within the framework of the Moodle system allows you to successfully conduct a mass knowledge check in the process of studying labor protection rules. The results of the conducted research using testing on the CDO Moodle platform indicate that it is more expedient to monitor the development of knowledge using programs with automatic data storage, which allows you to track the dynamics of the learning process and further apply the information during intermediate certification in the form of an exam or a test with an assessment. Conducting an assessment of knowledge of safety requirements on an electronic educational portal allows you to save the test results, to carry out admission to work in a chemical laboratory based on the test results. The results of testing to assess the knowledge of safety requirements in the chemical laboratory of the group in the direction of training 23.03.03 – Operation of transport and technological machines and complexes show an average result of 71.43% (20 students were tested), in the direction of training 25.03.03 – Air Navigation show an average result of 73% (25 students were tested).

Keywords: testing, Moodle, analysis of test tasks, chemical safety, distance learning, higher education, safety, labor protection, briefings, technosphere safety.

Для цитирования: Манаева А.Р. Об опыте организации тестирования на платформе Moodle по требованиям техники безопасности в химической лаборатории / А.Р. Манаева // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2022. – Т. 11. – № 2(58). – С. 109-112. – DOI: 10.46548/21vek-2022-1158-0019.

Введение. Проанализировав причины возникновения несчастных случаев, нами было получено, что для снижения уровня травматизма нужно обеспечить современную систему обучения безопасным приемам

работы, ввиду того, что человеческий фактор является причиной возникновения до 80% техногенных чрезвычайных ситуаций. Применение информационных технологий становится обязательной составляющей в современном высшем профессиональном образовании. Особую актуальность информационные технологии приобрели в последнее время при реализации образовательных программ высшего профессионального образования в смешанной форме (в сочетании с традиционными формами и методами обучения). Современный мир развивается изо дня в день и движется к тому, чтобы стать миром цифровых услуг. В настоящее время в условиях развития электронной информационно-образовательной среды (ЭИОС) в организацию учебного процесса активно внедряются различные электронные платформы [2]. Они дают огромный набор потенциальных возможностей, которые обеспечивают различные компоненты учебного процесса для дисциплин технического профиля [3]. Наиболее признанной информационной платформой из некоммерческих систем является *LMS Moodle* [4, 5]. Использование электронной системы *Moodle* позволяет организовать продуктивный и качественный учебный процесс [6].

Наличие ЭИОС в учебном заведении выступает важнейшим требованием федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования по всем направлениям подготовки к условиям реализации вузами образовательных программ. Необходимо использовать в современном образовательном процессе возможности ЭИОС для профессиональной подготовки будущих специалистов сферы обеспечения безопасности [7].

В работе [8] показано, что эффективность обучения и мотивация обучающихся повышаются при применении в традиционном обучении элементов современных информационных технологий в дистанционном режиме. При этом наблюдается увеличение знаниевых показателей и мотивов в части освоения профессиональных компетенций [9].

При использовании ЭИОС, тесты – самый доступный и в то же время эффективный инструмент контроля усвоения пройденного материала. Тестовый контроль является перспективным методом контроля, такая форма контроля мотивирует студентов к обучению [10,11]. Электронная образовательная среда *Moodle* – платформа, которая позволяет преподавателю самостоятельно создавать тесты различного уров-

ня сложности и которая не требует владения специальными навыками [12]. Компьютерное тестирование в *Moodle* обеспечивается средствами элементов «Тест» и «Лекция» [13,14].

Таким образом, **цель** исследования: определение целесообразности применения виртуальной обучающей среды *Moodle* при оценке знания безопасных приемов работы в химической лаборатории.

Задачи:

1. Создать тестовую базу для оценивания знания техники безопасности в виртуальной обучающей среде *Moodle*.

2. Провести статистический анализ результатов выполнения тестов, определить средний балл выполнения тестирования.

3. Определить систему корректирующих мероприятий в случае низкого среднего балла результатов тестирования.

Методология. Тестирование является инструментом проверки знаний, который отличается от контрольной работы мгновенной обратной реакцией, меньшей трудоёмкостью, как следствие, способен затронуть большее количество вопросов, а также более широким охватом пройденных тем и разделов. Применение современных информационных технологий помогает существенно облегчить и ускорить организацию системного контроля уровня знаний обучающихся [15]. Гипотезой исследования выступает то, что оценка знания безопасных методов работы в химической лаборатории на платформе *CDO Moodle* с различными видами тестов способствует активизации познавательной деятельности и проявлению интереса к изучаемой дисциплине [16].

В качестве целевой аудитории для оценки уровня знания требований техники безопасности выбраны студенты технического вуза. На электронном образовательном портале Академии была проведена оценка знания требований безопасности в химической лаборатории среди студентов специальностей 23.03.03 – Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов и 25.03.03 – Аэронавигация.

На рисунках 1-2 представлены примеры прохождения тестирования и оценка результатов тестирования на электронном образовательном портале.

На рисунке 2 представлено отображение максимальных баллов всех испытуемых в виде гистограммы, согласно стандартизированному отображению результатов тестирования *LMS Moodle*.

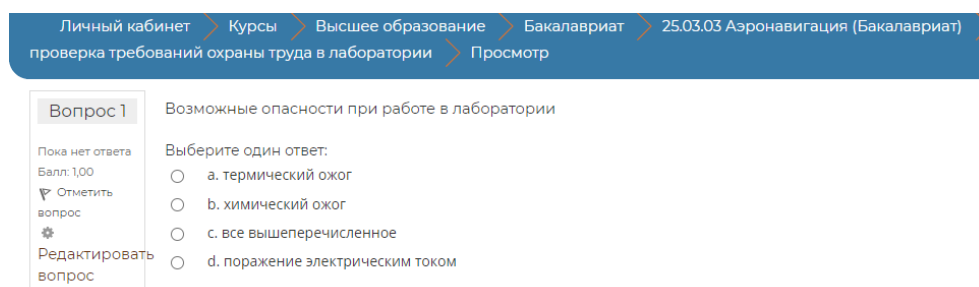


Рисунок 1 – Пример прохождения тестирования на электронном образовательном портале

График количества студентов, получивших оценки в диапазонах.

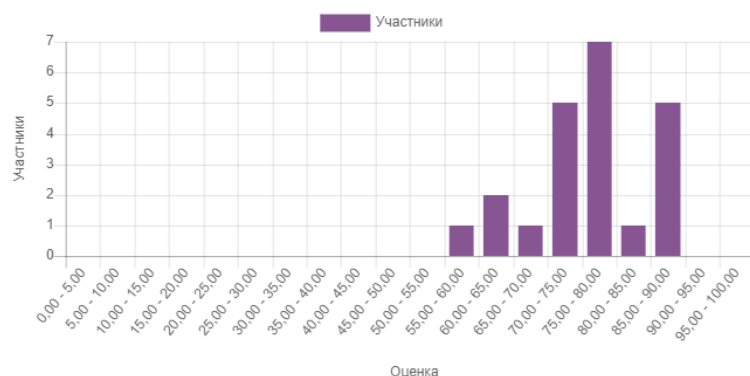


Рисунок 2 – Пример оценки результата тестирования на электронном образовательном портале

Результаты. Результаты тестирования по оценке знания требований охраны труда в химической лаборатории группы по направлению подготовки 23.03.03 – Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов показывают средний результат 71,43% (прошли тестирование 20 обучающихся). Результаты тестирования по оценке знаний требований техники безопасности в химической лаборатории группы по направлению подготовки 25.03.03 – Аэронавигация показывают средний результат 73% (прошли тестирование 25 обучающихся).

Результаты тестирования свидетельствуют об общем удовлетворительном знании правил техники безопасности при организации физико-химических экспериментов, однако, это также свидетельствует о необходимости совершенствования проведения инструктажа по охране труда. Использование тестирования в системе Moodle позволит проводить проверку знания требований техники безопасности в кратчайшие сроки с фиксированием результата. Тестирование является объективным методом промежуточного контроля знаний учащихся, который возможно применять также на этапах рубежного контроля и промежуточной аттестации в качестве вида оценочного средства. Инструментарий статистической обработки результатов тестирования на базе СДО Moodle помогает анализировать не только результаты, но и построение вопросов, их дифференцирующую способность [17].

Обсуждение. Статистический анализ применения электронных образовательных ресурсов в образовательном процессе показывает положительную динамику на основе интерпретации уровня полученного среднего оценочного балла [18].

Это позволит обеспечить у обучающихся формирование понятия «культура безопасности», что должно привести к снижению уровня производственного травматизма [19] в дальнейшей трудовой деятельности. Формирование подобных знаний, умений и навыков в период обучения будет способствовать выпуску специалиста с необходимым набором профессиональных компетенций [20]. С помощью системы Moodle также возможно создание версий тестов в печатной

форме с возможностью их электронного редактирования и сохранением результата контроля для дальнейшей работы и корректировки действий [21, 22].

В условиях дистанционного обучения у обучающихся и преподавателей больше времени для работы с информационными и мультимедийными технологиями [23]. В дальнейшем перспектива исследования заключается в том, что возможно создание специализированного курса в дистанционном формате для изучения безопасных методов работы в целом в физико-химических лабораториях [24]. Результаты проведенных исследований, с использованием тестирования на платформе CDO Moodle свидетельствуют о том, что осуществлять контроль над освоением знаний более целесообразно с использованием программ с автоматическим сохранением данных.

Проведение оценки знания требований техники безопасности на электронном образовательном портале позволяет сохранять результаты тестирования. Допуск к работам осуществляется при минимальном количестве набранных баллов от 70%. При недостаточном количестве набранных баллов возможно повторное изучение требований техники безопасности и прохождение тестирования. Это позволяет достичь практически 100% знания требований охраны труда при выполнении лабораторного практикума по физико-химическим дисциплинам.

Выводы:

1. Созданная база для оценивания знания охраны труда на дистанционном образовательном портале позволит их закрепить и в дальнейшем использовать данную базу при проведении инструктажей. Благодаря этому повысится эффективность обучения, станет возможным проведение оценки уровня знаний в режиме тестирования с применением вопросов разных типов.

2. Проведенная оценка знания безопасных методов работы в химической лаборатории на платформе CDO Moodle на электронном образовательном портале Академии свидетельствует об общем удовлетворительном знании правил техники безопасности при организации физико-химических экспериментов (свыше 70%

верных ответов), однако, это также свидетельствует о необходимости совершенствования проведения инструктажа по охране труда.

3. Представлены выводы о возможности оптимизации и интенсификации процесса обучения при организации тестирования на платформе Moodle по требованиям техники безопасности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Maulenkulova M.Zh. Prospects of using educational platform Moodle in teaching foreign languages / M.Zh. Maulenkulova, Zh.Zh. Nurzhanova // Актуальные научные исследования в современном мире. – 2020. – № 11-2(67). – P. 13-18.
2. Дроздова И.Л. Организация самостоятельной работы по ботанике с применением LMS Moodle / И.Л. Дроздова // Балтийский гуманитарный журнал. – 2021. – Т. 10. – № 2(35). – С. 99-102. – DOI 10.26140/bgjz-2021-1002-0025.
3. Виноградов В.О. Адаптивное тестирование как способ организации компьютерного тестирования по дисциплинам в электронных курсах LMS Moodle / В.О. Виноградов, В.Г. Ефимова // Духовная сфера общества. – 2018. – № 15. – С. 23-32.
4. Krouk, B. EMA-4-Moodle: The European project of studying foreign languages with the help of Moodle / B. Krouk, N. Chupakhina, K. Lomakin // Proceedings - 2010 IEEE Region 8 International Conference on Computational Technologies in Electrical and Electronics Engineering, SIBIRCON-2010 : 2010 IEEE Region 8 International Conference on Computational Technologies in Electrical and Electronics Engineering, SIBIRCON-2010, 11–15 июля 2010 года / sponsors: IEEE Region 8, Russian Foundation for Basic Research. – Irkutsk Listvyanka, 2010. – P. 390-392. – DOI 10.1109/SIBIRCON.2010.5555113.
5. LMS Moodle in organizing assessment and control in teaching foreign language / A. Khusainova, M. Kudravytseva, R. Mardanshina, E. Zhuravleva // 3rd International Multidisciplinary Scientific Conference on Social Sciences and Arts SGEM 2016 : Conference proceedings, Albena, Bulgaria, 24–30 августа 2016 года. – Albena, Bulgaria: Общество с ограниченной ответственностью СТЕФ92 Технолоджи, 2016. – P. 605-610. – DOI 10.5593/SGEMSOCIAL2016/B13/S03.078.
6. Vaganova O.I. Electronic system of management of Moodle training in organization of educational process of students-certificates / O.I. Vaganova, E.A. Aleshugina, A.V. Trutanova // Azimuth of Scientific Research: Pedagogy and Psychology. – 2017. – Vol. 6. – No 2(19). – P. 25-27.
7. Using the electronic information and educational environment of the university in the training of tourism industry workers / Т.Н. Поддубная, Е.Л. Заднепровская, Т.А. Джум, Ф.Р. Хатит // Amazonia Investiga. – 2020. – Vol. 9. – N 28. – P. 249-259. – DOI 10.34069/AI/2020.28.04.28.
8. Царапкина Ю. М. Потенциал использования и перспективы развития дистанционного обучения / Ю.М. Царапкина, А.Г. Миронов, А.М. Кирейчева // Современные исследования социальных проблем (электронный научный журнал). – 2017. – Т. 8. – № 7. – С. 304-318. – DOI 10.12731/2218-7405-2017-7-304-318.
9. Желомко С.А. Возможности системы оценивания результатов обучения в СДО Moodle на примере элемента "тест" / С.А. Желомко // Информатизация образования: теория и практика : сборник материалов международной научно-практической конференции, Омск, 20–21 ноября 2015 года. – Омск: ООО "Полиграфический центр КАН", 2015. – С. 89-91.
10. Ospanova P.A. Building a base for better teaching and learning foreign language / P.A. Ospanova, A.S. Abildayeva, D.A. Altynbekova // International Scientific Review. – 2020. – No 1(42). – P. 40-44.
11. Информационно-коммуникационные технологии в оценке учебных достижений обучающихся / Государственное бюджетное учреждение Республики Марий Эл «Центр информационных технологий и оценки качества образования». – Йошкар-Ола, 2013. – С. 62.
12. Давыдочкина С.В. Разработка тестов по теории вероятностей в электронной образовательной среде Moodle / С.В. Давыдочкина // Вопросы педагогики. – 2020. – № 10-2. – С. 68-71.
13. Потемкина, С. В. Организация дистанционного тестирования в LMS MOODLE / С.В. Потемкина, А.А. Миндрин // Системный анализ в науке и образовании. – 2019. – № 2. – С. 38-44.
14. Давыдочкина С.В. Способы разработки заданий тестов в электронной образовательной среде Moodle, адаптированных к дистанционному обучению / С.В. Давыдочкина // Вопросы педагогики. – 2020. – № 4-2. – С. 113-118.
15. Development of the typical algorithm for the adaptive testing of the level of students' knowledge / S.N. Larin, L.Yu. Lazareva, T.S. Larina [et al.] // Педагогический журнал. – 2019. – Vol. 9. – No 2-1. – P. 340-347.
16. Korolyova L.Yu. The discursive approach to developing tests for ESP assessment in higher educational institutions / L.Yu. Korolyova // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского. – 2017. – No 4(66). – P. 167-172. – DOI 10.17277/voprosy.2017.04.pp.167-172.
17. Зверева М.В. Текущий контроль с применением дистанционного тестирования на базе СДО Moodle / М.В. Зверева, Г.С. Бобков // Проблемы современного педагогического образования. – 2020. – № 68-2. – С. 108-111.
18. Сахаева С.И. Особенности формирования профессиональных компетенций в рамках электронно-образовательной среды для профиля "менеджмент библиотечно-информационной деятельности" / С.И. Сахаева // Ученые записки ИСГЗ. – 2018. – Т. 16. – № 1. – С. 432-437.
19. Sattarova G. Analyzing and Developing Measures to Reduce Industrial Injuries in the Abayskaya Mine / G. Sattarova, L. Balabas, A. Ostanin // Труды университета. – 2021. – No 3(84). – P. 119-123. – DOI 10.52209/1609-1825_2021_3_119.
20. Shukshina T.I. Formation of competences of postgraduates as part of the implementation of the practice to obtain professional skills and experience of professional activity / T.I. Shukshina, S N. Gorshenina, P.V. Zamkin // Научно-методическое обеспечение практико-ориентированной подготовки педагога в условиях инновационной образовательной среды вуза: монография. – Саранск: Мордовский государственный педагогический институт имени М.Е. Евсевьева, 2019. – P. 144-156.
21. Borovkova M.V. Computer-aided testing in modern electronic educational systems as a means of improving the quality of teaching foreign languages in law school / M.V. Borovkova, N.V. Yalaeva, N.V. Sadykova // Modern Pedagogical Education. – 2020. – No 3. – P. 60-63.
22. Скачок С.В., Скачок В.Е., Петровская Л.Ю., Калугина О.Н. К вопросу об актуальности роли информационных технологий в процессе обучения дисциплине «Безопасность жизнедеятельности» // Молодой ученый. – 2015. – №6. – С. 112-115.
23. Гордова А.Ф. Применение метода case-study в условиях дистанционного обучения естественнонаучным дисциплинам / А.Ф. Гордова // Технологическое образование: достижения, инновации, перспективы : Материалы XIX Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Тула, 09–10 февраля 2021 года. – Тула: Тульский государственный педагогический университет им. Л.Н. Толстого, 2021. – С. 289-292.
24. Залозная Н.Г. Роль базовых химических знаний при освоении курсов, связанных с безопасностью жизнедеятельности / Н.Г. Залозная, Н.М. Твердынин, Л.Р. Шарифуллина // Технологическое образование: достижения, инновации, перспективы: Материалы XIX Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Тула, 09–10 февраля 2021 года. – Тула: Тульский государственный педагогический университет им. Л.Н. Толстого, 2021. – С. 296-299.

Статья поступила в редакцию 11.03.2022

Статья принята к публикации 20.06.2022

УДК 665.644-027.45

DOI: 10.46548/21vek-2022-1158-0020

**УСОВЕРШЕНСТВОВАННЫЙ МЕТОД ОЦЕНКИ ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ
УСТАНОВКИ КАТАЛИТИЧЕСКОГО КРЕКИНГА**

© Автор(ы) 2022

SPIN: 2075-4704

AuthorID: 217872

ORCID: 0000-0001-7827-7294

БАРАХНИНА Вера Борисовна, кандидат технических наук, доцент*Уфимский государственный нефтяной технический университет**(450064, Россия, Республика Башкортостан, г. Уфа, улица Космонавтов, 1, e-mail: verarosental@rambler.ru)***ШУВАЕВА Валерия Романовна**, магистрант*Уфимский государственный нефтяной технический университет**(450064, Россия, Республика Башкортостан, г. Уфа, улица Космонавтов, 1, e-mail: Shuvaeva-v@mail.ru)*

Аннотация. В данной статье были рассмотрены основные факторы и подфакторы, оказывающие наибольшее влияние на уровень промышленной безопасности установки каталитического крекинга. Методом экспертного опроса, в котором приняли участие 15 специалистов в области нефтепереработки и промышленной безопасности, были определены весовые значения факторов, характеризующие степень влияния того или иного фактора на уровень опасности установок каталитического крекинга. Весовое значение характеризует то, насколько сильно влияет тот или иной фактор на уровень опасности данного производственного объекта. После обработки экспертных оценок был разработан метод оценки уровня безопасности установок каталитического крекинга, учитывающий все нюансы технологического процесса, а именно: физико-химические свойства веществ, обращающихся на установке, технологические параметры процесса, состояние оборудования и применяемый катализатор. Анализ математической обработки результатов экспертного опроса позволяет предложить классификацию опасности установки каталитического крекинга по четырем рангам, которая позволяет количественно оценить степень опасности процесса. Каждый ранг характеризует степень жесткости рабочих условий и состояние оборудования. В дальнейшем на основании данной классификации возможна разработка мероприятий для повышения уровня промышленной безопасности на установках каталитического крекинга.

Ключевые слова: каталитический крекинг, промышленная безопасность, методика оценки уровня опасности, безаварийность, экспертный опрос.

**AN IMPROVED METHOD FOR ASSESSING THE INDUSTRIAL SAFETY OF A CATALYTIC
CRACKING UNIT**

© The Author(s) 2022

BARAKHNINA Vera Borisovna, associate professor**SHUVAEVA Valeriya Romanovna**, master student*Ufa State Petroleum Technological University**450064, Russia, Republic of Bashkortostan, Ufa, Kosmonavtov Street, 1**e-mails: verarosental@rambler.ru, Shuvaeva-v@mail.ru)*

Abstract. In this article, the main factors and sub-factors that have the greatest impact on the level of industrial safety of a catalytic cracking unit were considered. Using the method of an expert survey, in which 15 specialists in the field of oil refining and industrial safety took part, weighted values of factors were determined that characterize the degree of influence of one or another factor on the hazard level of catalytic cracking units. The weight value characterizes how strongly this or that factor influences the level of danger of a given production facility. After processing expert assessments, a method was developed for assessing the safety level of catalytic cracking units, taking into account all the nuances of the technological process, namely: the physical and chemical properties of the substances circulating in the unit, the technological parameters of the process, the state of the equipment and the catalyst used. An analysis of the mathematical processing of the results of an expert survey allows us to propose a classification of the danger of a catalytic cracking unit in four ranks, which allows us to quantify the degree of danger of the process. Each rank characterizes the degree of severity of working conditions and the condition of the equipment. In the future, based on this classification, it is possible to develop measures to improve the level of industrial safety at catalytic cracking units.

Keywords: catalytic cracking, industrial safety, hazard assessment methodology, accident-free, expert survey.

Для цитирования: Баракхнина В.Б. Усовершенствованный метод оценки промышленной безопасности установки каталитического крекинга / В.Б. Баракхнина, В.Р. Шуваева // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2022. – Т. 11. – № 2(58). – С. 113-118. – DOI: 10.46548/21vek-2022-1158-0020.

Введение. На сегодняшний день невозможно представить получение высокооктанового бензина и дизельного топлива без процесса каталитического крекинга. С каждым годом спрос на топливо возрастает, усиливаются требования к его качеству, технологический процесс каталитического крекинга непрерывно развивается и усложняется. Вдобавок, на данном производственном объекте в сырье и продуктах присутствуют опасные и вредные вещества, что позволяет отнести установку каталитического крекинга (УКК) к опасным производственным объектам. В соответствии с этим, для сохранения здоровых условий труда необходимо обеспечение промышленной безопасности при эксплуатации установок каталитического крекинга, так как при пренебрежении правилами безопасности и отклонении от регламентированного режима работы установки на УКК может произойти авария или несчастный случай.

Литературный обзор. В период с 2017 по 2021 г. на УКК произошло 6 аварий (табл. 1) [1].

Таблица 1 – Вид и количество аварий на установках каталитического крекинга за период 2016-2021 г.

Год	Вид и количество аварий				Всего
	Взрыв	%	Пожар	%	
2016	0	0	1	100	1
2017	1	50	1	50	2
2018	0	0	1	100	1
2019	0	0	1	100	1
2020	0	0	1	100	1
2021	0	0	1	100	1

Анализ результатов расследования причин аварий позволяет сделать вывод о том, что чаще всего фактором возникновения аварий является нарушение технологического режима, применение не соответствующих требованиям нормативной документации технических устройств, брак конструктивных частей оборудования, его некачественный монтаж [2-5]. Также немалая часть аварий на объектах нефтеперерабатывающей отрасли происходит вследствие влияния человеческого фактора, а именно из-за безответственного нарушения правил техники безопасности и пожарной безопасности [6, 7].

Данные неутешительные показатели по аварийным ситуациям говорят о необходимости повышения уровня промышленной безопасности на УКК, так как помимо ущерба имуществу и оборудованию, взрывы и пожары на объектах причиняют значительный вред здоровью и жизни людей.

Для того, чтобы определить показатели, которые оказывают наибольшее влияние на степень безопасности УКК, были проанализированы технологические объекты установки и причины произошедших аварийных ситуаций. Таким образом, были выделены следующие ключевые факторы [8, 9]:

- физико-химические свойства веществ, обращающихся на УКК;
- технологические параметры протекания процесса;
- состояние оборудования.

Необходимо отметить, что на УКК отсутствует еди-

ный метод оценки уровня опасности. Это говорит о необходимости создания единого метода, учитывающего все особенности технологического процесса (качество сырья, технологические параметры (высокая температура и давление), применение катализатора и др.).

Катализатор играет особую роль в технологическом процессе каталитического крекинга. Помимо ускорителя реакций, он также является ключевым звеном в поддержании теплового баланса установки. В ходе цикла регенерации катализатора недостаточный выжиг кокса с его поверхности может спровоцировать резкий скачок температуры в реакторе. Это нарушение в технологическом процессе может привести к возникновению аварийной ситуации на установке [10, 11]. Именно поэтому при разработке метода оценки уровня безопасности УКК следует уделить особое внимание наличию в системе катализатора.

На опасных производственных объектах постоянно должен проводиться мониторинг состояния промышленной безопасности. Это позволит выявить факторы, оказывающие наибольшее негативное влияние на состояние защищенности объекта, и разработать мероприятия для предотвращения аварийных ситуаций.

Для наиболее точной оценки состояния промышленной безопасности объекта целесообразно применять такие методы, благодаря которым будет возможно получить количественные показатели. Для этого необходимо учитывать узконаправленную специализацию рассматриваемых предприятий [12, 13]. В конкретном случае, для оценки состояния промышленной безопасности на УКК следует применять показатели с учетом направления деятельности исследуемого объекта, а именно: физико-химические свойства веществ, обращающихся на УКК, технологические параметры протекания процесса, состояние оборудования и свойства катализатора [14, 15].

Методология. Объектом исследования в работе является уровень безопасности реакторно-регенераторного блока УКК. Для того, чтобы адекватно оценить степень безопасности УКК, необходимо определить весовое значение факторов, оказывающих наибольшее влияние на степень безопасности УКК [16]. Весовое значение характеризует то, насколько сильно влияет тот или иной фактор на уровень безопасности данного производственного объекта. Определить весовые значения предлагается методом экспертного опроса.

Целью экспертизы является получение числовых значений опасных и вредных факторов производства для дальнейшей разработки метода оценки уровня безопасности УКК.

Первостепенной задачей в организации экспертного опроса является определение структуры экспертной группы. На данном этапе необходимо определить, к какой сфере деятельности должны относиться эксперты, и каким уровнем квалификации они должны обладать.

Также необходимо решить вопрос о необходимом числе экспертов для проведения опроса. Здесь следует

учесть несколько факторов. Число экспертов не должно быть слишком малым, так как в этом случае результаты не будут отражать полную картину формирования экспертных оценок. Вдобавок, при малом числе экспертов будет слишком велико влияние каждого эксперта на общую оценку. При слишком большом количестве экспертов, напротив, оценка каждого эксперта практически не будет влиять на общую оценку.

Таким образом, для решения поставленной задачи была организована группа из 15 специалистов, а сам опрос проводился по следующему алгоритму:

1. Составление анкет, в которых был сформирован список ключевых показателей, оказывающих наибольшее влияние на степень опасности УКК. Весовое значение того или иного показателя специалистам предлагалось определить по шкале от 1 до 5.

2. Проведение расчета относительной значимости

показателей для каждого эксперта в отдельности.

3. Проведение расчета средней оценки каждого показателя, данной всеми экспертами в совокупности.

Сначала эксперты оценивали значимость фактора в целом для определения того, какой из них оказывает наибольшее влияние на безопасность процесса. Затем каждый фактор разбивался на подфакторы, и экспертам предлагалось оценить значимость каждого отдельного подфактора.

Задача экспертов заключалась в определении числового значения, которое характеризовало бы степень влияния того или иного фактора на уровень опасности УКК [17].

Результаты. Результаты опроса экспертов по каждому фактору представлены на рисунке 1.

После этого эксперты оценивали влияние каждого подфактора в отдельности (табл. 2).

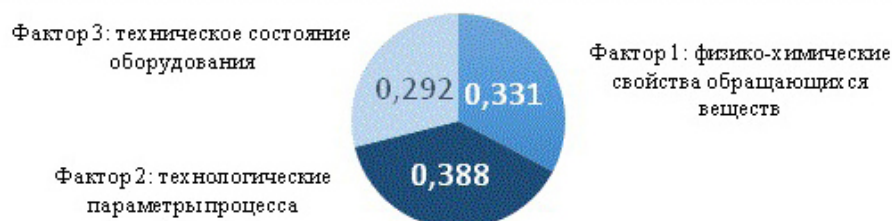


Рисунок 1 – Весовые значения факторов после обработки результатов опроса экспертов

Таблица 2 – Весовые значения подфакторов после обработки результатов опроса экспертов

Ключевой фактор	Весовое значение
1. Физико-химические свойства обращающихся веществ	
1.1 Содержание сернистых соединений в сырье	0,191
1.2 Вещества, обладающие взрывопожароопасными свойствами	0,335
1.3 Вещества, обладающие токсическими свойствами	0,190
1.4 Коксуемость сырья	0,284
2. Технологические параметры процесса	
2.1 Температура в реакторе/регенераторе	0,266
2.2 Давление в реакторе/регенераторе	0,227
2.3 Расход воздуха, подаваемого в регенератор на выжиг кокса с поверхности катализатора	0,252
2.4 Режим работы регенератора на дожиг кокса с поверхности катализатора (полный/неполный дожиг)	0,255
3. Техническое состояние оборудования	
3.1 Наличие агрессивных сред, вызывающих коррозионное повреждение оборудования в процессе его эксплуатации	0,299
3.2 Механический износ оборудования в ходе истирания его частицами катализатора	0,354
3.3 Наличие оборудования, конструкция которого выполнена без учета особенностей технологического процесса и физико-химических свойств веществ, обращающихся на установке	0,347

Полученные результаты наглядно отражают степень влияния каждого фактора и подфактора на уровень безопасности УКК с учетом особенностей работы установки.

На основании анализа результатов экспертного опроса делаем вывод о том, что фактор 2 (Технологические параметры процесса) оказывает наибольшее влияние на уровень безопасности в ходе эксплуатации УКК. Очевидно также значительное влияние подфакторов 2.3 (Расход воздуха, подаваемого в регенератор на выжиг кокса с поверхности катализатора) и 2.4 (Режим работы регенератора на дожиг кокса с поверхности катализатора). Это влияние подтверждает необходимость создания метода оценки уровня безопасности, который учитывал бы особенности технологического режима данной установки, а именно – применение катализатора.

На УКК при оценке уровня безопасности зачастую

сложно определить, какое влияние на данной стадии технологического процесса оказывает тот или иной фактор [18, 19].

Для определения числовых значений факторов предлагается использовать следующий метод.

Каждый ключевой фактор делится на подфакторы, затем предлагается оценить наличие или отсутствие рассматриваемого элемента в технологическом процессе. Чтобы оценить весовое значение фактора, предлагается из приведенного перечня выбрать те пункты, которые присутствуют на УКК и оказывают значительное влияние на безопасность технологического процесса.

Если на установке присутствует несколько пунктов, предлагается выбрать наиболее опасный (с наибольшим количеством баллов).

Факторы и подфакторы, подлежащие оценке, представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Балльная оценка подфакторов

Ключевой фактор	Оценка подфактора, балл
1 Физико-химические свойства веществ, обращающихся на установке ($W = 0,805$)	
1.1 Содержание сернистых соединений в сырье:	
Более 1,22 % масс.	3
Менее 1,22 % масс.	1
1.2 Вещества, обладающие взрывопожароопасными свойствами:	
Сжиженные углеводородные газы	3
Легковоспламеняющиеся жидкости	1
Горючие жидкости	2
1.3 Вещества, обладающие токсическими свойствами. На УКК обращаются вещества:	
I класса опасности	4
II класса опасности	3
III класса опасности	2
IV класса опасности	1
1.4 Коксуемость сырья	
Более 5 % масс.	3
Менее 5 % масс.	1
2 Технологические параметры процесса ($W = 0,894$)	
2.1 Температура в реакторе/регенераторе:	
Более 500 °	4
От 200 до 500 °	3
Менее 200 °	2
2.2 Давление в реакторе/регенераторе:	
Более 0,07 МПа	3
Менее 0,07 МПа	1
2.3 Расход воздуха, подаваемого в регенератор на выжиг кокса с поверхности катализатора	
Концентрация кислорода в дымовых газах на уровне менее 1 % об	4
Концентрация кислорода в дымовых газах на уровне более 1 % об	2
2.4 Режим работы регенератора на дожиг кокса с поверхности катализатора	
Неполный дожиг	4
Полный дожиг	2
3 Техническое состояние оборудования ($W = 0,657$)	
3.1 Наличие оборудования, работающего в коррозионно-агрессивной среде	
Более 50 % оборудования	4
От 10 до 50 % оборудования	3
Менее 10 % оборудования	2
3.2 Наличие оборудования, подверженного абразивному износу в ходе истирания его частицами катализатора	
Более 50 % оборудования	4
От 10 до 50 % оборудования	3
Менее 10 % оборудования	2
3.3 Наличие оборудования, конструкция которого не соответствует особенностям технологического процесса	
Более 50 %	4
От 10 до 50 %	3
Менее 10 %	2

Итоговое числовое значение фактора (W) указано в скобках после названия фактора.

Рассмотрим определение итогового числового значения фактора 1 «Физико-химические свойства обращающихся веществ» и его подфакторы.

1.1 Содержание сернистых соединений в сырье.

Если на УКК содержание сернистых соединений в сырье превышает 1,22% масс., то к весовому значению подфактора добавляется 3 балла.

1.2 Вещества, обладающие взрывопожароопасными свойствами. Так как на УКК присутствуют и СУГ, и ГЖ, и ЛВЖ, то к весовому значению подфактора добавляется 3 балла.

1.3 Вещества, обладающие токсическими свойствами. Максимальный класс опасности веществ, присутствующих на установке, второй (моноэтаноламин и едкий натр). Следовательно, к весовому значению подфактора добавляется 3 балла.

1.4 Коксуемость сырья. Как правило, содержание кокса в вакуумном газойле колеблется в пределах 3-5 % масс. Следовательно, к весовому значению подфактора добавляется 1 балл.

Далее необходимо определить конечное числовое значение фактора 1. Для этого значения каждого подфактора умножаются на соответствующую балль-

ную оценку, а затем суммируются.

$$W_1 = 0,331 \cdot (0,191 \cdot 3 + 0,335 \cdot 3 + 0,190 \cdot 3 + 0,284 \cdot 1) = 0,805.$$

Затем рассчитывается итоговая сумма всех факторов, по которой определяется уровень безопасности УКК.

$$W_1 + W_2 + W_3 = 0,805 + 0,894 + 0,657 = 2,356.$$

Анализ математической обработки результатов экспертного опроса позволяет предложить следующую классификацию безопасности УКК по четырем рангам:

4 ранг – итоговая сумма 2,0 и более (жесткий режим работы установки, значительный износ оборудования);

3 ранг – итоговая сумма от 1,5 до 2,0 (мягкие условия работы установки, большой износ оборудования);

2 ранг – итоговая сумма от 1,0 до 1,5 (мягкие условия работы установки, незначительный износ оборудования);

1 ранг – итоговая сумма менее 1,0 (мягкие условия работы установки, износ оборудования отсутствует).

Обсуждение. В настоящее время существует несколько методов оценки состояния промышленной безопасности. Один из таких способов предполагает оценку ущерба, причиненного в результате произ-

шедших аварийных ситуаций и инцидентов [20, 21]. Недостатком данного метода является необходимость производить масштабные вычисления, а также затрудненности, связанные с определением показателей нанесенного ущерба.

Некоторые эксперты [22] утверждают, что результаты контролирующих и надзорных мероприятий могут быть использованы при оценке уровня промышленной опасности на производственном объекте. Это могут быть, например, количество проведенных проверок; число выявленных нарушений; скорость реагирования организации на выявленные нарушения; разработка и осуществление мероприятий для повышения промышленной безопасности на объекте; уровень профессиональной подготовки сотрудников предприятия и мероприятия в области повышения квалификации. Минусом данного метода можно считать субъективность оценки, которая также зависит от спектра осуществляемых мероприятий.

Существует также метод, основанный на качественном и количественном определении показателей, оказывающих влияние на уровень промышленной безопасности [23]. Широкое разнообразие факторов, в свою очередь, также зависит от многих параметров. Например, человеческий фактор работников определяется такими параметрами как: уровень профессиональной подготовки, психологическое состояние, состояние здоровья и т.д. Технологический процесс зависит от особенностей технологического режима, прописанных в технологическом регламенте установки. Техническое состояние производственного объекта напрямую зависит от качества оборудования и срока его эксплуатации.

Широко распространены методы оценки, связанные с влиянием наиболее вредных и опасных производственных факторов [24, 25]. Однако, подобные методы не учитывают ни состояние оборудования, ни опыт работников, занятых на производстве, ни нюансы технологического процесса.

Таким образом, каждый из рассмотренных методов оценки промышленной безопасности имеет свои преимущества и недостатки. Для реализации этих методов на практике необходимо учитывать специализацию исследуемого предприятия.

Разработанный метод учитывает все основные составляющие технологического процесса, а именно: физико-химические свойства обращающихся веществ на установках каталитического крекинга, технологические параметры протекания процесса, состояние оборудования и, что важно, особенности ведения процесса с использованием катализатора.

Представленная классификация УКК по рангам безопасности позволит разработать мероприятия, повышающие уровень промышленной безопасности на данном опасном производственном объекте.

Выводы. В процессе данного исследования были выделены факторы и подфакторы, оказывающие наибольшее влияние на уровень промышленной безопасности УКК. Методом экспертного опроса определены

количественные значения ключевых показателей, характеризующие степень влияния того или иного фактора на уровень безопасности УКК. В процессе работы был разработан метод оценки уровня безопасности УКК, учитывающий физико-химические свойства веществ, обращающихся на установке, технологические параметры процесса, состояние оборудования и применение катализатора. После анализа математической обработки результатов экспертного опроса была разработана классификация УКК, которая позволяет количественно оценить степень безопасности процесса.

Отличительной особенностью данного метода и классификации является то, что они учитывают сразу несколько факторов, оказывающих значительное влияние на уровень опасности установки каталитического крекинга, а именно:

- физико-химические свойства веществ, обращающихся на установке;
- технологические параметры процесса;
- состояние оборудования, эксплуатируемого на установке;
- особенности применения катализатора, являющегося неотъемлемой частью технологического процесса на УКК.

После обработки результатов экспертного опроса было установлено, что технологические параметры процесса и особенности работы, связанные с применением катализатора, оказывают наибольшее влияние на уровень безопасности во время эксплуатации УКК. Именно на эти факторы следует обратить особое внимание при разработке мероприятий по повышению уровня промышленной безопасности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Архив информационных бюллетеней Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору // Ростехнадзор. URL: <http://ib.safety.ru/> (Дата обращения: 10.03.2022).
2. Лебедева М.И., Богданов А.В., Колесников Ю.Ю. Аналитический обзор статистики по опасным событиям на объектах нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности // Интернет-журнал «Технологии техносферной безопасности». – 2013. – С. 8-17.
3. Булавка Ю.А., Смиловенко О.О., Сташевич Е.В. / Анализ инцидентов на нефтеперерабатывающем предприятии // Вестник Командно-инженерного института МЧС №2(16), – 2012. – С.69-76.
4. Краснов А.В., Садыкова З.Х., Пережогин Д.Ю., Мухин И.А. Статистика чрезвычайных происшествий на объектах нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности за 2007-2016 гг. // Нефтегазовое дело: электрон. науч. журн. – 2017. – № 6. – С.17-23.
5. Конык О.А. Аварии и аварийные ситуации на промышленных предприятиях/ Учеб. пособие: самост. учеб. электрон. изд. – Сыктывкар: СЛИ, 2013. – 327 с.
6. Bai P. Fluid catalytic cracking technology: current status and recent discoveries on catalyst contamination / P. Bai, U. J. Etim, Z. Yan, S. Mintova, Z. Zhang, Z. Zhong, X. Gao // Catalysis Reviews-Science and Engineering. – 2019. – Vol. 61, № 3. – P. 333 - 405.
7. Bai P. Fluid catalytic cracking technology: current status and recent discoveries on catalyst contamination / P. Bai, U. J. Etim, Z. Yan, S. Mintova, Z. Zhang, Z. Zhong, X. Gao // Catalysis Reviews - Science and Engineering. – 2019. – Vol. 61, № 3. – P. 333 - 405.
8. Pinheiro C.I.C. Fluid catalytic cracking (FCC) process modeling, simulation, and control / C.I.C. Pinheiro, J.L. Fernandes,

L. Domingues, A.J.S. Chambel, I. Graça, N.M.C. Oliveira, H.S. Cerqueira, F.R. Ribeiro // *Industrial & Engineering Chemistry Research*. – 2012. – Vol. 51. – P. 1-29.

9. Radu S. Modelling and Simulation of an Industrial Fluid Catalytic Cracking Unit / S. Radu, D. Ciuparu // *Revista de Chimie*. – 2014. – Vol.65, № 1. – P. 113-119.

10. Солодова Н.Л. Современное состояние и тенденции развития каталитического крекинга нефтяного сырья / Н.Л. Солодова, Терентьева Н.А. // *Фундаментальные исследования*. – 2017. – № 12 (часть 2). – С. 282-286.

11. Буйко К.В. Подходы к оценке уровня промышленной безопасности в организациях, эксплуатирующих опасные производственные объекты / К.В. Буйко, Ю.В. Пантюхова // *Безопасность труда в промышленности*. – 2010 – №10. – С.42-46.

12. Lappas A.A. Feedstock and catalyst effects in fluid catalytic cracking -Comparative yields in bench scale and pilot plant reactors / A.A. Lappas, D.K. Iatridis, M.C. Papapetrou, E.P. Kopalidou, I.A. Vasalos // *Chemical Engineering Journal*. – 2015. – Vol. 278. – P. 140-149.

13. Henz H. Re-invent FCC / H. Henz // *Hydrocarbon Processing*. – 2004. – № 9. – P. 41 - 48.

14. New FCC catalyst // *Hydrocarbon Processing*. – 2006. – № 3. – P. 29 – 35.

15. Краснов А.В. Разработка методики определения расчетных величин пожарных рисков при взрывах сосудов под давлением: дис. канд. техн. наук. Уфа, – 2013. –134 с.

16. Хавкин В.А. Пути развития процесса каталитического крекинга / В.А. Хавкин, В.М. Капустин, И.М. Герзелиев // *Мир нефтепродуктов*. – 2016. – № 10. – С. 4-9.

17. Che Y. Fundamental study of hierarchical millisecond gas-phase catalytic cracking process for enhancing the production of light olefins from vacuum residue / Y. Che, M. Yuan, Y. Qiao, Q. Liu, J. Zhang, Y. Tian // *Fuel*. – 2019. – Vol. 237. – P. 1-9.

18. Vogt, E. T. C. Fluid catalytic cracking: recent developments on the grand old lady of zeolite catalysis / E. T. C. Vogt, B. M. Weckhuysen // *Chemical Society Reviews* – 2015. – № 44. – P. 7342-7370.

19. Ю.А. Булавка / Проблема выбора наиболее опасного аппарата для оценки взрывоопасности технологического блока на нефтеперерабатывающих и нефтехимических производствах // *Вестник Полоцкого государственного университета. Серия В, Промышленность. Прикладные науки*. – 2016. – № 11. – С. 125-129.

20. Булавка Ю.А., Смиловенко О.О., Коваленко П.В., Сташечич Е.В. / Апостериорная оценка состояния аварийности на нефтеперерабатывающем предприятии // *Вестник Полоцкого государственного университета. Сер. В, Промышленность. Прикладные науки*. – 2012. – № 9. С.122-128.

21. Ершов Д.С. Современное состояние и тенденции развития процесса каталитического крекинга / Д.С. Ершов, А.Р. Хафизов, И.А. Мустафин, К.Е. Станкевич, А.В. Ганцев, Г.М. Сидоров // *Fundamentalresearch*. – 2017. – № 12. – С. 282-286.

22. Пантюхова Ю.В. Методика оценки уровня промышленной безопасности опасных производственных объектов систем газораспределения и газопотребления: дис. канд. техн. наук: 05.26.03. – Российский государственный университет нефти и газа имени И.М. Губкина, Москва, 2011 – 95 с.

23. Хасан М.А. Разработка обеспечения промышленной безопасности объектов нефтегазовой отрасли на примере установки стабилизации нефти: дис. канд. техн. наук. Уфа, 2013. – 105 с.

24. Etim U.J. Vanadium and nickel deposition on FCC catalyst: Influence of residual catalyst acidity on catalytic products / U.J. Etim, P. Bai, X. Liu, F. Subhan, R. Ullah // *Microporous Mesoporous Mater*. – 2019. – Vol. 273. – P. 276-285.

25. Zhang J. Modeling fluid catalytic cracking risers with special pseudo-components / Z. Wang, H. Jiang, J. Chu, J. Zhou, S. Shao // *Chemical Engineering Science*. – 2013. – Vol. 102. – P. 87 - 98.

Статья поступила в редакцию 12.04.2022

Статья принята к публикации 20.06.2022

УДК 331.45 + 614.2

DOI: 10.46548/21vek-2022-1158-0021

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОЦЕССА УПРАВЛЕНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫМИ РИСКАМИ В
УЧРЕЖДЕНИИ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ**

© Авторы 2022

SPIN-код: 6617-6500

AuthorID: 144308

ORCID: 0000-0002-3394-5786

АЛЕКСАНДРОВА Анна Владимировна, кандидат технических наук,
доцент, доцент кафедры безопасности жизнедеятельности
Кубанский государственный технологический университет
(350072 г. Краснодар, ул. Московская, 2; e-mail: ipp_nauka@mail.ru)

ORCID: 0000-0003-1542-5653

РОМАДИНА Надежда Юрьевна, специалист по охране труда, магистрант
Научно-исследовательский институт – Краевая клиническая больница №1 имени С.В. Очаповского
министерства здравоохранения Краснодарского края
(350086 г. Краснодар, ул. 1 мая, 167; e-mail: ohtr_kkb1@mail.ru)
Кубанский государственный технологический университет
(350072 г. Краснодар, ул. Московская, 2; e-mail: ohtr_kkb1@mail.ru)

SPIN-код: 2872-0380

AuthorID: 651451

ORCID: 0000-0002-3110-8693

ЛЕВЧУК Александра Александровна, кандидат технических наук,
доцент, доцент кафедры безопасности жизнедеятельности
Кубанский государственный технологический университет
(350072 г. Краснодар, ул. Московская, 2; e-mail: naukabzh@mail.ru)

Аннотация. В связи с модернизацией российского трудового законодательства и применением риск-ориентированного подхода в контрольно-надзорной деятельности актуальной и обязательной задачей для каждого работодателя является систематическое выявление опасностей и профессиональных рисков, их регулярный анализ и оценка. Для сферы здравоохранения решение этой задачи направлено на профилактику острых и хронических профессиональных заболеваний, несчастных случаев на производстве и иных видов повреждения здоровья медицинских работников. Исследование направлено на выработку рекомендаций по выбору методов оценки и совершенствованию управления профессиональными рисками как базового процесса современной системы управления охраной труда в организациях отрасли здравоохранения. С учетом специфики медицинского учреждения определены требования и критерии выбора методов, применимых для идентификации опасностей, анализа и оценки уровня профессиональных рисков, которые дают возможность работодателю вырабатывать рациональные приемы по митигации риска на рабочих местах. Предложен подход для выбора методов, которые в наилучшей степени подходят для каждого из этапов процесса. С использованием разработанных рекомендаций проведена оценка профессионального риска на рабочих местах в ГБУЗ «Научно-исследовательский институт – Краевая клиническая больница №1 имени С.В. Очаповского» министерства здравоохранения Краснодарского края. В качестве примера приведены результаты оценки риска для рабочего места врача-хирурга инфекционного госпиталя и мероприятия по улучшению условий и охраны труда. Статья ориентирована на научных работников, обучающихся и специалистов сферы охраны труда и здравоохранения, участвующих в построении и стандартизации компонентов систем менеджмента.

Ключевые слова: система управления охраной труда, профессиональный риск, медицинский работник, метод, идентификация опасностей, оценка риска, управление профессиональным риском, мероприятия по улучшению условий труда.

**IMPROVEMENT OF THE PROFESSIONAL RISK MANAGEMENT PROCESS IN A
HEALTHCARE INSTITUTION**

© The Author(s) 2022

ALEXANDROVA Anna Vladimirovna, candidate of technical sciences, associate professor,
associate professor of the Department of Life Safety
Kuban State Technological University
(Krasnodar; Moskovskaya, 2, 350072; e-mail: ipp_nauka@mail.ru)

ROMADINA Nadezhda Yurievna, specialist in labor protection, master's student
Regional Clinical Hospital №1 named after S.V. Ochapovsky, Ministry of Health of the Krasnodar Region
(350086 Krasnodar; May 1, 167; e-mail: ohtr_kkb1@mail.ru)

Kuban State Technological University
(350072 Krasnodar, 2 Moskovskaya str.; e-mail: ohtr_kkb1@mail.ru)
LEVCHUK Alexandra Alexandrovna, candidate of technical sciences, associate professor,
assistant professor of Life Safety Department
Kuban State Technological University
(350072 Krasnodar, 2 Moskovskaya St.; e-mail: naukabzh@mail.ru)

Abstract. In connection with the modernization of Russian labor legislation and application of risk-oriented approach in control and supervisory activities, an urgent and obligatory task for each employer is the systematic identification of hazards and occupational risks, their regular analysis and evaluation. For health care sphere the solution of this task is aimed at prevention of acute and chronic occupational diseases, accidents at work and other types of damage to health of medical workers. The research is aimed at the development of recommendations on the choice of methods for assessing and improving the management of occupational risks as a basic process of modern labor protection management system in the organizations of the healthcare industry. Taking into account the specific character of a medical institution, the requirements and criteria for the choice of methods applicable to hazard identification, analysis, and occupational risk level evaluation have been determined; they enable an employer to work out rational methods of risk mitigation at workplaces. An approach to choose the methods best suited for each stage of the process is proposed. Using the developed recommendations an assessment of occupational risk at workplaces in the State Budgetary Institution "Research Institute - Regional Clinical Hospital №1 named after S.V. Ochapovsky" of the Ministry of Health of Krasnodar Krai was carried out. As an example, the results of the risk assessment of the workplace of a surgeon of an infectious disease hospital and measures to improve working conditions and occupational safety are presented. The article is aimed at researchers, trainees, and occupational safety and health professionals involved in the construction and standardization of management system components.

Keywords: occupational safety management system, occupational risk, medical worker, method, hazard identification, risk assessment, occupational risk management, measures to improve working conditions.

Для цитирования: Александрова А.В. Совершенствование процесса управления профессиональными рисками в учреждении здравоохранения / А.В. Александрова, Н.Ю. Ромадина, А.А. Левчук // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2022. – Т. 11. – № 2(58). – С. 119-124. – DOI: 10.46548/21vek-2022-1158-0021.

Введение. В настоящее время в охране труда осуществляется переход от «санкционной» (или реагирующей) модели государственного регулирования к модели «соответствия», которая базируется на профилактических действиях. Основной целью этого перехода стало формирование эффективной системы управления, основанной на выявлении наиболее значимых общественных рисков и их снижении до приемлемого уровня. Таким образом, современная система управления охраной труда (СУОТ) теперь основывается на процессе управления профессиональными рисками [1-4]. При этом основной регулятор - министерство труда и социальной защиты Российской Федерации, строго не регламентирует и не ограничивает работодателя в организации процедуры оценки профессиональных рисков [2], что является основанием для дискуссий в профессиональной сфере по вопросам выбора соответствующего методического аппарата [5-7]. Профессиональные риски оцениваются с нескольких позиций: медицины труда [8-9], безопасности труда [10], страхования профессиональных рисков, а также с углубленным изучением его отдельных аспектов (например, профессионального стресса [11-12], индивидуальных особенностей организма работника и др.), но все подходы объединены одной целью – совершенствовать профилактику случаев повреждения здоровья работников в процессе труда.

Для функционирования современной СУОТ среди нескольких десятков известных методик оценки рисков, представленных во множестве стандартов

риск-менеджмента а также в научных публикациях [13-16] работодатель в праве выбрать наиболее приемлемые подходы к реализации этапов управления профессиональными рисками на рабочих местах: выявление опасностей, оценка уровней профессиональных рисков, разработка мер управляющего воздействия на риск. При этом, согласно позиции Минтруда России, не исключается разработка и внедрение работодателем новых и комбинирование уже существующих методов. Таким образом, остаются открытыми вопросы подбора и совершенствования методов оценки профессионального риска, которые бы позволяли учитывать контекст организации, а также особенности условий труда отдельных профессиональных групп [17]. Новые вызовы современности и изменяющиеся условия труда побуждают исследователей к постановке актуализированных задач в области оценки рисков на рабочих местах: например, в период пандемии был ярко «высвечен» ряд особенностей охраны и условий труда медицинских работников [19-20].

Методология. Цель настоящего исследования – выработка методических и практических рекомендаций по совершенствованию управления профессиональными рисками на рабочих местах как базового процесса современной системы управления в организациях отрасли здравоохранения. Задачами работы выступили: проведение сравнительного анализа существующих методов, применимых для идентификации опасностей, анализа и оценки уровня профессиональных рисков на рабочих местах медицинских

работников, а также выработка мер по управлению профессиональными рисками на уровне работодателя в сфере здравоохранения. Для выбора методов оценки и управления профессиональными рисками необходимо определить требования и критерии, позволяющие провести рациональное внедрение и реализацию этой процедуры СУОТ на основе учета имеющихся в учреждении ресурсов, которые, как правило, ограничены. На примере ГБУЗ «Научно-исследовательский институт – Краевая клиническая больница №1 имени С.В. Очаповского» министерства здравоохранения Краснодарского края (далее – ГБУЗ «НИИ-ККБМ№1») были сформированы единые требования к методикам идентификации опасностей, анализа и оценки рисков, которые представлены в таблице 1.

Оценка профессиональных рисков базируется на идентификации опасностей, для ее проведения работодателю необходимо провести сбор необходимой

статистической информации о несчастных случаях, профессиональных заболеваниях, случаях технических аварий и микротравм (примечание авторов: рассмотрение и учет микротравм на каждом рабочем месте – обязанность работодателя, установленная с 01.03.2022 г.), изучить имеющуюся нормативно-техническую и эксплуатационную документацию, результаты контроля состояния здоровья работников, уровня охраны и условий труда на рабочих местах и в целом в отрасли здравоохранения. Далее необходимо применить выбрать метод для идентификации, в соответствии с предлагаемыми критериями (табл. 2), создать комиссию по оценке профессиональных рисков (рабочую группу экспертов) – работников учреждения, при необходимости, провести опрос сотрудников. В таблице 2 представлены основные выбранные методы, применение которых наиболее целесообразно для идентификации опасностей на рабочих местах.

Таблица 1 – Требования к методам и их характеристика

Характеристика	Описание	Этап процесса		
		Идентификация	Анализ	Оценка уровня риска
Уровень принятия решений	1 – стратегический риск; 2 – тактический риск; 3 – операционный риск	Л*	Л	Л
Наличие исходных данных и статистики	Уровень информации или данных на входе: 1 – высокий; 2 – средний; 3 – низкий	1/2	1/2	1/2
Уровень квалификации экспертов	1 – низкий (одно- или двухдневное обучение); 2 – средний (обучение более двух дней); 3 – высокий (продолжительное обучение или внешняя экспертиза по договору)	1	1	1
Качественный/количественный	1 – качественный; 2 – полуквантитативный; 3 – количественный	1	1/2	Л
Время и стоимость	1 – высокие, 2 – средние; 3 – низкие	3	3	3
Уровень детализации, необходимой для принятия решения о мерах управления риском	1 – высокий, 2 – средний; 3 – низкий	1	1/2	1/2
Информативность для работников	1 – предоставление результатов в удобной и понятной форме, способствующей повышению осведомленности работников о существующих опасностях и мерах управления рисками; 2 – результаты частично обеспечивают работников информацией; 3 – восприятие результатов затруднено, требуется ее адаптация для информирования работников	1	1/2	1/2

* – любой

Таблица 2 – Анализ методов для идентификации опасностей

Наименование метода	Уровень принятия решений	Наличие исходных данных	Уровень квалификации экспертов	Качественный/количественный	Время и стоимость	Уровень детализации	Информативность для работников	Соответствие заданным требованиям
Экспертный, «мозговой штурм»	Л	Л	1	1	3	Л	2	+
Контрольные списки, классификация и систематизация	Л	-	1/2	1	1	1	1/2	-
Анализ видов и последствий отказов и анализ видов, последствий и критичности отказов	2/3	-	2	2	1/3	2	3	-
Изучение опасности и работоспособности	2/3	2	2/3	1	2/3	2	3	-
Сценарный анализ	Л	2/3	2	1	2/3	1	2	-
Структурированный метод «Что, если?»	1/2	2	1/2	1	2/3	1	1/2	+

Все рассматриваемые методы хорошо зарекомендовали себя, однако при идентификации опасностей в учреждениях здравоохранения с практической точки зрения обращают на себя внимание два метода – экспертный («мозговой штурм») и структурированный метод «Что, если?».

При идентификации опасностей возможно применение следующей группировка по объекту их возникновения, что поможет оптимизировать определение круга работников, на которых возможно действие этих опасностей: здания и сооружения, оборудование (в т.ч. медицинское), инструменты и приспособления, медикаменты и материалы, территория, биологические объекты (при наличии).

Следующим этапом в управлении профессиональными рисками является анализ риска в отношении

каждой из опасностей, которые были идентифицированы. В таблице 3 представлены основные сравнимые методы анализа риска.

Как видно из данных таблицы 3, по итогам сравнительной характеристики методов для проведения анализа риска наиболее целесообразно использовать метод «галстук-бабочка». Данный метод наиболее эффективен и прост в применении, так как представляет собой визуализированный способ описания и анализа пути развития опасного события (аварийной ситуации) от причин до последствий, что создает информационную базу для последующего анализа фактически применяемых и возможных дополнительных мер по управлению профессиональным риском – барьеров безопасности. В таблице 4 приведен фрагмент анализа методов для следующего этапа – оценки уровня риска.

Таблица 3 – Сравнение методов для анализа риска

Наименование метода	Уровень принятия решений	Наличие исходных данных	Уровень квалификации экспертов	Качественный/количественный	Время и стоимость	Уровень детализации	Информативность для работников	Соответствие требованиям
Установленные характеристики	Л	1/2	1	1/2	3	1	2	-
Синдический подход	1	3	2	1	1	2	3	-
Анализ дерева решений	2	2/3	2	3	2	3	2	-
«Галстук-бабочка»	Л	Л	1/2	1	3	1	1	+
Анализ рисков и критических контрольных точек	2/3	2	2	1	2	2		-
Отображение причин	2/3	2	2	1	2	1	1	-
Анализ перекрестного влияния	Л	1-3	2/3	3	1/2	2	2	-
Метод анализа уровней защиты (LOPA - Layers of Protection Analysis)	Л	1-2	2	3	2	2	3	-
Метод анализа влияния человеческого фактора	Л	3	1	1	1	3	1	-

Таблица 4 – Анализ методов для выполнения оценки уровня риска

Наименование метода	Уровень принятия решений	Наличие исходных данных	Уровень квалификации экспертов	Качественный/количественный	Время и стоимость	Уровень детализации	Информативность для работников	Итоговое соответствие требованиям
Установленные характеристики	Л	1/2	1	Л	3	1	2	-
Анализ затрат и выгод	Л	1-3	2/3	3	1/2	2	2	-
Анализ дерева решений	2	2/3	2	3	2	3	2	-
Теория игр	1/2	1	3	3	1/2	2	1	-
Многокритериальный анализ	Л	3	2	1	2/3	2	3	-
Настолько низкий, насколько это разумно возможно, насколько практически приемлемо	1/2	1	3	3	1	2	2	-
Частотно-цифровые диаграммы	Л	1	3	3	1	1	3	-
Диаграммы Парето	Л	2	2	1	3	1	3	-
Индексы риска	Л	2	1/2	1	3	2	1	+
Матрица последствий/вероятности 5x5, 3x3	Л	2	1/2	1/2	3	2	1	+
S-кривые	2/3	1/2	2/3	3	3	1		-
Контрольные листы	Л	3	1	1	2	3	1	-
Метод технического обслуживания, направленный на обеспечение надежности	Л	1/2	3	3	1	2	3	-
Исследование HAZOP	Л	1	3	3	1	1	3	-

Исходя из анализа методов оценки уровня риска, наиболее универсальным методом для оценки профессиональных рисков в учреждении здравоохранения является матричный метод. В развитие применения матричного метода предложено проводить оценку

тяжести и вероятности (обязательных атрибутов оценки уровня риска).

Результаты и обсуждение. В инфекционном госпитале ГБУЗ «НИИ-ККБ№1» на рабочих местах проведена идентификация опасностей, анализ и оцен-

ка уровня рисков выбранными способами. При оценке риска тяжесть возможных последствий потенциально опасного события оценивалась в соответствии с вертикальной шкалой матрицы оценки риска буквенными значениями от «1» (наибольший уровень) до «5» (наименьший уровень). Вероятность наступления опасного события оценивалась в соответствии с горизонтальной шкалой матрицы оценки риска цифровыми значениями от «1» до «5». Информационной базой для определения вероятности наступления опасного события являлись статистические данные о подобных происшествиях в прошлом (несчастные случаи, профессиональные заболевания, технические аварии и микротравмы) – за последние 10 лет (на рабочем месте и аналогичных рабочих местах в учреждении, а также в отрасли здравоохранения).

В таблице 5 представлены результаты исследования применительно к рабочему месту врача-хирурга. После проведения оценки профессионального риска

на рабочем месте врача-хирурга было выявлено 23 опасности с соответствующими рисками, уровень которых оценен от высокого до низкого значения (с учетом существующих мер управления). С наибольшим уровнем риска на рабочем месте врача-хирурга внесены в реестр биологические опасности: риски из-за контакта с патогенными микроорганизмами; взаимодействие персонала с переносчиками инфекций и неправильного использования средств индивидуальной защиты (СИЗ), санитарно-гигиенической, специальной одежды и обуви.

Итогом оценки профессиональных рисков должен стать перечень мер по управлению и снижению профессиональных рисков, при разработке которого необходимо руководствоваться «пирамидой приоритета». В таблице 6 представлен пример мероприятий по управлению риском на рабочем месте врача-хирурга, которые могут быть реализованы, исходя из имеющихся ресурсов.

Таблица 5 – Результаты идентификации опасностей, анализа и оценки рисков на рабочем месте врача-хирурга (фрагмент)

Наименование опасности	Риск (опасное событие)	Тяжесть	Вероятность	Уровень класса риска	Уровень риска
Опасность падения из-за потери равновесия, в том числе при спотыкании или подскользывании, при передвижении по скользким поверхностям или мокрым полам	Падение работника из-за потери равновесия при поскользывании при передвижении	2	3	6	Средний
Опасность быть уколотым инструментом (материалом работы)	Получение пореза работником	2	3	6	Средний
Опасность поражения током вследствие контакта с токоведущими частями, которые находятся под напряжением из-за неисправного состояния	Получения ожогов, травмы работником	5	1	5	Средний
Опасность из-за контакта с патогенными микроорганизмами	Получение повреждений здоровья (заболевания)	5	3	15	Высокий
Взаимодействие персонала с переносчиками инфекций	Получение повреждений здоровья (заболевания)	5	3	15	Высокий
Опасность психических нагрузок, стрессов	Усталость, снижение концентрации	3	3	9	Средний
Опасность перенапряжения зрительного анализатора	Усталость, снижение концентрации, получение заболеваний	4	2	8	Средний
Опасность, связанная с рабочей позой	Усталость, возможность получения заболевания	3	2	6	Средний
Опасность, связанная с недостаточным информированием работников о эпидемиологической ситуации	Дезинформация, усталость	2	3	6	Средний
Опасность неправильного использования СИЗ и спец. обуви	Получение ушибов, травм, заболеваний	5	3	15	Высокий
...

Таблица 6 – Меры снижения уровня профессиональных рисков или контроля уровня профессиональных рисков (биологические опасности)

Приоритет	Основные меры по снижению и(или) недопущению увеличения уровня риска
Устранение опасного (или вредного) производственного фактора	Автоматизированные системы наблюдения в рабочей зоне
Замена опасной (вредной) работы на более безопасную	Регламентирование маршрутов движения персонала
Инженерные (технические) методы ограничения воздействия опасностей	Разработка проекта зонирования помещений (вкл. знаки безопасности), распределение потоков персонала внутри помещений. Изменения проекта системы вентиляции и кондиционирования и иные инженерные мероприятия. Расчет необходимого количества и установка облучателей-рециркуляторов и воздушного душирования. Применение средств сигнализации и индикации опасности; Изоляционно-диагностические боксы. Применение специализированных медицинских ширм и(или) штор. Зонирование рабочего пространства
Административные методы ограничения воздействия опасностей	Программы обследования состояния здоровья персонала, вакцинаирования. Ограничение времени и/или соблюдение графика работ с учетом воздействия вредного (опасного) фактора на работника; ежегодный дополнительный оплачиваемый отпуск; льготное пенсионное обеспечение (для отдельных групп персонала)
Использование средств индивидуальной защиты	Использование санитарно-гигиенической одежды, сертифицированных СИЗ в соответствии с санитарными нормами, типовыми отраслевыми нормами, выявленными опасными и вредными производственными факторами по результатам специальной оценки условий труда и оценки профессионального риска
Страхование профессиональных рисков	Обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний. Дополнительное страхование здоровья работников

Перечисленные мероприятия дополняются наблюдением за уровнем вредных и опасных производственных факторов, контролем за правильным применением санитарно-гигиенической одежды, средств коллективной и индивидуальной защиты, информированием работников о существующих рисках, а также обучением по охране труда. После реализации мер, направленных на снижение уровня профессиональных рисков, рекомендуется провести повторную оценку рисков, в отношении которых были реализованы защитные меры.

Выводы. Таким образом, для формирования методической основы, внедрения и совершенствования процесса управления профессиональными рисками в учреждении здравоохранения был проведен анализ и выбор методик, в наибольшей степени соответствующих поставленным задачам, имеющимся ресурсам и позволяющих выполнять идентификацию опасностей на рабочих местах, анализ и оценку уровня профессиональных рисков, а также разрабатывать адресные меры по управлению выявленным риском. Выбранные методики удовлетворяют современным требованиям трудового законодательства и требованиям к безопасному ведению работ в учреждениях здравоохранения, позволяют установить «зоны повышенного внимания» при принятии управленческих решений в целях сохранения жизни, здоровья и работоспособности персонала в системе здравоохранения. Важно отметить, что оценка профессиональных рисков процесс непрерывный и должен проводиться регулярно, а устанавливаемая работодателем периодичность должна обеспечивать актуальность информации о риске.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Федеральный закон от 02.07.2021 г. № 311-ФЗ «О внесении изменений в Трудовой кодекс Российской Федерации». URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_389002/ (дата обращения 04.04.2022 г.)
2. Приказ Минтруда России № 926 от 28.12.2021 г. Об утверждении Рекомендаций по выбору методов оценки уровней профессиональных рисков и по снижению уровней таких рисков. URL: <https://mintrud.gov.ru/docs/mintrud/orders/2220> (дата обращения 04.04.2022 г.)
3. Шабанова Д.Н., Александрова А.В. Совершенствование системы управления охраной труда предприятий на основе риск-ориентированного подхода // Вестник НЦБЖД. – 2018. – № 3 (37). – С. 127-133.
4. Буланова А.В., Пушенко С.Л., Стасева Е.В. Значение оценки профессиональных рисков в системе управления охраной труда // Безопасность техногенных и природных систем. – 2019. – № 1. – С. 2-7. DOI: 10.23947/2541-9129-2019-1-2-7
5. Старовойтов И.Г., Бирюк В.А., Булавка Ю.А. Методы оценки риска в системе управления охраной труда // Вестник Университета гражданской защиты МЧС Беларуси. – 2018. – Т. 2. – № 1. – С. 5-17.
6. Rantala, M., Lindholm, M., & Tappura, S. (2022). Supporting occupational health and safety risk assessment skills: A case study of five companies. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(3) doi:10.3390/ijerph19031720.
7. Таранушина И.И., Попова О.В. Метод оценки профессиональных рисков как элемент концепции безопасности производства // Безопасность труда в промышленности. – 2019. – № 7. – С. 74-80. DOI: 10.24000/0409-2961-2019-7-74-80
8. Критерии и алгоритмы установления связи нарушений здоровья с работой/ И.В. Бухтияров [и др.] // Медицина тру-

да и промышленная экология. – 2018. – № 8. – С. 4-12. DOI: 10.31089/1026-9428-2018-8-4-12

9. Методические подходы к оценке категорий профессионального риска, обусловленного различными видами нарушений здоровья работников, связанными с комплексом факторов рабочей среды и трудового процесса. Н.В. Зайцева, [и др.] // Анализ риска здоровью. – 2020. – № 4. – С. 23-30. DOI: 10.21668/health.risk/2020.4.03

10. Александрова А.В., Макшеецкая В.В., Сабре Д.М.Н. Методический инструмент для анализа риска травмирования работников // Вестник НЦБЖД. – 2019. – № 4 (42). – С. 150-158.

11. Психосоциальные факторы риска в профессиональной деятельности среднего медицинского персонала. Н.А. Акимова [и др.] // Вестник Санкт-Петербургского университета. Социология. – 2018. – Т. 11. – № 4. – С. 420-438. DOI: 10.21638/spbu12.2018.403

12. Lukan, J., Bolliger, L., Pauwels, N.S., et al., Work environment risk factors causing day-to-day stress in occupational settings: a systematic review // *BMC Public Health* 22, 240 (2022). <https://doi.org/10.1186/s12889-021-12354-8>.

13. Кабанов Е.И., Панькин А.Н., Коршунов Г.И. Совершенствование матричного метода оценки риска для решения задач управления охраной труда // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2020. – № S23. – С. 31-42. DOI: 10.25018/0236-1493-2020-6-23-31-42

14. Минько В.М., Евдокимова Н.А. О применимости методов оценки профессиональных рисков в управлении охраной труда // Безопасность жизнедеятельности. – 2020. – № 12 (240). – С. 3-12.

15. Определение профессионального риска с помощью методики интегральной оценки условий труда. А.И. Сидоров [и др.] // Безопасность труда в промышленности. – 2021. – № 3. – С. 88-93. DOI: 10.24000/0409-2961-2021-3-88-93

16. Самчук-Хабарова Н.Я., Гапонов В.Л. Оценка профессиональных рисков с учетом человеческого фактора // Безопасность труда в промышленности. – 2020. – № 9. – С. 71-75. DOI: 10.24000/0409-2961-2020-9-71-75

17. Гигиенические аспекты безопасности медицинского труда и проблема оценки профессионального риска. И.П. Салдан, [и др.] // Гигиена и санитария. – 2019. – Т. 98. – № 1. – С. 49-54. DOI: 10.18821/0016-9900-2019-98-1-49-54

18. Фомин А.И., Грунковой Т.В. Комплексная оценка профессиональных рисков работников подземной группы при добыче нефти термощахтным способом // Безопасность труда в промышленности. – 2019. – № 3. – С. 81-86. DOI: 10.24000/0409-2961-2019-3-81-86

19. Zuñiga, M., Lagomarcino, A. J., Muñoz, S., Alonso, A. P., Rodriguez, M. A., & O’Ryan, M. L. (2022). A cross sectional study found differential risks for COVID-19 seropositivity amongst health care professionals in Chile. *Journal of Clinical Epidemiology*, 144, 72-83. doi:10.1016/j.jclinepi.2021.12.026.

20. Оценка психологического статуса врачей-урологов во время пандемии Covid-19. Ю.В. Красавцева [и др.] // Урология. – 2020. – № 3. – С. 5-9. DOI: 10.18565/urology.2020.3.5-9

Статья поступила в редакцию 13.04.2022

Статья принята к публикации 20.06.2022

УДК 331.8+658.382

DOI: 10.46548/21vek-2022-1158-0022

ОЦЕНКА ТЯЖЕСТИ ТРУДОВОГО ПРОЦЕССА НА РАБОЧЕМ МЕСТЕ

© Автор(ы) 2022

SPIN: 8069-4852

AuthorID: 505791

ORCID: 0000-0002-6134-5518

БУРАК Василий Евгеньевич, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, инженер по охране труда
*ООО "Группа компаний 1520"**(129090, Россия, Москва, проспект Мира, д. 24, стр.1, e-mail: web_b@rambler.ru)*

SPIN: 6441-4561

AutorID: 633528

ORCID: 0000-0002-5885-4696

ДОНЦОВ Сергей Александрович, кандидат технических наук, доцент кафедры «Управление безопасностью
в техносфере», руководитель магистерской программы «Управление охраной труда в компании»*Российский университет транспорта (МИИТ)**(127994, Россия, Москва, ул. Образцова д.9 стр. 9, e-mail: sdonzov@rambler.ru)*

SPIN: 3617-2518

AuthorID: 1100193

ORCID: 0000-0001-5939-8939

ПЛАТОНОВ Леонид Алексеевич, преподаватель*Сибирский юридический институт Министерства Внутренних Дел Российской Федерации
(660131, Красноярский край, г. Красноярск, ул. Рокоссовского, д. 20, e-mail: dp170050@gmail.com)*

Аннотация. Проанализированы результаты проведения специальной оценки условий труда на железнодорожном транспорте и РФ в целом, выявлено, что приоритетным вредным производственным фактором является тяжесть трудового процесса. Приведен ретроспективный анализ нормативных документов СССР и РФ, по гигиенической оценке, тяжести трудового процесса в рамках ранее существовавшей процедуры аттестации рабочих мест по условиям труда и ныне действующей специальной оценки условий. Отмечена неизменность показателей тяжести труда. Установлено, что при проведении специальной оценки условий труда количество рабочих мест с учтённым вредным фактором «тяжесть трудового процесса» увеличилась примерно в два раза. Авторами статьи высказано предположение, что это увеличение связано не с усилением за последние годы физической нагрузки на работника, а с недостаточной проработанностью методики, позволяющей достаточно вольно идентифицировать и оценивать вредные производственные факторы. Выявлена правовая коллизия, заключающаяся в том, что представители организации-заказчика и оценочной организации однозначно осознают наличие вредных условий труда на том или ином рабочем месте, понимают необходимость установления льгот и компенсаций для работника, а возможности существующего Классификатора не позволяют их учесть. Технологические возможности оборудования, средств измерений и реалии настоящего времени таковы, что требуют разработки актуальных нормативно-методических федеральных и отраслевых документов для оценки показателей тяжести трудового процесса.

Ключевые слова: гигиеническая классификация труда, тяжесть трудового процесса, методика, средства измерений, аттестация рабочих мест по условиям труда, специальная оценка условий труда.

ASSESSMENT OF THE SEVERITY OF THE LABOR PROCESS IN THE WORKPLACE

© The Author(s) 2022

BURAK Vasily Evgenievich, candidate of Agricultural Sciences, associate professor, occupational safety engineer
*LLC "Group of Companies 1520"**(129090, Russia, Moscow, Prospekt Mira, 24, p.1, e-mail: web_b@rambler.ru)***DONTSOV Sergey Alexandrovich**, candidate of technical sciences,
associate professor of the department "Safety Management in the Technosphere",
head of the master's program "Occupational Safety Management in the Company"
*Russian University of Transport (MIIT)**(127994, Russia, Moscow, Obraztsova str., 9, p. 9, e-mail: sdonzov@rambler.ru)***PLATONOV Leonid Alekseevich**, lecturer*Siberian Law Institute of the Ministry of Internal Affairs of the Russian Federation
(660131, Krasnoyarsk Territory, Krasnoyarsk, Rokossovsky str., 20, e-mail: dp170050@gmail.com)*

Abstract. The results of a special assessment of working conditions in railway transport and the Russian Federation as a whole are analyzed, it is revealed that the priority harmful production factor is the severity of the labor process. A retrospective analysis of the normative documents of the USSR and the Russian Federation, according to the hygienic

assessment, the severity of the labor process within the framework of the previously existing procedure for certification of workplaces according to working conditions and the current special assessment of conditions is given. The immutability of indicators of the severity of labor is noted. It was found that during a special assessment of working conditions, the number of jobs with the harmful factor "severity of the labor process" taken into account increased by about two times. The authors of the article suggest that this increase is not due to the increase in recent years of physical exertion on the employee, but to the lack of elaboration of the methodology that allows quite freely to identify and evaluate harmful production factors. A legal conflict has been identified, which consists in the fact that representatives of the customer organization and the evaluation organization are clearly aware of the presence of harmful working conditions at a particular workplace, understand the need to establish benefits and compensations for the employee, and the capabilities of the existing Classifier do not allow them to be taken into account. The technological capabilities of equipment, measuring instruments and the realities of the present time are such that they require the development of relevant regulatory and methodological federal and industry documents to assess the severity of the labor process.

Keywords: hygienic classification of labor, the severity of the labor process, methods, measuring instruments, certification of workplaces according to working conditions, special assessment of working conditions.

Для цитирования: Бурак В.Е. Оценка тяжести трудового процесса на рабочем месте / В.Е. Бурак, С.А. Донцов, Л.А. Платонов // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2022. – Т. 11. – № 2(58). – С. 125-130. – DOI: 10.46548/21vek-2022-1158-0022.

Введение. Прошло восемь лет после вступления в действие Федерального закона № 426 от 28.12.2013г «О специальной оценке условий труда» (СОУТ) [1-5]. Результаты СОУТ по новой методике оказались противоречивыми [6].

По ряду организаций, в т. по ОАО «РЖД», количеству рабочих мест с подтверждённым действием вредных факторов значительно уменьшилось.

Проведём сравнительный анализ несоответствия рабочих мест по «тяжести труда» при ранее существовавшей процедуре аттестации рабочих мест по условиям труда (АРМ) и актуальной в настоящее время СОУТ.

Так, например, в 2012 г в Холдинге при общей

численности работников в 907 тыс. (430 тыс. рабочих мест) показатель «тяжесть труда» в рамках аттестации рабочих мест по условиям труда (АРМПУТ) не соответствовал государственным нормативным требованиям охраны труда на 54 тыс. рабочих мест, а в 2022 г. в рамках постоянно проводимой СОУТ в ОАО «РЖД» насчитывается 313,5 тыс. рабочих мест, из них на вредные условия труда приходится 55 тыс. или 17% от их общего количества, в классе 3.2 – 21,7 тыс. рабочих мест, или 7% от их общего количества.

Соответствие и несоответствие рабочих мест в Холдинге государственным нормативным требованиям охраны и безопасности труда приведено в таблице 1.

Таблица 1 – Распределение рабочих мест в ОАО «РЖД» по результатам проведения СОУТ в 2021 г.

Полигоны ОАО «РЖД» (железные дороги)	Количество рабочих мест, ед.	Численность работающих, чел.	Проведена специальная оценка условий труда в ОАО «РЖД» в 2021 г.							
			Класс 1 и 2 условий труда (соответствует государственным требованиям)				Класс 3 и 4 условий труда (не соответствует государственным требованиям)			
			Количество рабочих мест, ед.	Численность работающих, чел.	Доля от количества рабочих мест, %	Доля от количества работающих, %	Количество рабочих мест, ед.	Численность работающих, чел.	Доля от количества рабочих мест, %	Доля от количества работающих, %
Петропавловское отделение Южно-Уральской железной дороги	1437	3885	0	0	0	0,0	0	0	0,0	0,00
Дальневосточная	3028	4037	560	739	87,91	79,46	77	191	12,09	20,54
Забайкальская	2534	2857	150	216	86,21	90,0	24	24	13,79	10,00
Восточно-Сибирская	2579	3099	1050	1206	99,34	99,34	7	8	0,66	0,66
Красноярская	2010	2259	109	126	85,16	82,89	19	26	14,84	17,11
Западно-Сибирская	3050	4129	189	215	100,0	100,0	0	0	0,0	0,0
Южно-Уральская	2306	2777	162	166	97,59	94,86	4	9	2,41	5,14
Свердловская	3796	5300	557	712	88,84	81,93	70	157	11,16	18,07
Куйбышевская	1997	2495	224	277	97,82	98,23	5	5	2,18	1,77
Приволжская	1437	1746	133	166	74,72	68,03	45	78	25,28	31,97
Юго-Восточная	1746	1939	214	285	93,45	95,32	15	14	6,55	4,68
Северо-Кавказская	2885	3314	496	605	91,11	90,30	49	65	8,99	9,70
Северная	2086	2748	197	221	85,65	74,41	33	76	14,35	25,59
Горьковская	2172	2792	258	337	97,73	98,25	6	6	2,27	1,75
Московская	3642	4448	104	123	74,29	60,29	36	81	25,71	39,71
Калининградская	416	580	14	15	63,54	51,72	8	14	36,36	48,28
Октябрьская	3420	4505	550	620	87,72	83,78	37	78	5,90	10,54
Холдинг в целом	313493	684810	35695	51031	73,83	49,76	12651	51525	26,17	50,24

Наибольшую долю от общего количества рабочих мест с вредными условиями труда занимают рабочие места со следующими производственными факторами: тяжесть труда – 42,7%, повышенный уровень шума – 31,2%, напряженность труда – 10,2%, вибрация общая – 4,3%, химический – 5,2%, микроклимат – 0,2%, прочие – 6,2% [7-8].

В настоящее время несмотря на использование новых технологий и оборудования вызывает озабоченность фактическое увеличение количества рабочих мест с вредными условиями труда по фактору «тяжесть трудового процесса».

Выяснение предпосылок и причин этого явления – основная задача данного исследования.

Цель – улучшение условий труда работников, занятых на тяжёлых физических работах.

Объекты исследования – нормативные методические материалы, регулирующие процедуры оценки условий труда; отчёты по СОУТ.

Методология. Одним из первых документов, определяющих представление о тяжести труда в рамках истории оценки условий труда в СССР-РФ, была инструкция Минздрава СССР от 12.08.1986 № 4137-86 «Гигиеническая классификация труда (по показателям вредности и опасности факторов производственной среды, тяжести и напряженности трудового процесса)» [9].

В ней под тяжестью труда понималась «характеристика трудового процесса, отражающая преимущественную нагрузку на опорно-двигательный аппарат и функциональные системы (сердечно-сосудистую, дыхательную и др.), обеспечивающие его деятельность».

В документе была приведена классификация условий труда по интенсивности действия вредных производственных факторов. Согласно данной инструкции показатель тяжести оценивался по семи факторам и распределялся по трем классам условий труда.

Данная инструкция была предназначена для гигиенической оценки существующих условий труда на рабочих местах и установления приоритетности в проведении оздоровительных мероприятий.

В утверждённом вслед за ней постановлением Госкомтруда СССР и Президиумом ВЦСПС в октябре 1986 г. «Типовом положении об оценке условий труда на рабочих местах», была более прагматично сформулирована цель мероприятий – обоснованное определение размеров доплат за работу с тяжелыми и вредными, особо тяжелыми и особо вредными условиями труда [10].

Что касается оценки тяжести труда, то принципиальный подход для её оценки с целью установления доплат не изменился. Суть его состоит в выборе отдельных факторов условий труда с вариациями по интенсивности их воздействия на организм работника.

Из прежних факторов по методике НИИ труда Госкомтруда СССР сохранились три с уточнёнными

формулировками – статическая нагрузка, динамическая нагрузка и максимальная разовая величина груза, поднимаемого вручную.

При этом по статической нагрузке увеличился нижний предел для I степени вредности, по динамической нагрузке и массе груза появились значения для II и III степени без уточнения по полу работника.

Исчезли ряд факторов, которые авторы типового положения посчитали незначимыми для целей установления доплат. Это мелкие стереотипные движения кистей, и пальцев рук, рабочая поза, наклоны корпуса и перемещение в пространстве.

Однако, появился новый фактор – сменный грузооборот при перемещении груза за смену с градацией по общей и региональной нагрузке.

В целом же количество учитываемых факторов условий труда для обоснования размеров доплат уменьшилось на 20,0%, количество значений по степеням вредности увеличилось на 16,7%.

На смену Гигиенической классификации труда (по показателям вредности и опасности факторов производственной среды, тяжести и напряженности трудового процесса) 1986 г. в 1994 г. было принято руководство Р 2.2.013-94 «Гигиенические критерии оценки условий труда по показателям вредности и опасности факторов производственной среды, тяжести и напряженности трудового процесса» [11]. Оно имело более широкие цели применения:

- установления факторов приоритетности в проведении оздоровительных мероприятий;
- создания банка данных по существующим условиям труда на уровне предприятия, района, города, региона, республики;
- определения административно-экономических санкций в связи с неблагоприятными условиями труда;
- АРМПУТ.

Кроме того, предполагалось использование гигиенических критериев и с иными целями по согласованию с Государственным комитетом санитарно-эпидемиологического надзора РФ.

Прямое обоснование размера доплат как одной из целей принятия гигиенических нормативов отсутствует. Однако, оно является смыслом и целью упомянутой выше АРМПУТ.

Понятие «факторы условий труда» были заменены на «показатели тяжести трудового процесса».

Третья степень третьего класса по массе груза была удалена.

Новый вариант гигиенических нормативов оказался значительно шире, чем предыдущий. В нем сохранились факторы – статическая и динамическая нагрузка, масса поднимаемого и перемещаемого груза. При этом степень задействования таких факторов как динамическая нагрузка и масса груза расширилась.

Вернулись показатели из первого документа [9] – стереотипные рабочие движения, рабочая поза, наклоны корпуса в смену и перемещение в

пространстве.

В целом, количество факторов увеличилось с 4-х до 8-ми, т.е. в 2 раза.

По физической динамической нагрузке и массе поднимаемого груза произошла дифференциация показателей для мужчин и женщин.

Социально-экономические изменения в государстве потребовали дальнейшего изменения законодательной базы по установлению льгот и преференций работников, подверженных воздействию вредных и опасных условий труда.

Взамен руководству Р 2.2.013-94 в 1999 г. было утверждено новое – «Гигиенические критерии оценки и классификация условий труда по показателям вредности и опасности факторов производственной среды, тяжести и напряженности трудового процесса. Руководство. Р 2.2.755-99» [12].

В нём вновь появилось определение понятия «тяжесть труда», дословно повторяющее инструкцию Минздрава СССР от 12.08.86 № 4137-86 [9].

Третья степень третьего класса условий труда по динамической нагрузке была удалена, что привело к тому, что третья степень в целом по тяжести труда исключена полностью.

Без изменений оставлены такие показатели как стереотипные рабочие движения и наклоны корпуса.

Все остальные показатели сохранены с расширением и уточнением значений.

Затем с 01 ноября 2005 г. было введено в действие новое Руководство, по гигиенической оценке, факторов рабочей среды и трудового процесса Р 2.2.2006-05 [13].

Вплоть до 2014 г. по нему проводился производственный контроль и АРМПУТ. В настоящее время проводится только оценка факторов производственной среды в рамках производственного контроля.

В этом руководстве сохранилось прежнее определение понятия «тяжесть» и все показатели тяжести трудового процесса. Сохранились в неизменном виде все значения показателей по классам вредности.

Все эти изменения означают, что к 2005 г.

окончательно сформировались представления о тяжести труда и критериях его оценки. Они просуществовали в практике охраны и безопасности труда 14 лет [14-16].

Обсуждение. С 24 января 2014 г., в связи с утверждением «Методики проведения специальной оценки условий труда» [17], произошла некоторая коррекция требований к оценке тяжести труда. Однако, она не коснулась перечня показателей и их значений.

Классификатор содержал те же показатели:

- рабочая поза,
- статическая нагрузка,
- наклоны корпуса тела работников,
- перемещение в пространстве.
- стереотипные рабочие движения,
- масса поднимаемого и перемещаемого груза вручную,
- физическая динамическая нагрузка,

По процедуре, изложенной в Методике [17], вредные факторы предварительно нужно идентифицировать относительно соответствия их наименований п.4 «Классификатора...»

На весь перечень факторов (показателей тяжести) распространяется ссылка «Классификатора» следующего содержания: «Идентифицируются как вредные и (или) опасные факторы только на рабочих местах, на которых работниками осуществляется выполнение обусловленных технологическим процессом (трудовой функцией) работ по поднятию и переноске грузов вручную, работ в вынужденном положении или положении «стоя», при перемещении в пространстве».

Надо полагать, эта ссылка не имеет особой смысловой нагрузки и на выбор конкретного показателя тяжести труда не оказывает существенного влияния.

Учитывая вышеизложенное, представляет интерес сравнение официальных данных по тяжести труда в РФ во время проведения АРМПУТ (2009 – 2013 гг.) и СОУТ (2014 – 2018 гг.) – рисунок 1 [18-19].

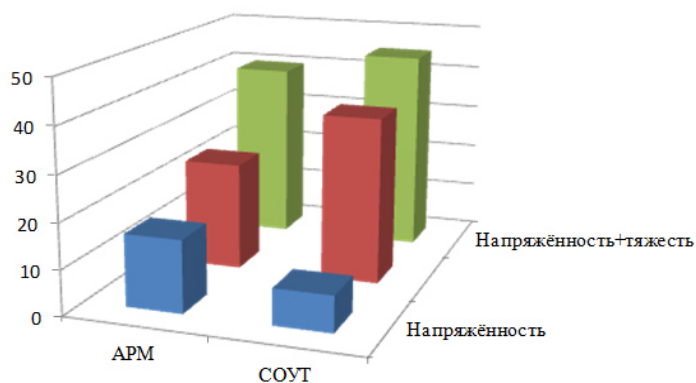


Рисунок 1 – Результаты АРМПУТ и СОУТ по тяжести и напряжённости трудового процесса в РФ

Результаты. Полученные данные показывают, что при неизменном выборе показателей тяжести труда, при проведении СОУТ количество рабочих мест с учтённым вредным фактором «тяжесть трудового

процесса» увеличилась примерно в два раза. При этом «родственный» показатель «напряжённость» трудового процесса уменьшился в два раза. По «напряжённости» можно понять причины резкого

снижения количества рабочих мест с зафиксированной той или иной степенью вредности:

- уменьшение количества учитываемых показателей и ограничение по ссылке «10» «Классификатора»;
- идентифицируются только при диспетчеризации производственных процессов, на рабочих местах операторов технологического оборудования и при управлении транспортными средствами.

В принципе, резкому уменьшению условий идентификации подверглись практически все факторы.

Сложилась ситуация, когда представители организации-заказчика и оценочной организации однозначно осознают наличие вредных условий труда на том или ином рабочем месте, понимают необходимость установления льгот и компенсаций для работника, а возможности классификатора не позволяют их учесть.

Тогда, в соответствии с № 426-ФЗ [1], эксперт идентифицирует фактор, наиболее близкий по условиям труда и менее других поддающийся повторному контролю, а комиссия его утверждает для дальнейшего исследования (измерения).

В итоге удельный вес доли тяжести трудового процесса как вредного производственного фактора необоснованно увеличивается среди иных производственных факторов.

Вместе с тем, для отдельных отраслей и организаций преобладание доли «тяжести трудового процесса» в структуре вредных и (или) опасных производственных факторов вполне понятно. Так, например, на полигоне Московской железной дороги [7-8] к 2021 г. 47% рабочих мест относятся по данному фактору к подклассу вредности 3.1.

С 2021 г. все аккредитованные лаборатории (центры), имеющие право проводить специальную оценку условий труда, были обязаны перейти на аттестованные методики. По тяжести труда – на «Методику измерений показателей тяжести трудового процесса для целей специальной оценки условий труда МИ ТТП.ИНТ-16.01-2018» [20].

В ней приняты некоторые терминологические уточнения и изменения. В частности, понятие «тяжесть труда» заменено на «тяжесть трудового процесса». Под ней понимается характеристика трудового процесса, отражающая физические нагрузки на опорно-двигательный аппарат и на функциональные системы организма работника.

Перечень показателей тяжести трудового процесса начиная с инструкции [9] остался неизменным и, надо признать, устаревшим.

Во многом неизменными, не смотря на огромный прогресс в разработке средств измерений (СИ), остались и способы получения значений показателей тяжести трудового процесса и их составных элементов:

- анализ документации;
- опрос;
- взвешивание с использованием средств измерений массы;

- измерение расстояния (длины пройденного груза) с использованием СИ длины;
- наблюдение;
- счёт;
- измерение с использованием СИ времени;
- измерение с использованием СИ силы;
- оценка при наблюдении (угол наклона);
- счёт с использованием шагомера.

Поскольку для получения значений в половине случаев СИ не требуются, не исключено, что и по новой методике качество исследований будет низким, а количество протоколов по тяжести трудового процесса будет превышать реальную значимость фактора среды.

Выводы. Прошло более 35 лет с момента официального опубликования первой Гигиенической классификации труда (по показателям вредности и опасности факторов производственной среды, тяжести и напряженности трудового процесса). Значительно вырос инструментальный и методический арсенал лабораторий. Настало время заменить архаичные, устаревшие методы оценки условий труда, прежде всего, по фактору «тяжесть трудового процесса» на более современные и эффективные.

В этих условиях необходима разработка новых или глубокая переработка существующих нормативных актов с подготовкой методических документов федерального и отраслевого уровней.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Федеральный закон «О специальной оценке условий труда» от 28.12.2013 N 426-ФЗ (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.01.2021).
2. Федеральный закон от 23.06.2014 N 160-ФЗ (ред. от 29.07.2017) «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации».
3. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 25.02.2022) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.03.2022).
4. Приказ Роструда от 02.06.2014 N 199 «Об утверждении рекомендаций по организации и проведению проверок соблюдения требований Федерального закона от 28 декабря 2013 г. N 426-ФЗ «О специальной оценке условий труда» организациями, уполномоченными на проведение специальной оценки условий труда».
5. Приказ Минздравсоцразвития РФ от 31.08.2007 N 569 "Об утверждении Порядка проведения аттестации рабочих мест по условиям труда" (Зарегистрировано в Минюсте РФ 29.11.2007 N 10577).
6. Официальный сайт Клинского института охраны труда. - [Электронный ресурс]. Специальная оценка условий труда: Клинский институт охраны и условий труда подвел итоги первой «пятiletки». – Режим доступа <http://www.trudcontrol.ru/press/special-ocenka/28722/specialnaya-ocenka-usloviy-truda-klinskiy-institut-ohrani-i-usloviy-truda-podvel-itogi-pervoy-pyatiletki>.
7. Анализ состояния условий и охраны труда в ОАО «РЖД» за 2020 год – М.: ЦБТ ОАО «РЖД» - 2021 – 105 с.
8. Официальный сайт ОАО «Российские железные дороги». – [Электронный ресурс]. – Режим доступа <https://www.rzd.ru/>.
9. Гигиеническая классификация труда (по показателям вредности и опасности факторов производственной среды, тяжести и напряженности трудового процесса). Инструкция Министерства здравоохранения СССР. Утверждена Зам. главного государственного санитарного врача А.И. Заиченко 12.08.1986г № 4137-86.
10. Постановление Госкомтруда СССР, ВЦСПС от 03.10.1986 N 387/22-78 "Об утверждении Типового положения

об оценке условий труда на рабочих местах и порядке применения отраслевых перечней работ, на которых могут устанавливаться доплаты рабочим за условия труда" (вместе с "Гигиенической классификацией труда (по показателям вредности и опасности факторов производственной среды, тяжести и напряженности трудового процесса)", утв. Минздравом СССР 12.08.1986 N 4137-86).

11. Гигиенические критерии оценки условий труда по показателям вредности и опасности факторов производственной среды, тяжести и напряженности трудового процесса. Руководство. Р 2.2.013-94. (утв. Госкомсанэпиднадзором РФ 12.07.1994).

12. Гигиенические критерии оценки и классификация условий труда по показателям вредности и опасности факторов производственной среды, тяжести и напряженности трудового процесса. Руководство. Р 2.2.755-99 (утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 23.04.1999).

13. Р 2.2.2006-05. 2.2. Гигиена труда. Руководство, по гигиенической оценке, факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда (утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 29.07.2005).

14. Burak V.E. Calculate the value of measurements of factors of the industrial environment by conducting special assessment of working conditions Labour Economics. – 2015. – Т. 2. – № 3. – С. 145.

15. Бурак В.Е. Анализ результатов оценки условий труда монтажера пути / В.Е. Бурак, Е.Н. Церковникова // Наука и образование транспорта. – 2019. – № 2. – С. 96-98.

16. Бурак В.Е. Объекты профессиональной деятельности одновременного наблюдения в специальной оценке условий труда В сборнике: Проблемы безопасности на транспорте. материалы XI международной научно-практической конференции. В 2 частях. Гомель, 2021. – С. 9-11.

17. Приказ Минтруда России от 24.01.2014 N 33н (ред. от 27.04.2020) «Об утверждении Методики проведения специальной оценки условий труда, Классификатора вредных и (или) опасных производственных факторов, формы отчета о проведении специальной оценки условий труда и инструкции по ее заполнению» (Зарегистрировано в Минюсте России 21.03.2014 N 31689).

18. Федеральное статистическое наблюдение: сведения о проведении специальной оценки условий труда в РФ.

19. Официальный сайт Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа <https://mintrud.gov.ru/>

20. Методика измерений параметров тяжести трудового процесса для целей специальной оценки условий труда (МИ ТТП.ИНТ-16.01-2018).

Статья поступила в редакцию 28.04.2022

Статья принята к публикации 20.06.2022

УДК 614.841.2.001.2

DOI: 10.46548/21vek-2022-1158-0023

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ СТЕПЕНИ ТЕРМИЧЕСКОГО ПОРАЖЕНИЯ ЛАКОКРАСОЧНЫХ ПОКРЫТИЙ
МЕТОДОМ СИНХРОННОГО ТЕРМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА**

© Автор(ы) 2022

SPIN-код: 8517-0475

Author ID: 414868

ORCID: 0000-0002-1925-2334

ResearcherID: AFE-5956-2022

ПРИНЦЕВА Мария Юрьевна, кандидат технических наук, доцент,
заместитель начальника отдела инструментальных методов и технических средств экспертизы пожаров
Исследовательского центра экспертизы пожаров

*Санкт-Петербургский университет Государственной противопожарной службы МЧС России
(193079, г. Санкт-Петербург, Октябрьская набережная, д. 35, e-mail: printseva75@mail.ru)*

SPIN-код: 9745-1685

Author ID: 975487

ORCID: 0000-0001-5466-7722

ЛОБАТОВА Ольга Витальевна, старший научный сотрудник отдела экспертизы пожаров
и организации подготовки экспертов Исследовательского центра экспертизы пожаров
*Санкт-Петербургский университет Государственной противопожарной службы МЧС России
(193079, г. Санкт-Петербург, Октябрьская набережная, д. 35, e-mail: olgalobatova@mail.ru)*

Аннотация. Лакокрасочные покрытия (ЛКП) нашли широко применение в разных сферах деятельности человека. При расследовании пожаров они являются ценным объектом исследования для получения информации при поиске очага пожара и причины пожара. Краски, являясь объектом криминалистической экспертизы, изучены достаточно подробно. Они исследуются для определения типа, вида, состава и идентификации. Исследование ЛКП проводится методом инфракрасной спектроскопии, элементного анализа, пиролизической газовой хроматографии, а также методом термического анализа. Методом термического анализа исследуются в основном лакокрасочные материалы, не подвергнутые тепловому воздействию. Целью данной статьи является исследование часто встречающихся при производстве пожарно-технических экспертиз ЛКП (масляная МА-15, нитроцеллюлозная НЦ-132 и пентафталева ПФ-115) методом термического анализа для определения степени их термического поражения. Исследование исходных (не подвергнутых тепловому воздействию) образцов и нагретых при температуре 100°C, 200°C, 300°C, 400°C и 500°C в течении 15 минут проводилось на приборе синхронного термического анализатора (ТГ/ДСК) *NETZSCH STA 449 F3 Jupiter*. В результате получены термоаналитические кривые исследуемых образцов ЛКП и предложено для оценки параметров нагрева использовать значения потери массы при температуре наибольшей скорости потери массы. Построены зависимости потери массы от температуры предварительного нагрева образцов. Выявлено, что по данным зависимостям возможно определение степени термических поражений лакокрасочных покрытий. Определено, что метод синхронного термического анализа может применяться для установления степени термического воздействия лакокрасочных материалов. Данные исследования помогут при проведении пожарно-технической экспертизы и установлении очага пожара.

Ключевые слова: лакокрасочные покрытия, лакокрасочные материалы, термический анализ, пожарно-техническая экспертиза, пожар, температурный нагрев, потеря массы, термические кривые, термические характеристики, распространение пожара.

**DETERMINATION OF THE DEGREE OF THERMAL DAMAGE TO PAINT COATINGS
BY SYNCHRONOUS THERMAL ANALYSIS**

© The Author(s) 2022

PRINTSEVA Maria Yurievna, candidate of technical sciences, associate professor, deputy head of the department of instrumental methods and technical means of fire examination Fire Expertise Research Centre

LOBATOVA Olga Vitalievna, senior researcher of the department of fire expertise Fire Expertise Research Centre
Saint-Petersburg University of State Fire Service of EMERCOM of Russia

(196105, St. Petersburg, Moskovskiy prospect, 149, e-mail: printseva75@mail.ru, olgalobatova@mail.ru)

Abstract. Paint coatings have found wide application in various fields of human activity. When investigating fires, they are a valuable object of research for obtaining information when searching for the source of the fire and the cause of the fire. Paints, being the object of forensic examination, have been studied in sufficient detail. They are examined to determine the type, type, composition and identification. The study of paint coatings is carried out by infrared spectroscopy, elemental analysis, pyrolytic gas chromatography, as well as by thermal analysis. The method of thermal analysis mainly examines paint and varnish materials that have not been exposed to heat. The purpose of this article is to study the

paint coatings (oil-based MA-15, nitrocellulose NC-132 and pentaphthalic PF-115) that are often encountered in the production of fire-technical examinations by thermal analysis to determine the degree of their thermal damage. The study of the initial (not exposed to heat) samples and heated at a temperature of 100°C, 200°C, 300°C, 400 °C and 500°C for 15 minutes was carried out on the device of a synchronous thermal analyzer (TG/DSC) NETZSCH STA 449 F3 Jupiter. As a result, thermoanalytical curves of the studied samples of paint coatings were obtained and it was proposed to use the values of mass loss at the temperature of the highest mass loss rate to estimate the heating parameters. The dependences of the mass loss on the preheating temperature of the samples are constructed. It was revealed that according to these dependencies, it is possible to determine the degree of thermal damage to paint coatings. It is determined that the method of synchronous thermal analysis can be used to determine the degree of thermal effect of paint and varnish materials. These studies will help in carrying out fire-technical expertise and establishing the source of the fire.

Keywords: paint and varnish coatings, paint and varnish materials, thermal analysis, fire and technical expertise, fire, temperature heating, mass loss, thermal curves, thermal characteristics, fire propagation.

Для цитирования: Принцева М.Ю. Определение степени термического поражения лакокрасочных покрытий методом синхронного термического анализа / М.Ю. Принцева, О.В. Лобатова // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2022. – Т. 11. – № 2(58). – С. 131-136. – DOI: 10.46548/21vek-2022-1158-0023.

Введение. Лакокрасочные покрытия (ЛКП) при проведении пожарно-технической экспертизы являются ценным объектом исследования для получения важной информации при поиске очага пожара. Изучение изменений различных физико-химических характеристик ЛКП в ходе пожара позволяет получить информацию в низкотемпературной зоне от 100 до 500°C. Данную информацию можно дополнить сведениями, полученными другими методами при исследовании неорганических материалов, таких как гипсы, бетоны, окалина и других материалов [1-4].

Лакокрасочное покрытие является многокомпонентной смесью в состав которой входят пленкообразующие вещества, отвердители, ускорители, разбавители, пигменты, растворители, сиккативы и наполнители. Кроме того, они могут содержать пластификаторы, стабилизаторы, поверхностно-активные вещества [5]. К наиболее распространенным типам лакокрасочных покрытий относятся: поливинилацетатные, масляные, эпоксидные, алкидные (пентафталевые, глифталевые), нитроцеллюлозные, воднодисперсионные и другие [6].

В настоящее время для определения степени термических поражений лакокрасочных материалов с целью установления очага пожара, причины пожара и путей распространения пожара широко применяются методы инфракрасной спектроскопии и элементного анализа [7-10]. Метод термического анализа также применяется для исследования лакокрасочных материалов с целью идентификации их [11] и для исследования огнезащитных покрытий для определения термоаналитических характеристик, природы и состава [12-16]. В данной работе проведены исследования по определению возможности применения метода синхронного термического анализа для установления температурного воздействия в ходе пожара на лакокрасочные покрытия.

Термический анализ - группа методов используемых для изучения веществ и материалов, а также физико-химических свойств, возникающих в них под воздействием температуры. К методам термического анализа относятся термогравиметрический метод

(ТГ), дифференциально-термогравиметрический метод (ДТГ), дифференциально-термический метод (ДТА), метод дифференциально-сканирующей калориметрии (ДСК) и другие. Синхронный термический анализ (СТА) объединяет два метода – метод ДСК и ТГ [17,18].

Методология. Целью данной работы являлось проведение исследований для изучения возможности применения синхронного термического анализа для установления степени термического поражения лакокрасочных покрытий.

В качестве объектов исследования были выбраны наиболее распространённые в торговых сетях и часто встречающиеся при выполнении пожарно-технических экспертиз ЛКП: масляная МА-15, нитроцеллюлозная НЦ-132 и пентафталевая ПФ-115. При подготовке проб к исследованию краска наносилась на металлические образцы размером 5x5 см согласно инструкции изготовителя кистью с натуральным ворсом вручную при комнатной температуре. После нанесения первого слоя образец сушился в течении 24 часов при комнатной температуре и затем наносился второй слой краски. Исследование образцов проводили после полного высыхания.

Для получения термических кривых исходных и подверженных термическому воздействию ЛКП проводился нагрев образцов в муфельной печи при температуре 100°C, 200°C, 300°C, 400°C и 500°C. Время выдержки в муфельной печи составляло 15 мин.

Термический анализ проводили на приборе синхронного термического анализатора (ТГ/ДСК) NETZSCH STA 449 F3 Jupiter (Германия) при следующих условиях: начальная температура 30°C, конечная температура 800°C, скорость нагрева 20°C/мин, атмосфера – воздух, расход воздуха 100 мл/мин, тип тигля – Al_2O_3 , масса каждого образца около 5 мг.

Результаты и обсуждение. На рисунке 1 представлены термические кривые исходных лакокрасочных покрытий МА-15, НЦ-132 и ПФ-115. Как видно из термоаналитических кривых термическое

воздействие на покрытие приводит к постепенному разложению и выгоранию его органической части, которое протекает в два этапа. До 400-500°C обугливается органическая часть покрытия, при температуре выше 500°C она начинает выгорать. На третьем этапе при температуре выше 600°C разлагаются неорганические компоненты покрытия [19, 20].

Разложение масляной краски МА-15 начинается при температуре около 150°C. Интенсивное разложение происходит в области 300-400°C и 400-500°C с максимальной скоростью потери массы 8,4 %/мин при температуре 485°C. Зольный остаток при 700°C составляет 50%. Термические кривые краски ПФ-115 и МА-15 схожи. Однако разложение ПФ-115 начинается раньше (при 98°C), а разложение органической части происходит в областях 80-200°C, 300-400°C и 420-520°C с максимальной скоростью разложения 6,6 %/мин при температуре 483°C. Зольный остаток при 700°C составляет 54%. Температуры максимумов ДСК пиков для красок МА-15 (397°C и 489°C) и ПФ-

115 (399°C и 492°C) также схожи. Однако для ЛКП ПФ-115 характерно присутствие эндотермического пика с температурой 118°C связанного, вероятнее всего, с разложением какой-либо добавки входящей в данную краску. Термограмма лакокрасочного покрытия НЦ-132 незначительно отличается от термограмм красок МА-15 и ПФ-115. Разложение НЦ-132 начинается при 180°C, разложение органической части происходит в областях 150-250°C, 250-350°C и 450-550°C с максимальной скоростью потери массы 10,3 %/мин при температуре 341°C. Зольный остаток при 700°C составляет 6,1%. Отличие по кривым ДСК краски НЦ-132 от красок МА-15 и ПФ-115 состоит в температурах экзотермических пиков. Для краски НЦ-132 первый экзотермический максимум равен 196°C, а второй 523°C.

По представленным термическим кривым видно, что органическая часть анализируемых ЛКП практически полностью выгорает при температуре более 500°C.

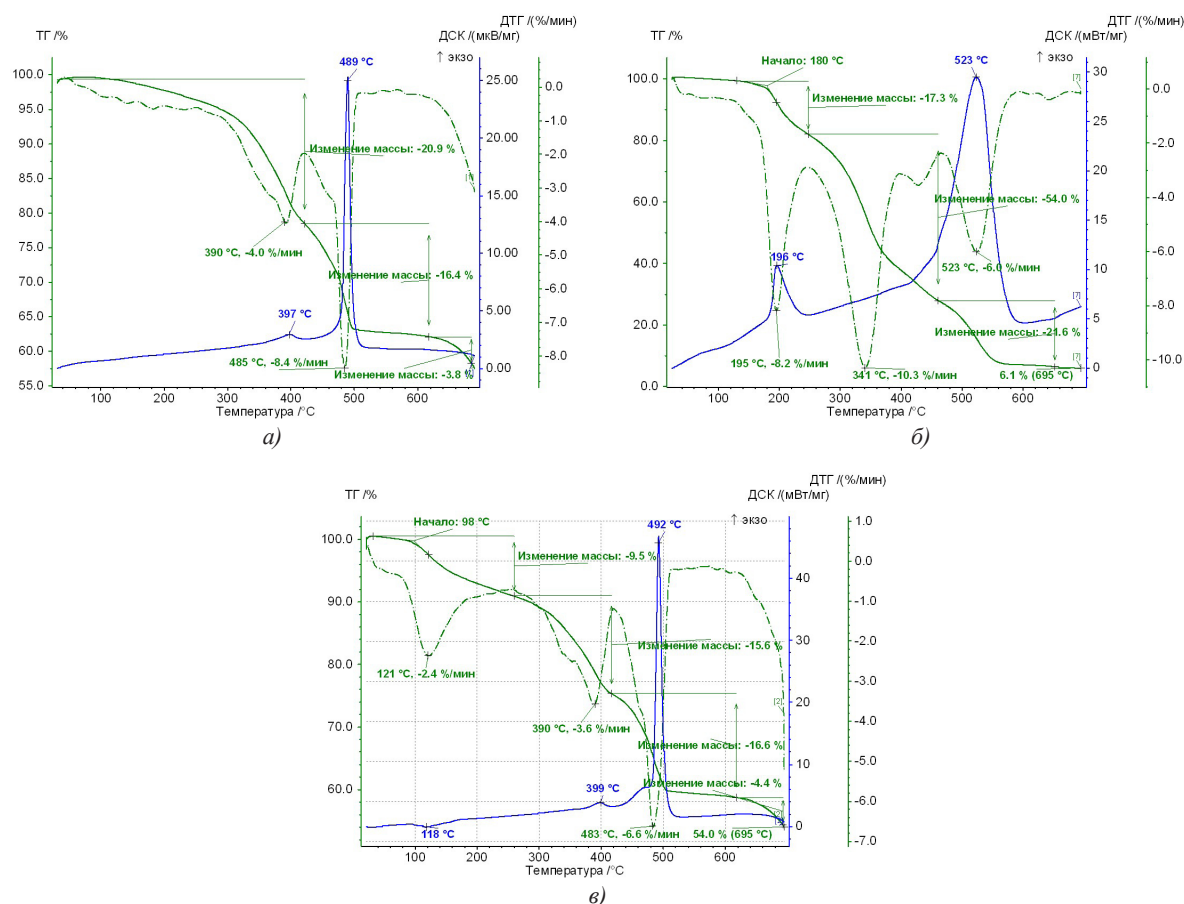


Рисунок 1 – Термические кривые лакокрасочных покрытий: МА-15 (а), НЦ-132 (б), ПФ-115 (в)

На рисунках 2 и 3 представлены ДТГ и ТГ кривые исходных ЛКП и предварительно прогретых при разных температурах.

В результате анализа полученных термических кривых в качестве оценки параметров нагрева были выбраны значения потери массы в точке наибольшей скорости потери массы (ДТГ) (рис. 2). Для этого на кривых ДТГ находили точки максимального

значения скорости потери массы, затем по кривым ТГ определялись значения потери массы в процентах для каждого образца (рис. 3).

Анализ термических кривых показал значительное снижение потери массы образцов при максимальных скоростях разложения с увеличением температуры нагрева. Причем значительное снижение потери массы начинается после 300°C.

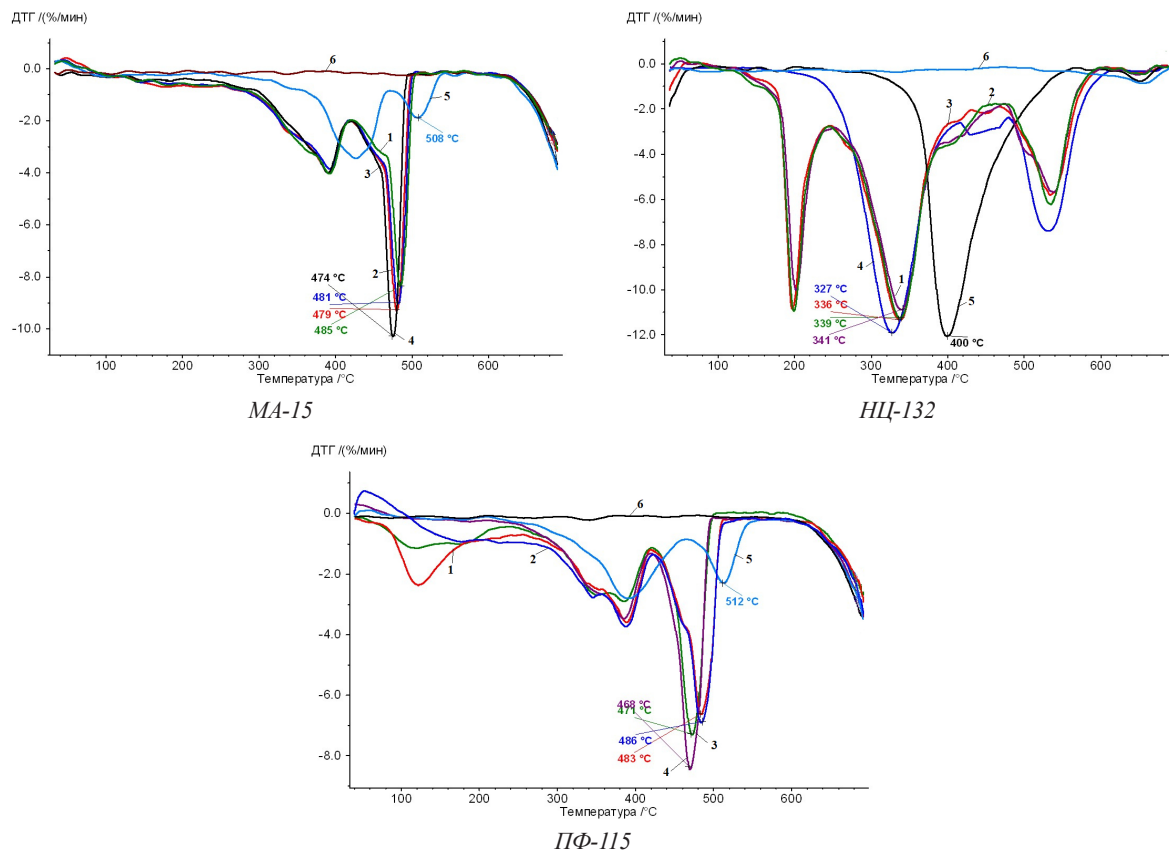


Рисунок 2 – ДТГ кривые лакокрасочных покрытий:
 1 – исходное ЛКП; 2 – 100°C; 3 – 200°C; 4 – 300°C; 5 – 400°C; 6 – 600°C

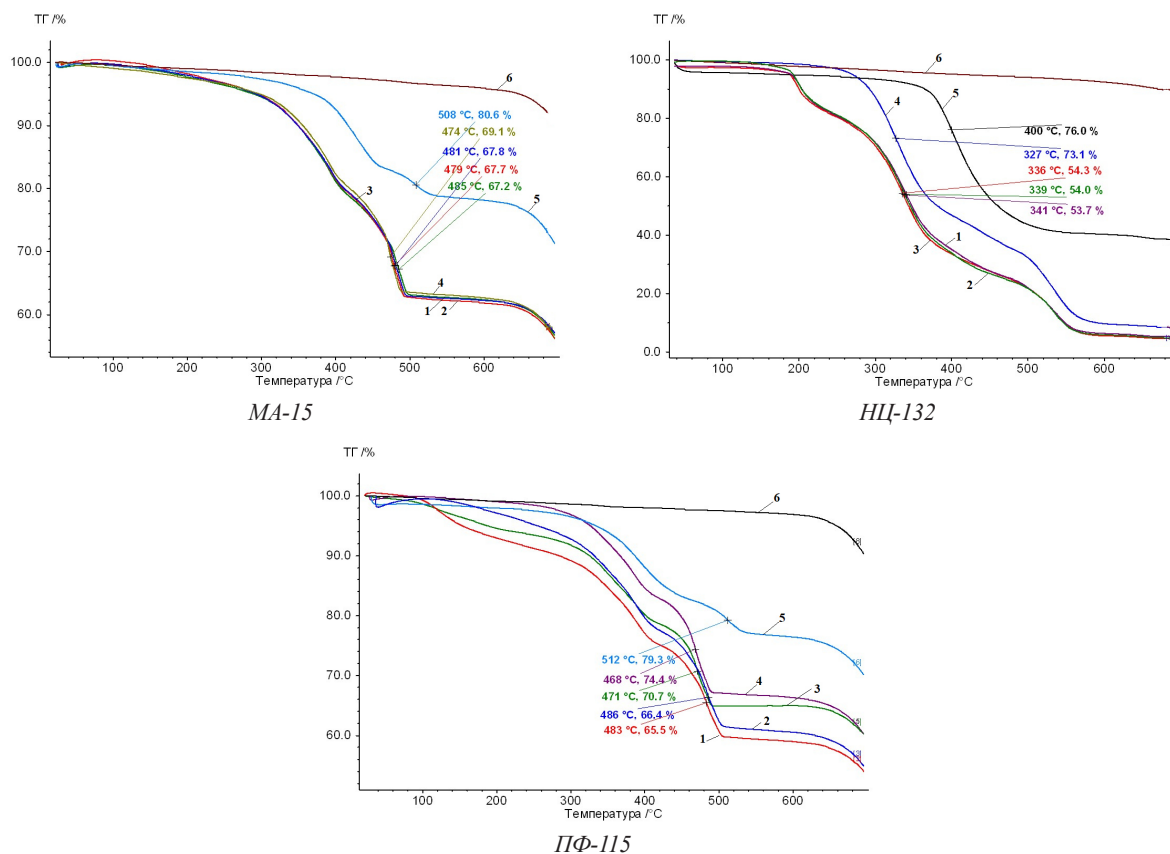


Рисунок 3 – ДТГ кривые лакокрасочных покрытий:
 1 – исходное ЛКП; 2 – 100°C; 3 – 200°C; 4 – 300°C; 5 – 400°C; 6 – 600°C.

На рисунке 4 представлены зависимости потери массы от температуры нагрева. Наличие монотонно убывающей зависимости потери массы от температуры нагрева ЛКП позволяет использовать данную величину, определенную методом термического анализа, в качестве критерия степени термического поражения лакокрасочных покрытий на месте пожара. Зависимость потери массы от температуры нагрева анализируемых ЛКП описывается полиномиальной

кривой третьего порядка, достоверность аппроксимации для них превышает 0,96 ($R^2=0,9986$ для краски МА-15, $R^2=0,9566$ для краски НЦ-132, $R^2=0,9874$ для краски ПФ-115).

В случае отсутствия образца ЛКП в базе термоаналитических данных, необходимо для исследования образцов ЛКП, изъятых с места пожара, отбирать пробы сравнения или наименее разрушенные пробы.

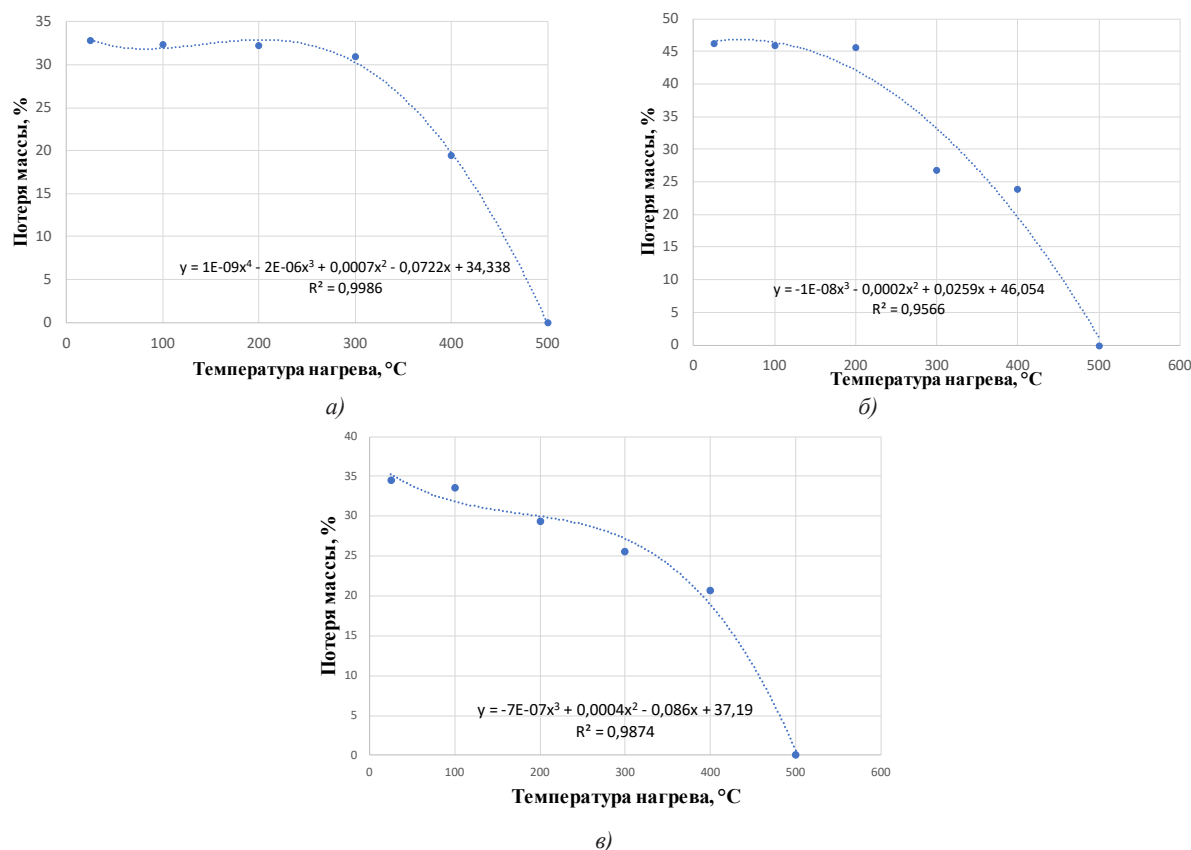


Рисунок 4 – Зависимость потери массы от температуры предварительного нагрева для лакокрасочных покрытий: МА-15 (а), НЦ-132 (б), ПФ-115 (в)

Выводы. Полученные результаты показали, что, определяя методом синхронного термического анализа значение потери массы при температуре максимальной скорости разложения лакокрасочного покрытия можно оценить степень его температурного воздействия. Полученные данные позволят получить дополнительную информацию необходимую пожарно-техническому эксперту для установления зон термических поражений в области от 100 до 500°C и выявить температуры нагрева в точках отбора проб ЛКП. Использовать полученные данные можно для оценки степени термического поражения лакокрасочных материалов с целью поиска очага пожара.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Зырянов, В.С. Определение степени термического поражения бетонов на основе цемента ОАО «Ангарскцемент» методом ИК-спектроскопии / В.С. Зырянов, К.Л. Кузнецов, А.А. Шеков // Вестник Восточно-Сибирского института МВД России. – 2015. – №3(74). – С. 36-42.

2. Дементьев, Ф.А. Исследование гипса методом синхронного термического анализа для целей установления температурного режима нагрева / Ф.А. Дементьев, Е.В. Наймушин, Д.Ю. Минкин // Технологии техносферной безопасности. – 2013. – № 5. – С. 1-7.

3. Наймушин, Е.В. Изучение материалов на основе гипса для целей пожарно-технической экспертизы методом синхронного термического анализа / Е.В. Наймушин, Ф.А. Дементьев, Е.В. Артамонова // Технологии техносферной безопасности. – 2013 – №6(52). – С. 35-40.

4. Плотникова, Г.В. Экспертное исследование цементного камня после температурного воздействия / Г.В. Плотникова, Л.В. Дашко, В.Д. Синюк // Пожаровзрывобезопасность. – 2015. – Т. 24. – №12. – С. 22-32.

5. Buzzini, P. Forensic sciences. Paints, Varnishes, and Lacquers / P. Buzzini, W. Stoecklein // Encyclopedia of Analytical Science. – 2005. – P. 453-464.

6. Tomas J.S. Learner. Analysis of Modern Paints. – Los Angeles: Yale University Press, 2004. – 210 p.

7. Галишев, М.А. Изучение изменения элементного состава лакокрасочного покрытия при нагреве для установления направленности распространения горения на пожаре / М.А. Галишев, А.Ю. Лебедев // Вестник Санкт-Петербургского университета государственной противопожарной службы МЧС России. – 2021. – №3. – С.37-43.

8. Плотникова, Г.В. Возможности ИК-Фурье спект-

роскопии в исследовании термически поврежденных лакокрасочных покрытий / Г.В. Плотникова, А.А. Шеков, А.С. Горбунов // Научный дайджест. – 2021. – № 4. – С.136–143.

9. Руденко, М.Б. Установление признаков термической деструкции акриловых лакокрасочных покрытий кузовов автотранспортных средств с целью производства пожарно-технической экспертизы / М.Б. Руденко, Д.Г. Шашин // Эксперт-криминалист. – 2020. – № 1. – С. 25-29.

10. Руденко, М.Б. Исследование термической деструкции акриловых лакокрасочных покрытий на примере лакокрасочного покрытия BRULEX с целью производства пожарно-технической экспертизы / М.Б. Руденко // Судебная экспертиза. – 2019. – № 2 (58). – С. 73–80.

11. Исламова, С.Т. Особенности идентификации лакокрасочных материалов методом термического анализа / С.Т. Исламова // Композиционные материалы. – 2019. – №3. – С. 81–84.

12. Беззапонная, О.В. Диагностика температуры воздействия пожара на огнезащитные покрытия интумесцентного типа методами термического анализа / О.В. Беззапонная, А.С. Пискашева, И.А. Ефимов и [и др.]. // Техносферная безопасность. – 2019. – № 4 (25). – С.72-80.

13. Ustinov, A. Improvement of Methodology for Assessing Fire-Protective Efficiency of Intumescent Coatings Applied on Metal Constructions / A. Ustinov, A. Babikova, O. Zybina, D. Lobov, S. Printseva, I. Klapyuk, M. Shkitronov // E3S Web of Conferences. – 2021. – V.320. doi:10.1051/e3sconf/202132002009.

14. Fateha, T. An experimental study of the thermal performance of a novel intumescent fire protection coating / T. Fateha, E. Guillaumeb, P. Joseph // Fire Safety Journal. – 2017. – V.92. – P. 132-141. DOI.org/10.1016/j.firesaf.2017.05.021.

15. Jimenez, M. Kinetic analysis of the thermal degradation of an epoxy-based intumescent coating / M. Jimenez, S. Duquesne, S. Bourbigot // Polymer Degradation and Stability. – 2009. – V.94. – I.3 – P. 404-409. DOI.org/10.1016/j.polymdegradstab.2008.11.021.

16. Павлович, А.В. Огнезащитные вспучивающиеся лакокрасочные покрытия / А.В. Павлович, А.С. Дринберг, Л.Н. Машляковский. – Москва: ЛКМ-пресс, 2018. – 488 с.

17. Принцева, М.Ю. Термический анализ при исследовании объектов судебной пожарно-технической экспертизы: учебное пособие / М.Ю. Принцева, И.Д. Чешко, Е.Д. Андреева [и др.]. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, 2018. – 128 с.

18. Ситникова, В.Е. Методы термического анализа. Практикум / В.Е. Ситникова, А.А. Пономарева, М.В. Успенская. – Санкт-Петербург: Университет ИТМО, 2021. – 152 с.

19. Андреева, Е.Д. Применение термического анализа при исследовании и экспертизе пожаров: методическое пособие / Е.Д. Андреева, М.Ю. Принцева, С.А. Кондратьев [и др.]. – Москва: ВНИИПО, 2013. – 60 с.

20. Ключников, В.Ю. Применение методов термического анализа при производстве пожарно-технических экспертиз / В.Ю. Ключников, Л.В. Дашко, А.В. Добня, Г.В. Плотникова // Пожаровзрывобезопасность. – 2012. – №7. – Т.21. – С.47-51.

Статья поступила в редакцию 18.04.2022

Статья принята к публикации 20.06.2022

УДК 614.8.015

DOI: 10.46548/21vek-2022-1158-0024

**ГОТОВНОСТЬ К РИСКУ: НЕОБХОДИМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ ПОДГОТОВКИ
СОТРУДНИКОВ МЧС**

© Автор(ы) 2022

SPIN: 7706-5722

AuthorID: 679983

ORCID: 0000-0001-5664-6001

ScopusID: 57223114008

НАЗАРОВА Ольга Михайловна, кандидат педагогических наук,

доцент кафедры «Гуманитарные дисциплины»

*ПКИТ (ф) «Московский государственный университет технологий и управления им. К.Г. Разумовского**(Первый казачий университет)»**(440006, г. Пенза, ул. Володарского 6)*

доцент кафедры «Педагогика и психология»

*Пензенский государственный университет**(440026, г. Пенза, ул. Красная, 40, e-mail: nazarovaolgam@mail.ru)*

SPIN: 4576-2949

AuthorID: 963936

ORCID: 0000-0002-7010-3422

САЙФЕТДИНОВА Марьям Кяримовна, кандидат педагогических наук,

доцент кафедры «Гуманитарные дисциплины»

*ПКИТ (ф) «Московский государственный университет технологий и управления им. К.Г. Разумовского**(Первый казачий университет)»**(440006, г. Пенза, ул. Володарского 6, e-mail: s-small@bk.ru)*

SPIN: 2619-9023

AuthorID: 541461

ORCID: 0000-0002-4111-6558

ResearcherID: AAB-2542-2021

ГАРЬКИН Игорь Николаевич, кандидат исторических наук,

доцент кафедры «Управление качеством и технология строительного производства»

*Пензенский государственный университет архитектуры и строительства**(440028, г. Пенза, ул. Германа Титова, 28, e-mail: igor_garkin@mail.ru)*

Аннотация. В настоящей статье представлены результаты реализованного социально - психологического исследования в форме анкетирования по вопросу относительно анализа готовности к риску действующих и будущих (студентов специализированного ВУЗа) сотрудников МЧС. При написании работы был реализован анализ специальной социально – психологической литературы, что позволило определить теоретико – методологическую основу данной статьи. В рамках данной работы определена степень принятия решения студентами поступления в ВУЗ по направлениям подготовки, связанных в дальнейшей службой в МЧС. Исследование было реализовано среди студентов – будущих спасателей и сотрудниками МЧС, большинство из которых мужчины. Все испытуемые студенты имеют прямую положительную мотивацию к профессиональной реализации в рядах МЧС, осознавая опасность и экстремальность профессии. Так же выявлена степень готовности студентов профессионально реализовываться в условиях постоянного риска для жизни. Выявлен факт того, что подготовленность к рискованной профессиональной реализации связана с физической и психологической подготовленностью, с постоянным личностным развитием, что позволило выявить способы личностной подготовки к условиям рискованной работы.

Ключевые слова: риск, подготовка, компетенции, МЧС, студенты, социологическое исследование, анкетирование.

RISK-TAKING: NECESSARY COMPETENCIES FOR THE TRAINING OF EMERGENCY PERSONNEL

© The Author(s) 2022

NAZAROVA Olga Mikhailovna, candidate of pedagogical Sciences,

associate professor of the Department of Humanities

*PKIT (f) Moscow State University of Technology and Management named after K.G. Razumovsky**(First Cossack University)**(440006, Penza, Volodarsky str. 6, e-mail: s-small@bk.ru)*

associate professor of the Department of Pedagogy and Psychology

Penza State University

(40 Krasnaya str., Penza, 440026, e-mail: nazarovaolgam@mail.ru)

SAYFETDINOVA Maryam Karimovna, candidate of pedagogical sciences,
associate professor of the Department of "Humanities"

*PKIT (f) of the Moscow State University of Technology and Management named after K.G. Razumovsky
(First Cossack University)*

(440006, Penza, Volodarsky str. 6, e-mail: s-small@bk.ru)

GARKIN Igor Nikolaevich, candidate of historical sciences, associate professor of the
Department "Quality Management and Technology of Construction Production"

Penza State University of Architecture and Construction

(440028, Penza, Herman Titov str., 28, e-mail: igor_garkin@mail.ru)

Abstract. This article presents the results of the implemented socio-psychological research in the form of a questionnaire on the issue of risk readiness analysis of current and future (students of a specialized university) employees of the Ministry of Emergency Situations. When writing the work, an analysis of special socio-psychological literature was implemented, which made it possible to determine the theoretical and methodological basis of this article. Within the framework of this work, the degree of decision-making by students of admission to the university in the areas of training related to further service in the Ministry of Emergency Situations was determined. The study was carried out among students - future rescuers and employees of the Ministry of Emergency Situations, most of whom are men. All tested students have a direct positive motivation for professional implementation in the ranks of the Ministry of Emergency Situations, realizing the danger and extreme nature of the profession. The degree of readiness of students to be professionally realized in conditions of constant risk to life was also revealed. The fact that readiness for risky professional realization is associated with physical and psychological readiness, with constant personal development has been revealed, which made it possible to identify ways of personal preparation for the conditions of risky work.

Keywords: risk, training, competencies, Ministry of Emergency Situations, students, sociological research, questionnaire.

Для цитирования: Назарова О.М. Готовность к риску: необходимые компетенции подготовки сотрудников МЧС/О.М. Назарова, М.К. Сайфетдинова, И.Н. Гарькин // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2022. – Т. 11. – № 2(58). – С. 137-142. – DOI: 10.46548/21vek-2022-1158-0024.

Введение. Техногенные аварии и природные катаклизмы, приводящие к огромным материальным и людским жертвам, являются неизменными спутниками технического прогресса. В противовес им в нашей стране мы можем сопоставить Министерство Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий

Методология. При анализе специальной социально – психологической литературы выделяют три ведущих концепции относительно понимания сущности понятия «риск»:

– риск надситуативен, является своеобразной активностью, риск связан с самоутверждением (В.А. Петровский; Т.В. Корнилова);

– риск – есть выбор между несколькими альтернативами с учетом и измерением вероятностных ошибок или неудач (Ю.Козелецкий; В.В.Кочетков);

– риск – рассматривается с позиции ситуации и индивидуально – группового поведения в ней, что лежит в основе социально – психологической сущности понятия «риск».

Несмотря на то, что в рассмотренных концепциях сущность понятия «риск» отличается, но они однозначно и единообразно соотносят риск с оценкой, поэтому есть вероятность того, что риск – это «прогностическая оценка вероятности».

В основу данной работы как теоретико – методологический пласт, легли труды В.А.Петровского, А.А. Деркача, В.П. Третьякова, Ю. Козелецкого, Н.Е.

Задорожнюк, Гарькина И.Н., Сайфетдиновой М.К., Агафонкина Н.В [1-3]. Кроме того, при исследовании использованы материалы психологических исследований особенностей профессиональной активности [4-13].

Сравнительные характеристики работников, связанных с экстремальным профилем деятельности, стали базой для проведения итогового анализа [14-20].

Результаты. Проведено анкетирование студентов МГУТУ и сотрудников МЧС с целью – выявить уровень готовности к профессиональному риску.

Задачи анкетного опроса:

1. Определить степень осознанности принятия решения студентами поступления в ВУЗ по направлениям подготовки, связанных в дальнейшем с работой в МЧС;

2. Определить степень осознанности принятия решения о месте работы сотрудниками органов МЧС;

3. Выявить степень готовности студентов работать в условиях постоянного риска для жизни;

4. Выявить способы личностной подготовки к условиям рискованной работы.

В анкетировании, проведенном при помощи гнездовой выборки, приняли участие 100 студентов МГУТУ и 100 сотрудников МЧС. В обоих случаях большую часть опрошенных составляют мужчины. Среди студентов соотношение 63% и 47%, среди работающих 75% и 25% (рис. 1).

Обсуждение. Анализ ответов респондентов показал, что большая часть студентов – 85% осознан-

но поступили в высшее учебное заведение на направление подготовки, связанное с дальнейшей профессиональной деятельностью в структурах МЧС (рис. 2). Неосознанно выбор сделали 15%. Значит, в основном обучающиеся готовы к работе в рискованных ситуациях и скорее всего планируют работу в этом направлении.

Причинами такого выбора профессиональной подготовки могут выступать: склонность к рисковому поведению, готовность к рисковому поведению, стремление к осуществлению социально-значимой спасательной деятельности или же на выбор повлияли личностные характеристики (удовлетворение амбиций в трудоустройстве на стабильную, престижную и перспективную работу).

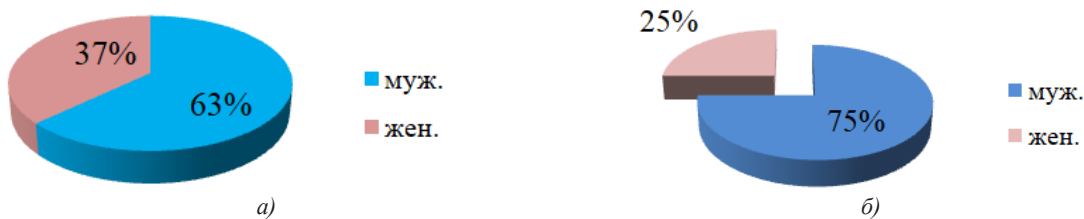
Аналогичный результат показали ответы сотрудников МЧС, большая часть которых 95% поступили на данную работу осознанно и лишь 5% сделали

неосознанный выбор (рис. 3). Неосознанный выбор может быть связан с несоответствием ожиданий и реальной работой, с влиянием на принятие решения каких-либо лиц и др.

Планируют работать в структурах МЧС 96% студентов, а 4% не предполагают. Полученные данные позволяют говорить о соответствующем высоком уровне осознанности выбора направления подготовки и учебного заведения студентами (рис. 4).

На вопрос о степени осознанности студентами того, что будущая работа сопряжена с риском для жизни и здоровья, 95% ответили утвердительно, 5% отрицательно (рис. 5).

Специалисты, работающие в МЧС по направлениям деятельности распределились следующим образом: работа в «поле» (пожарный, спасатель) – 60%, административная и офисная работа – 25% и 15% соответственно (рис. 6).



а) Рисунок 1 – Распределение респондентов по половому составу
а) среди студентов; б) среди работающих

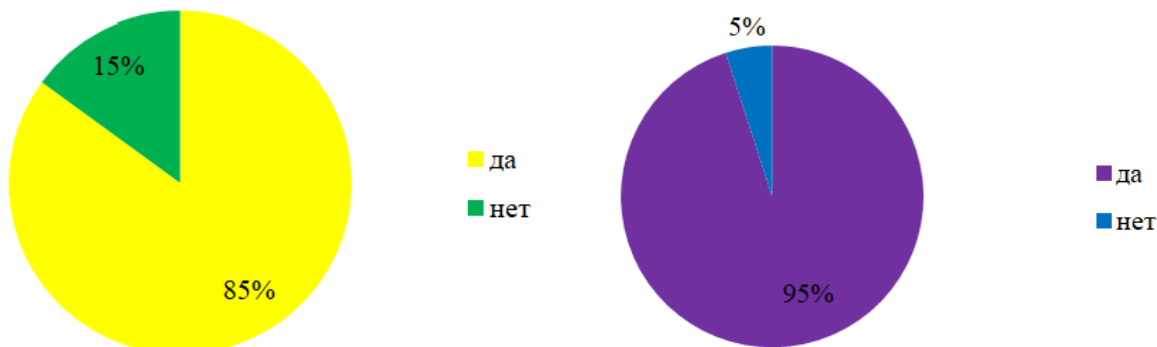


Рисунок 2 – Распределение ответов студентов на вопрос: «Осознанно ли Вы поступили в высшее учебное заведение?»

Рисунок 3 – Распределение ответов работающих на вопрос: «Осознанно ли Вы поступили на работу в структуру МЧС?»



Рисунок 4 – Распределение ответов студентов на вопрос о том, планируют ли работать в МЧС

Рисунок 5 – Степень осознанности студентами того, что будущая работа сопряжена с риском для жизни и здоровья

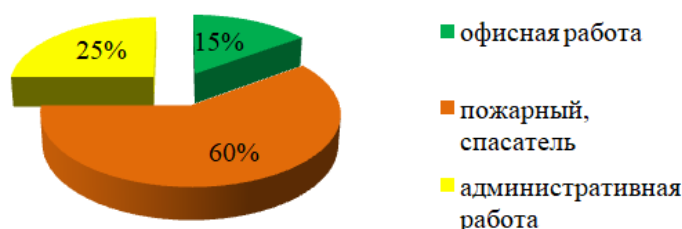


Рисунок 6 – Направление деятельности опрошенных сотрудников МЧС

Можно предположить, что студенты, не осознающие, что трудовой путь может быть связан с риском, предполагают, что будущая работа будет связана с сопутствующей офисной и административной работой.

Студенты о способах подготовки к ситуациям, сопряженным с риском, выделили следующие варианты ответов (в вопросе разрешалось выбрать два ответа) (рис. 7):

1. Главное – это физическая подготовка (37%);
2. Важно быть готовым психологически (33%);
3. Нужно уметь комбинировать, постоянно развиваться (30%).

Сотрудники МЧС отметили, что (в вопросе разрешалось выбрать два ответа) (рис. 8):

1. главное – это физическая подготовка (25%);
2. важно быть готовым психологически (35%);
3. нужно уметь комбинировать, постоянно развиваться (40%).

Исходя из ответов обеих групп, можно сказать, только в сумме: физическая подготовка, психологическая

подготовленность и постоянное личностное развитие позволят эффективно осуществлять трудовую деятельность в рискованных ситуациях.

Среди способов физической подготовки мнения студентов и сотрудников примерно совпали и в среднем выглядят так (рис. 9):

- самостоятельные физические занятия 23% (бег, зарядка, физические упражнения);
- занятия с тренером в спортзале и бассейне 65%;
- посещение спортивных секций 12% (боевые искусства, скалолазание и др.).

Выбирая методы психологической подготовки, студенты и сотрудники немного разошлись во мнениях (рис. 10):

- а) саморазвитие (обучающая литература, видеоролики, интернет) (выбрали 27% студентов и 10% сотрудников);
- б) участие в семинарах, тренингах, конференциях (выбрали 33% и 18% соответственно);
- в) стажировки в МЧС (выбрали 34% студентов);
- г) участие в учениях (55% сотрудников).

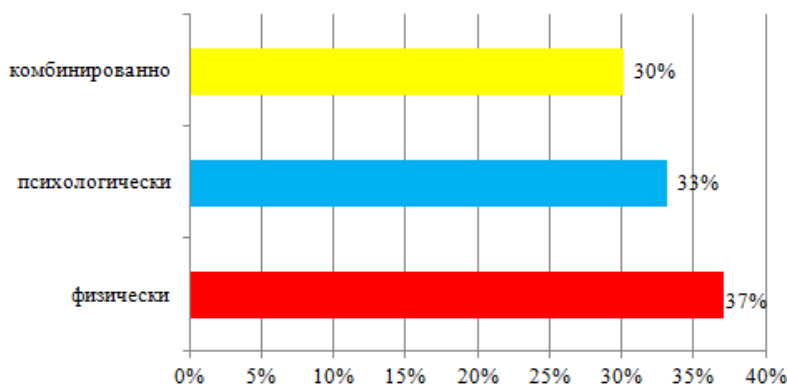


Рисунок 7 – Распределение ответов студентов на вопрос: «Как вы планируете подготовить себя к ситуациям, сопряженным с риском?»

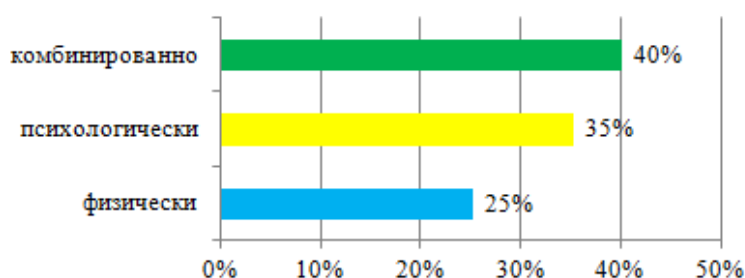


Рисунок 8 – Распределение ответов специалистов МЧС на вопрос: «Как вы планируете подготовить себя к ситуациям, сопряженным с риском?»

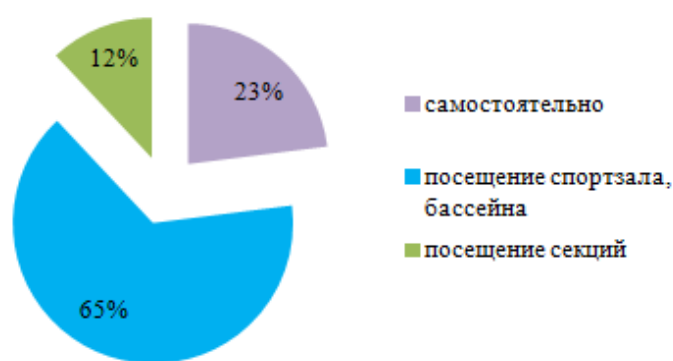


Рисунок 9 – Способы физической подготовки

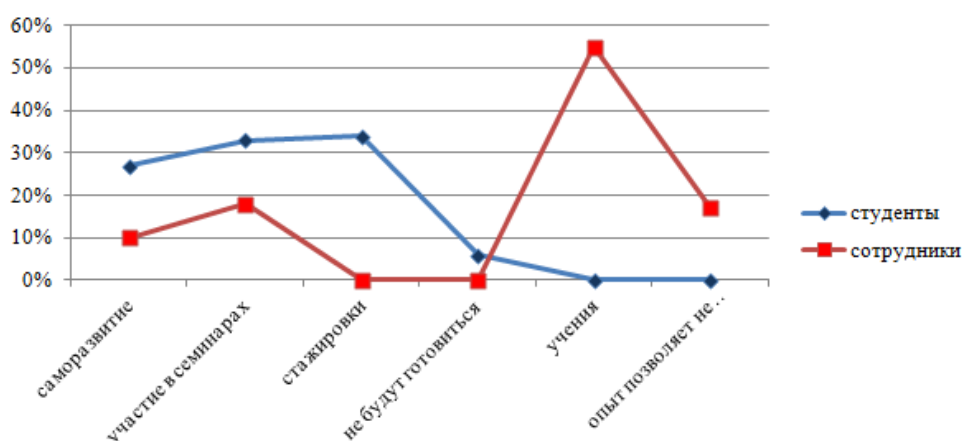


Рисунок 10 – Способы психологической подготовки к рисковым ситуациям в профессиональной деятельности

Небольшая часть студентов – 6% считают, что специально готовиться не нужно, во время стрессовой ситуации все придет само собой. Среди сотрудников 17% выбрали аналогичный вариант «уже не готовлюсь, имею богатый опыт». Оценка полученных данных позволяет сделать вывод о том, что не готовиться психологически к условиям работы в стрессовых условиях могут только опытные компетентные специалисты. Теоретическая подготовка влияет на повышение уровня общей готовности к риску и способствует эффективной деятельности в сложных ситуациях.

Выводы. Итак, результаты проведенного анкетирования позволяют сделать следующие выводы:

1. Выявлена высокая степень осознанности выбора учебного заведения среди студентов.
2. Выявлена высокая степень осознанности выбора трудовой деятельности среди специалистов МЧС.
3. Студенты МГУТУ проявляют высокую степень осознанности того, что будущая работа связана с риском для жизни и здоровья.
4. Действительно с рисковыми ситуациями связана работа более половины (60%) сотрудников МЧС.
5. Подготовленность к рискованной работе связана физической и психологической подготовленностью, с постоянным личностным развитием.
6. Сравнительный анализ аналогичных данных по студентам других профилей, связанных с экстремальной деятельностью, показывает схожую динамику по показателям осознанности и способам подготовки себя к ситуациям, связанным с риском.

ремальной деятельностью, показывает схожую динамику по показателям осознанности и способам подготовки себя к ситуациям, связанным с риском.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Назарова О.М., Гарькин И.Н. Психолого – педагогическое сопровождение обучающихся в рамках образовательного процесса // Образование и наука в современном мире. Инновации. Научный журнал. Изд. - во ПГУАиС, 2018. – № 3 (16). – С. 24-31.
2. Гарькин И.Н. Медведева Л.М. Профорентация: первый этап построения карьеры // Вестник Сургутского государственного педагогического университета. – 2018. – №2 – 133-138
3. Агафонкина Н.В. Некоторые аспекты разработки программ повышения квалификации для экспертов-строителей // Вестник Костромского государственного университета. Серия: Педагогика. Психология. Социокинетика. – 2018. – Т. 24. – № 4. – С. 175-177
4. Mandel, B.R. Modern psychology of Management: textbook. Moscow; Berlin: Direkt-Media, 2019. – 349 с.
5. Ilyin E.P. Differential psychology of professional activity. - SPb: Peter, 2008. – 432 с.
6. Gerchikov V.I. Typological Concept of Labor Motivation Part 1 // Motivation and Remuneration of Labor. – 2005. – №2. – С. 53 - 62.
7. Gerchikov V.I. Personnel Management: An Employee – the Company's Most Effective Resource / V.I. Gerchikov. - M.: IN-FRA-M, 2008. - 282 с.
8. Heckhausen H. Motivation and Activity. – Spb. – M.: Peter-Semeslo, 2003. – 864 с.
9. Bockhareva L.P., Vinogradova N.A., Vinogradov O.S., Temnikova A.V. Psychological nuances of personnel resources management/ Organizational-economic and innovative-technological problems of modernizing the economy of Russia: collection of articles of the IX International Scientific-Practical Conference

of the ISIC PGAU. – Penza: PGAU Publishing House. – 2020. – p.55 - 58.

10. Ilyin E.P. Motivation and motives. SPb: Peter, 2011. – 508 с.

11. Maslow A. Motivation and personality. Moscow [et al.]: Peter. – 2013. – 351 с.

12. Mack-Clelland D. Human Motivation. - St. Petersburg: Peter, 2007. – 672 с.

13. Organization psychology: textbook / A.B. Leonova, T.Y. Bazarov, M.M. Abdullaeva et al; ed. by A.B. Leonova. - Moscow: INFRA-M, 2020. – 429 с.

14. Бочкарева Л.П., Виноградов О.С., Виноградова Н.А., Морозова А.В., Гуляева Э.Ю. Подготовка кадровых военных с учетом психологических особенностей профессии //В сб.: Развитие рынка труда на современном этапе социально-экономических преобразований. сборник статей III Всероссийской научно-практической конференции. Пенза, – 2020. – С. 25-28.

15. Бочкарева Л.П., Виноградов О.С., Виноградова Н.А., Водолазов А.С. Управление психологическими ресурсами в организации на примере специалистов техносферной безопасности/ International Journal of Medicine and Psychology. – 2021. – Т. 4. – № 1. – С. 71-77.

16. Юлина Г.Н., Белушкина О.А., Качан О.Б. Психологическое исследование профессионального выгорания медицинских работников службы медицины катастроф// В сборнике: Национальная безопасность в эпоху Индустрии 4.0 Сборник научных статей по материалам Всероссийской научно-методической конференции с международным участием. Под редакцией И.В. Палаткина, И.С. Санду. – 2019. – С. 131-137.

17. Ширванов А.А., Камнева Е.В. Факторы профессионального «выгорания» сотрудников МЧС России // Научные и образовательные проблемы гражданской защиты. – 2016. – № 2 (29). – С. 105-108.

18. Demerouti E., Mostert K., Bakker A. Burnout and work engagement: a thorough investigation of the independency of both constructs // J. of Occupational Health Psychology. – 2010. – № 3. – С. 209-222.

19. Белорожев О.Н. Педагогические условия формирования способности курсантов к активному взаимодействию в чрезвычайных ситуациях//Педагогическое образование в России. – №4. – 2017 – С.95-99

20. Горин С.С., Паршина А.Ю., Мартынюк В.А., Гуляева Э.Ю. Комплекс мероприятий по предотвращению чрезвычайных ситуаций // E-Scio. – 2019. – № 3 (30). – С. 85-91.

Статья поступила в редакцию 16.05.2022

Статья принята к публикации 20.06.2022

УДК 614.8

DOI: 10.46548/21vek-2022-1158-0025

**ПСИХОЛОГО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПОДГОТОВКИ ЧЛЕНОВ ДОБРОВОЛЬНОЙ
ПОЖАРНОЙ ДРУЖИНЫ ВУЗА К ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ
В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ**

© Автор(ы) 2022

SPIN-код: 7110-5245

AuthorID: 582281

ORCID: 0000-0002-2346-5121

СОШИНА Наталья Леонидовна, кандидат психологических наук,
доцент кафедры общетехнических дисциплин и безопасности жизнедеятельности
Курский государственный университет (КГУ),
(305000, РФ, г. Курск, ул. Радищева, 33е-mail: kalanchuk81@mail.ru)

SPIN-код: 8264-7738

AuthorID: 535228

ORCID: 0000-0002-7208-6144

НЕПОБЕДНЫЙ Максим Витальевич, кандидат педагогических наук,
доцент кафедры общетехнических дисциплин и безопасности жизнедеятельности
Курский государственный университет (КГУ)
(305000, РФ, г. Курск, ул. Радищева, 33е-mail: nepobedny@rambler.ru)

SPIN-код: 5813-1617

AuthorID: 894232

ORCID: 0000-0001-5933-3166

НАГОРНЫЙ Роман Владимирович, руководитель ДПД КГУ,
старший преподаватель кафедры общетехнических дисциплин и безопасности жизнедеятельности
Курский государственный университет (КГУ)
(305000, РФ, г. Курск, ул. Радищева, 33е-mail: nagornyroman1970@mail.ru)

Аннотация. Одним из условий обеспечения безопасности на территории образовательного учреждения в случае возникновения чрезвычайных ситуаций (ЧС) является подготовка обучающихся и персонала к эффективным действиям в ЧС и создание добровольной пожарной дружины (ДПД). В целях установления эффективности и основных направлений совершенствования подготовки членов ДПД ВУЗа к обеспечению безопасности в ЧС было сформулировано понятие «готовность к обеспечению безопасности в ЧС» и определены ее основные компоненты; проведен теоретический анализ научной литературы, программ, практического опыта подготовки и результатов деятельности отряда ДПД (на примере отряда индустриально-педагогического факультета Курского государственного университета (ИПФ КГУ)). В статье рассмотрены психолого-педагогические аспекты формирования различных компонентов готовности членов ДПД к обеспечению безопасности в ЧС; для оценки уровня сформированности психоэмоционального и коммуникативного компонента среди обучающихся, входящих в состав отряда ДПД ИПФ, проведено исследование уровня их нервно-психологической устойчивости (методика «Прогноз-2» В.Ю. Рыбникова), стратегий поведения в конфликтных ситуациях (тест К. Томаса, адаптированный Н.В. Гришиной) и оценка социально-психологического климата в отряде (экспресс-методика О.С. Михалюк, А.Ю. Шальто). На основе результатов проведенного исследования обоснована необходимость повышения уровня развития коммуникативного компонента готовности членов отряда ДПД ИПФ к обеспечению безопасности в ЧС посредством реализации специальной программы социально-психологического тренинга и совершенствования прочих компонентов путем расширения спектра вовлечения членов ДПД в совместную добровольческую (волонтерскую) деятельность.

Ключевые слова: добровольная пожарная дружина, безопасность, чрезвычайная ситуация.

**PSYCHOLOGICAL AND PEDAGOGICAL ASPECTS OF TRAINING OF MEMBERS
OF THE VOLUNTARY FIRE BRIGADE OF THE UNIVERSITY
FOR ENSURING SAFETY IN EMERGENCY SITUATIONS**

© The Author(s) 2022

SOSHINA Natalya Leonidovna, candidate of psychological sciences,
associate professor of department of all-technical disciplines and safety of life
NEPOBEDNYY Maksim Vitalyevich, candidate of pedagogical sciences,
associate professor of department of all-technical disciplines and safety of life
NAGORNY Roman Vladimirovich, head of the Voluntary Fire Brigade of KSU,
senior lecturer of department of all-technical disciplines and safety of life
Kursk State University (KSU)

(305000, Russian Federation, Kursk, Radishcheva str., 33,

e-mails: kalanchuk81@mail.ru, nepobedny@rambler.ru, nagornyroman1970@mail.ru)

Abstract. One of the conditions for ensuring safety on the territory of an educational institution in the event of an emergency is the preparation of students and staff for effective actions in an emergency, the creation of a voluntary fire brigade (DPD), etc. The article deals with the psychological and pedagogical aspects of the preparation of the members of the DPD of the University to ensure safety in an emergency: the goals and objectives of the functioning of the DPD of the university, the components of the readiness of the members of the DPD to ensure safety in an emergency and the features of their formation during the implementation of a special training program (on the example of the detachment of the Industrial pedagogical Faculty of Kursk State University (IPF KSU)). Among the students who are part of the DPD squad of the KSU IPF, a study was conducted on the level of their neuropsychological stability, features of behavior in conflict situations and an assessment of the socio-psychological climate in the group. The necessity of increasing the level of development of the communicative component of the readiness of DPD members to ensure safety in emergencies through the implementation of a special program of socio-psychological training and improvement of other components by expanding the range of involvement of DPD members in joint voluntary (volunteer) activities and the introduction of digital technologies into the educational process of their preparation is substantiated.

Keywords: volunteer fire brigade, safety, emergency.

Для цитирования: Сошина Н.Л. Психолого-педагогические аспекты подготовки членов добровольной пожарной дружины вуза к обеспечению безопасности в чрезвычайных ситуациях / Н.Л. Сошина, М.В. Непобедный, Р.В. Нагорный // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2022. – Т. 11. – № 2(58). – С. 143-149. – DOI: 10.46548/21vek-2022-1158-0025.

Введение. По статистике, в Российской Федерации в 2020 г. преобладающими являлись ЧС техногенного происхождения (50,5%) (в том числе пожары), на них же приходится 98,8% от общего количества погибших в ЧС [1, с. 13]. На территории Курской области расположена Курская атомная станция и ряд химически опасных объектов [2]. Обобщенный индивидуальный риск гибели человека в ЧС для области составляет $8,605 \times 10^{-5}$, индивидуальный риск гибели при пожарах – $6,431 \times 10^{-5}$ [1, с. 54], что превышает допустимые значения – $6,920 \times 10^{-6}$, в соответствии с [3]. Одной из наиболее вероятных локальных ЧС техногенного характера является пожар, поскольку по частоте возникновения пожаров помещения учебно-воспитательного назначения находятся на третьем месте: 294 и 340 пожаров в 2020 и 2019 г. соответственно [1, с. 64], из них 19 и 36 пожаров – в учреждениях высшего, послевузовского, профессионального образования [1, с. 70].

Проблеме формирования навыков и готовности к безопасному поведению в ЧС посвящены труды В.Г. Воловича, А.В. Гостюшина, М.А. Котика, В.А. Сидоркина, А.Т. Смирнова, И.К. Топорова, С.П. Черного, О.С. Ширяевой и др.; проблеме подготовки добровольных пожарных дружин – труды Алдошина Е. А, Мельник О. Е., Мальцевой А.Н., Солнцева В.О., Шапошника Д.С. и др. В формировании готовности членов ДПД к обеспечению безопасности в ЧС важную роль играет создание реальных моделей широкого круга сценариев ЧС, проведение тренировок в экстремальных условиях, для которых характерно принятие решений в условиях неопределенности, дефицита времени, внезапного изменения обстановки, что не всегда возможно смоделировать на базе ВУЗа. На настоящий момент существует ряд исследований [4-11] в области внедрения цифровых технологий и применения

виртуальной среды, способствующей формированию опыта принятия решений и действий по спасению и оказанию помощи пострадавшим, проведению аварийно-спасательных работ, пожаротушению и др. С помощью специального программного обеспечения обучающиеся с достаточной степенью достоверности могут погружаться в виртуальную профессиональную среду для выполнения профессиональных задачи в различных условиях.

Одним из важных условий обеспечения безопасности на территории образовательного учреждения в случае возникновения ЧС является подготовка обучающихся и персонала к эффективным действиям в ЧС, а также создание ДПД и спасательных отрядов ВУЗов, их активное привлечение к профилактической работе и поддержание готовности к действиям в наиболее вероятных ЧС на территории ВУЗа.

В целях реализации в Курской области ФЗ «О добровольной пожарной охране» от 06.05.2011 года № 100 – ФЗ без государственной регистрации и приобретения прав юридического лица 11.11.2011 года зарегистрировано Общественное объединение добровольной пожарной охраны – «Добровольная пожарная дружина федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Курский государственный университет» (ДПД КГУ), – членами которого являются 162 добровольца (18 работников и 144 обучающихся шестнадцати факультетов) (на 2019 г.) [12].

Целью ДПД КГУ является ведение профилактической работы, содействие пожарной охране и участие в проведении аварийно-спасательных работ на территории КГУ в ЧС.

Основные задачи ДПД КГУ:

– осуществление противопожарной пропаганды в целях формирования общественного сознания сотрудников и обучающихся ВУЗа в области пожарной

безопасности;

– организация соревнований по пожарно-прикладному спорту, конкурсов, викторин по вопросам пожарной безопасности, смотров дружин юных пожарных для обучающихся общеобразовательных учреждений;

– участие в выработке решений по вопросам пожарной безопасности и контроль за соблюдением установленного противопожарного режима на территории КГУ;

– надзор за исправным состоянием и готовностью к применению средств противопожарной защиты;

– обеспечение безопасности персонала и обучающихся в ЧС, участие в спасении людей и имущества, оказание первой помощи пострадавшим на территории и объектах КГУ [12].

На основании материала проведенных нами ранее исследований [13-14] обосновано понятие готовности к обеспечению безопасности в ЧС и определены ее основные компоненты. Так, под готовностью членов ДПД к обеспечению безопасности в ЧС мы будем понимать их способность грамотно и эффективно организовывать безопасные действия обучающихся и работников ВУЗа в ЧС, совместно с другими членами ДПД выполнять мероприятия по оказанию помощи и спасению людей, культурных и материальных ценностей, содействовать пожарной охране и аварийно-спасательным формированиям.

Основными компонентами готовности членов ДПД к обеспечению безопасности в ЧС, на наш взгляд, являются: когнитивный (специальные знания о причинах возникновения ЧС и механизме воздействия их поражающих факторов, способах обеспечения личной и общественной безопасности, алгоритмах действий в различных ЧС; умение анализировать и прогнозировать развитие ЧС, производить оценку обстановки; навыки самооценки эффективности действий), деятельностный (практические умения и навыки применения пожарно-технического вооружения, средств индивидуальной и коллективной защиты, оказания первой помощи; личный опыт безопасного поведения и обеспечения безопасности); психоэмоциональный (психологическая устойчивость и способность адекватно воспринимать сложившуюся ситуацию в ЧС, контролировать эмоциональное состояние и поведение), коммуникативный (навыки конструктивного общения в стрессогенных и чрезвычайных ситуациях, умение работать в команде) и мотивационно-аксиологический (осознание ответственности в вопросах обеспечения личной и общественной безопасности в ЧС, интерес к совершенствованию своей компетентности в данной области).

Основная часть членов отряда ДПД ИПФ КГУ – это обучающиеся по направлению подготовки 20.03.01 "Техносферная безопасность", которые получают специальные знания, умения и навыки в ходе освоения образовательной программы бакалавриата, готовясь к решению задач в области

защиты персонала производственных предприятий, населения, материальных и культурных ценностей, окружающей среды, как в условиях нормального функционирования объектов, так и в аварийных ситуациях и ЧС. У прочих обучающихся, входящих в состав отряда ДПД ИПФ, формирование способности создавать и поддерживать безопасные условия жизнедеятельности, в том числе при возникновении ЧС (универсальная компетенция УК-8), реализуется в рамках изучения дисциплины «Безопасность жизнедеятельности». Помимо этого, в соответствии с Приказом Министерства РФ по делам Гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий от 12.12.2007 г. N 645 (с изм. на 22.06.2010 года) «Об утверждении Норм пожарной безопасности «Обучение мерам пожарной безопасности работников организаций»», члены отряда ДПД ИПФ проходят обучение по специальной программе, которая включает основы организации тушения пожаров, проведения поисково-спасательных и аварийно-спасательных работ, пожарно-профилактическую, пожарно-техническую, пожарно-строевую подготовку и вопросы охраны труда. Члены ДПД также проходят обучение на базе Учебно-методического центра ГО ЧС Курской области по программе «Спасателей Курского регионального отделения Всероссийской общественной молодежной организации «Всероссийский студенческий корпус спасателей» в целях расширения знаний, умений и навыков не только в области обеспечения безопасности при пожаре, но и в других ЧС.

Вступление в члены ДПД КГУ является добровольным, что может свидетельствовать о заинтересованности обучающихся, входящих в состав отряда, в формировании своей компетентности в данной сфере, об осознании ими значимости и личной ответственности в решении проблемы обеспечения личной и общественной безопасности в ЧС.

Таким образом, у членов отряда ДПД ИПФ достаточно сформирован когнитивный и деятельностный компонент готовности к обеспечению безопасности в ЧС за счет теоретической и практической подготовки в ходе обучения по программе бакалавриата и дополнительного обучения по специальным программам, а также мотивационно-аксиологический компонент (в силу добровольности вступления в ДПД).

Важным компонентом готовности членов отряда ДПД ИПФ к действиям в ЧС является их нервно-психологическая устойчивость (НПУ) (основа психоэмоционального компонента). Высокий уровень НПУ свидетельствует о наличии высокого адаптационного ресурса человека и способности эффективно осуществлять деятельность, как в типовых, так и в экстремальных условиях [15]. НПУ имеет индивидуальный для каждой личности предел сопротивляемости психоэмоциональному напряжению, переутомлению, нарушению нормального функционирования организма и противодействия срыву

психической деятельности [16].

Коммуникативный компонент готовности членов отряда ДПД к обеспечению безопасности в ЧС выражается, прежде всего, в навыках конструктивного общения в различных стрессогенных и чрезвычайных ситуациях (в том числе в конфликтных) и в умении работать в команде. Выполнение мероприятий по эвакуации, содействие в тушении пожара, спасение материальных ценностей и др. – это командная работа, т.е. особая форма организации коллективной деятельности, в которой ее члены дополняют друг друга, компенсируя слабые стороны. В результате командного взаимодействия возможно достичь более высоких результатов, чем работая поодиночке; команда обеспечивает возможность осуществления функций, которые «не по плечу» отдельным её членам [17]. «Работа в команде» предполагает умение адаптироваться в коллективе, вести аргументированный и конструктивный диалог; признавать свои ошибки и принимать другую точку зрения; как руководить, так и подчиняться в зависимости от задачи; сдерживать амбиции и др. [17].

Эффективность деятельности группы (исход событий в ЧС) зависит от психологического климата и сплоченности ее членов, согласованности и скоординированности их действий, от их стратегий поведения в конфликте и др. Современная психология

не рассматривает конфликты как негативные, деструктивные явления. Конструктивные или деструктивные последствия конфликта определяются прежде всего тем, какие стратегии преодоления возникающих конфликтов избирает человек [18]. Психogramмы специалистов экстремального профиля традиционно включают такие ПВК, как уравновешенность и самообладание в конфликте, навыки конструктивного общения.

Методология. В целях установления эффективности и основных направлений совершенствования подготовки членов ДПД ВУЗа к обеспечению безопасности в ЧС среди обучающихся, входящих в состав отряда ДПД ИПФ КГУ, в 2020-2021 г. проведено исследование уровня их НПУ (методика «Прогноз-2» В.Ю. Рыбникова), их стратегий поведения в конфликтных ситуациях (тест К. Томаса, адаптированный Н.В. Гришиной) и оценка социально-психологического климата в отряде (экспресс-методика О.С. Михалюк, А.Ю. Шальто).

Результаты. Результаты исследования уровня НПУ обучающихся, входящих в отряд ДПД ИПФ (группа А), проведенного с применением методики «Прогноз-2» В.Ю. Рыбникова, приведены в таблице 1, для сравнения взяты результаты, полученные в группах обучающихся, не входящих в состав ДПД (группа Б, В).

Таблица 1 – Результаты исследования уровня НПУ обучающихся

Наименование группы	Всего, человек	Уровень НПУ		
		1 (высокая) 9 – 10 стень	2 (хорошая) 6 – 8 стень	3 (удовлетворительная) 3 – 5 стень
Количество обучающихся с различным уровнем НПУ, %				
Группа А	15	40%	53%	7%
Группа Б	30	13%	67%	20%
Группа В	32	16%	66%	18%

По результатам проведенной психодиагностики можно сделать следующие выводы:

– во всех группах большинство опрошенных (53-67%) имеет хороший уровень НПУ, для которого характерна низкая вероятностью нервно-психических срывов, адекватная самооценка и оценка окружающей действительности; возможны лишь единичные нарушения поведения в напряженных ситуациях (ЧС);

– различия, полученные в группе Б и В не являются статистически значимыми (число степеней свободы равно 2; значение критерия χ^2 составляет 0,423; критическое значение χ^2 при уровне значимости $p < 0.05$ – 5,991; связь между факторным и результативным признаками статистически не значима, уровень значимости $p > 0.05$; $p = 0,810$);

– обнаружены статистически значимые различия по результатам, полученным в группа А и Б (значение критерия χ^2 составляет 18,390; критическое значение χ^2 при уровне значимости $p = 0.01$ составляет 9,21; связь между факторным и результативным признаками статистически значима при уровне значимости $p < 0,01$; $p < 0,001$);

– обнаружены статистически значимые различия

по результатам, полученным в группа А и В (значение критерия χ^2 составляет 11,804; критическое значение χ^2 при уровне значимости $p = 0.01$ составляет 9,21; связь между факторным и результативным признаками статистически значима при уровне значимости $p < 0.01$; $p = 0.003$).

Таким образом, значительно больше обучающихся, входящих в отряд ДПД ИПФ, имеет высокий и значительно меньше – удовлетворительный уровень НПУ. Высокий уровень НПУ, обусловленный, на наш взгляд, психологической подготовкой в рамках дисциплин учебного плана и специальной программы подготовки членов ДПД, говорит о достаточной сформированности психоэмоционального компонента готовности членов отряда ДПД ИПФ к обеспечению безопасности обучающихся и персонала ВУЗа в ЧС.

Среди обучающихся, входящих в состав ДПД ИПФ, нами было проведено изучение межличностных отношений с применением методики для оценки социально-психологического климата (экспресс-методика О.С. Михалюк, А.Ю. Шальто), позволяющей выявить эмоциональный, поведенческий и когнитивный компоненты отношений (табл.

2), и исследование стратегий поведения, которые применяются членами группы в конфликтных ситуациях с применением теста К. Томаса, адаптированного Н.В. Гришиной (рис. 1).

Таблица 2 – Оценка социально-психологического климата в группе отряда ДПД

Средняя оценка компонентов отношений в группе		
Эмоциональный	Когнитивный	Поведенческий
+0,7	+0,4	+0,6

Результаты исследования показали, что большинству обучающихся из отряда ДПД ИПФ нравятся члены группы, они достаточно хорошо знают интересы, привычки и привязанности друг друга, готовы к сотрудничеству, в группе преобладают позитивные настроения. Поскольку по эмоциональному, поведенческому и когнитивному компоненту получены положительные средние оценки, мы можем охарактеризовать психологический климат в группе как

положительный (благоприятный). Однако, результаты исследования стратегий поведения, которые применяются членами группы в конфликтных ситуациях, показали преимущественную ориентацию на стратегию избегания и приспособления (рис. 1), что неэффективно, поскольку данные стратегии, являясь временной отсрочкой в решении конфликта, могут создавать почву для эмоционального конфликта, негативно влияющего на психологический климат и сплоченность группы. Конфликтологи считают неконструктивным преимущественную ориентацию на стратегию соперничества, избегания и приспособления и применение стратегий без учета особенностей ситуации и личности оппонента, рекомендуя преимущественное применение компромисса и сотрудничества [19; 20]. Важно конструктивное разрешение конфликта, устраняющее противоречия и психическую напряженность в группе, улучшающее межличностные отношения.

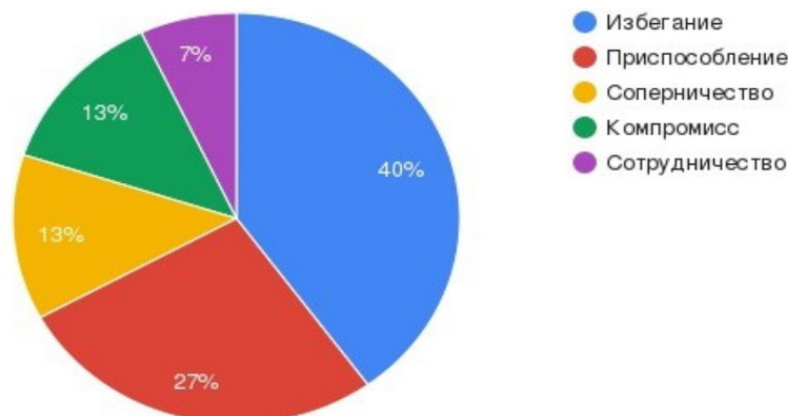


Рисунок 1 – Преимущественные стратегии поведения членов группы в конфликте

Обсуждение. Таким образом, проведенный теоретический анализ научной литературы, практического опыта подготовки и результатов деятельности отряда ДПД ИПФ КГУ, а также результаты психологического исследования уровня НПУ членов отряда, особенностей их поведения в конфликтных ситуациях и оценки социально-психологического климата в группе показали достаточно высокий уровень сформированности когнитивного, деятельностного, мотивационно-аксиологического и психоэмоционального компонентов готовности к обеспечению безопасности в ЧС. При оценке сформированности коммуникативного компонента было установлено, что психологический климат в группе благоприятный, однако, члены отряда склонны выбирать неэффективные стратегии поведения в конфликте, что может в дальнейшем негативно повлиять на психологический климат и сплоченность группы.

Умение работать в команде – часть коммуникативной компетенции [21], следовательно, для эффективной работы команды нужно умение ее членов общаться, находить компромисс между необходимостью сотрудничать и выражать личное мнение; важно приобрести коммуникативные навыки: умение

выражать мысли, слушать и уважать чужое мнение, адекватно реагировать на конструктивную критику, разрешать конфликтные ситуации, контролировать эмоции, способность к эмпатии. Развить коммуникативные навыки, «прожить» различные ситуации, в т.ч. конфликтные, и осознать полученный опыт конструктивного общения позволит специальная программа социально-психологического тренинга в реальной команде с обязательным анализом ситуаций, коллективной и индивидуальной рефлексией [19; 22]. Программа тренинга, направленная на совершенствование коммуникативного компонента готовности членов отряда ДПД к обеспечению безопасности в ЧС, должна включать:

- поддержание позитивных отношений между членами группы, открытости в общении, создание атмосферы взаимного доверия и сотрудничества, сплочение группы;

- формирование навыков конструктивного общения и разрешения конфликтных ситуаций (развитие умения анализировать причины конфликтов, прогнозировать их развитие, оценивать ситуацию для определения оптимальной стратегии поведения в ней; приобретение социального опыта решения трудных

жизненных ситуаций);

– формирование умения управлять своим эмоциональным состоянием, мимикой, жестикой и поведением в стрессогенной ситуации (в т.ч. конфликтной), так как, например, снижение негативных эмоций в конфликте способствует конструктивному ее разрешению, обеспечивает самообладание и самоконтроль;

– организация активной совместной групповой деятельности, способствующей формированию и укреплению единства в эмоциональной, поведенческой и ценностной сфере. Согласно стратометрической концепции А. В. Петровского, группа выступает как иерархически выстроенная многоуровневая система активности, состоящая из различных слоев различной степени опосредованности процессом совместной деятельности, в частности, второй и третий слой составляют взаимоотношения, опосредованные ценностными характеристиками групповой деятельности и конкретной, целенаправленной деятельностью всей группы [23].

Вариантом такой активной совместной групповой деятельности, способствующей совершенствованию не только коммуникативного, но и прочих компонентов готовности членов отряда ДПД к обеспечению безопасности в ЧС, является их вовлечение в волонтерскую деятельность. Так, отряд ДПД ИПФ КГУ традиционно принимает участие в показательных выступлениях для абитуриентов в рамках Дней открытых дверей, во Всероссийских командно-штабных учениях, в тренировочных эвакуациях и организации СЭП на базе ВУЗа; привлекается к проведению Всероссийских открытых уроков «ОБЖ» на базе УМЦ ГОЧС Курской области, к созданию агитационных видеороликов в целях популяризации знаний в области безопасности в ЧС, где демонстрируются конкретные практические приемы применения средств индивидуальной защиты, первичных средств пожаротушения, правил безопасной эвакуации, поведения в защитных сооружениях и др.

Выводы. В ходе проведенного теоретического анализа научной литературы, практического опыта подготовки и результатов деятельности отряда ДПД ИПФ КГУ, а также исследования нервно-психологической устойчивости, стратегий поведения в конфликтных ситуациях и оценки социально-психологического климата в группе установлен высокий уровень сформированности когнитивного, деятельностного, мотивационно-аксиологического и психоэмоционального компонентов готовности членов отряда к обеспечению безопасности в ЧС и обоснована необходимость повышения уровня развития коммуникативного компонента посредством реализации специальной программы социально-психологического тренинга, включающего поддержание позитивных отношений в группе, формирование навыков конструктивного общения и разрешения конфликтных ситуаций, умения

управлять эмоциональным состоянием и поведением в стрессогенной ситуации, а также путем расширения спектра вовлечения членов ДПД в активную совместную добровольческую (волонтерскую) деятельность, что также будет способствовать совершенствованию прочих компонентов.

В целях дальнейшего повышения эффективности подготовки членов ДПД ВУЗа к обеспечению безопасности в ЧС планируется активизация работы по осуществлению дежурства с целью обеспечения пожарной безопасности на объектах КГУ, их привлечение совместно с сотрудниками пожарной охраны к участию в проверках противопожарного состояния объектов КГУ и к оказанию практической помощи по устранению нарушений требований пожарной безопасности; а также привлечение к агитационной профилактической работе в общеобразовательных учреждениях г. Курска. Посредством вовлечения в реальную практическую деятельность обучающиеся получают ценный личный опыт и мотивацию к совершенствованию своих умений и навыков в области обеспечения безопасности в ЧС.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. О состоянии защиты населения и территорий Российской Федерации от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в 2020 году: государственный доклад. М.: МЧС России. ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2021. – 264 с. / URL: <https://www.mchs.gov.ru/dokumenty/5304> (дата обращения: 03.01.2022).
2. О состоянии и охране окружающей среды Курской области в 2020 году: доклад. – Курск, 2021. 214 с. / URL: https://www.ecolog46.ru/wp-content/uploads/2021/07/eco_doklad_2021.pdf (дата обращения: 10.02.2022).
3. ГОСТ Р 22.10.02-2016 Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Менеджмент риска чрезвычайной ситуации. Допустимый риск чрезвычайных ситуаций.
4. Мишенков Е.А., Мальшев А.А., Кулагин А.В., Сагун Д.Ю. Подход к моделированию нештатных ситуаций с использованием виртуального тренажера для обучения персонала // Информационные и математические технологии в науке и управлении. – 2019. – № 4 (16). – С. 99 – 110.
5. Тихонов М.М., Бордак С.С., Любивая Е.Н., Рябцев В.Н. Виртуальная среда как средство обучения в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций // Вестник Университета гражданской защиты МЧС Беларуси. – 2018. – Т. 2. – № 1. – С. 101 – 110.
6. Cha M., Han S., Lee J., Choi B. A virtual reality based fire training simulator integrated with fire dynamics data // Fire Safety Journal. – 2012. – Т. 50. – С. 12 – 24.
7. Grabowski A., Jach K. The use of virtual reality in the training of professionals: with the example of firefighters // Computer Animation and Virtual Worlds. – 2020.
8. Narciso D., Melo M., Raposo J. V., Cunha J., Bessa M. Virtual reality in training: an experimental study with firefighters // Multimedia Tools and Applications. 2020. Т. 79. № 9 – 10. С. 6227 – 6245.
9. Xu Z., Lu X. Z., Guan H., Chen C., Ren A.Z. A virtual reality based fire training simulator with smoke hazard assessment capacity // Advances in Engineering Software. – 2014. – Т. 68. – С. 1 – 8.
10. Checa D., Bustillo A. A review of immersive virtual reality serious games to enhance learning and training // Multimedia Tools and Applications. – 2020. – Т. 79. – № 9 – 10. – С. 5501 – 5527.
11. Pallavicini F., Pepe A., Minissi M.E. Gaming in Virtual Reality: What Changes in Terms of Usability, Emotional Response and Sense of Presence Compared to Non-Immersive Video Games? // Simulation and Gaming. – 2019. – Т. 50. – № 2. – С. 136 – 159.
12. Положение об общественном объединении добро-

вольной пожарной охраны «Добровольная пожарная дружина федерального государственного бюджетного учреждения высшего образования «Курский государственный университет». Курск, – 2019. – 7 с.

13. Сошина Н.Л., Нагорный Р.В. Психолого-педагогическая диагностика уровня сформированности культуры безопасности жизнедеятельности обучающихся ВУЗа // Психология. Историко-критические обзоры и современные исследования. – 2019. – Т. 8. – № 5-1. – С. 276 – 287.

14. Сошина Н.Л. Психолого-педагогические аспекты формирования культуры безопасности жизнедеятельности обучающихся ВУЗа // Психология. Историко-критические обзоры и современные исследования. – 2019. – Т. 8. – № 4-1. – С. 102 – 113.

15. Очинская Д.С. Взаимосвязь уровня самоактуализации личности военнослужащих с нервно-психической устойчивостью и личностными факторами // Вестник научного общества студентов, аспирантов и молодых ученых. – 2014. – № 1. – С. 260 – 265.

16. Ермолова Е.О., Бурлакова С.С. Особенности жизнестойкости у сотрудников правоохранительных органов в экстремальных условиях профессиональной деятельности // Противодействие преступности в современных условиях: уголовно-правовые, криминологические и психолого-педагогические аспекты: сб. мат-лов всерос. науч.-практ. конф., 20 октября 2020 г. / отв. ред. Р. В. Новиков. Пермь, 2020. – С. 107 – 110.

17. Филатова М.Н., Шейнбаум В.С., Щедровицкий П.Г. Онтология компетенции «умение работать в команде» и подходы к её развитию в инженерном вузе // Высшее образование в России. – 2018. – Т. 27. – №6. С. 71 – 82.

18. Гришина Н.В., Жирарде М. Психологические особенности отношения к конфликтам // Научные исследования выпускников факультета психологии СПбГУ / под ред. А. В. Шаболтас. – СПб.: С.-Петербург. ун-та, 2014. – С. 109 – 114.

19. Анцупов А.Я., Шипилов А.И. Конфликтология: учеб. для вузов. СПб.: Питер, 2020. – 560 с.

20. Анцупов А.Я. Принципы профилактики межличностных конфликтов // Психология обучения. – Москва: АЭО. – №9. – 2018. – С. 5 – 12.

21. Малышева А.Д. Способность работать в команде как общекультурная компетенция // Современные проблемы науки и образования. 2017. №2 // URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=26191> (дата обращения: 22.02.2022).

22. Гришина Н.В. Психология конфликта. СПб.: Питер, 2016. – 576 с.

23. Петровский А. В. Личность. Деятельность. Коллектив. М., Политиздат, 1982. – 255 с.

Статья поступила в редакцию 19.04.2022

Статья принята к публикации 20.06.2022

УДК 331.453

DOI: 10.46548/21vek-2022-1158-0026

КОМПЛЕКСНАЯ СИСТЕМА ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ ОХРАНЫ ТРУДА

© Автор(ы) 2022

SPIN: 6190-1240

AuthorID:437021

ORCID: 0000-0003-4160-4911

СКОБЛЕЦКАЯ Оксана Васильевна, кандидат физико-математических наук,
доцент кафедры «Техносферная безопасность»

*Дальневосточный государственный университет путей сообщения
(680021, Россия, Хабаровск, улица Серышева, 47, e-mail:ovskobl@mail.ru)*

SPIN: 6085-0723

AuthorID:781520

ORCID: 0000-0002-6238-894X

ТЕСЛЕНКО Ирина Михайловна, кандидат технических наук,
доцент кафедры «Техносферная безопасность»

*Дальневосточный государственный университет путей сообщения
(680021, Россия, Хабаровск, улица Серышева, 47, e-mail: teslenkoim@gmail.com)*

SPIN: 3981-3230

AuthorID:641509

ORCID: 0000-0003-1629-0551

ResearcherID: АНВ-2056-2022

ЧЕРВОТЕНКО Елена Эдуардовна, кандидат технических наук,
доцент кафедры «Технология транспортных процессов»

*Дальневосточный государственный университет путей сообщения
(680021, Россия, Хабаровск, улица Серышева, 47, e-mail: teslenkoim@gmail.com)*

Аннотация. Оценка охраны труда имеет важное значение для безопасности и морального состояния работников, успешной деятельности самого предприятия, а также для предотвращения негативных юридических и финансовых последствий. По закону работодатели должны защищать своих работников путем установления превентивных, карательных и компенсационных мер. Оценка безопасности и гигиены труда помогает снизить количество смертей и травм, связанных с работой, больничных листов, расходов на медицинское обслуживание, пособий по нетрудоспособности. Она также способствует улучшению качества, повышению производительности, росту прибыли и снижению миграции сотрудников. Особую актуальность данная проблематика имеет для Дальневосточного региона, где уровень производственного травматизма выше среднего по стране. Поэтому в процессе исследования решалась важная научная задача, связанная с рассмотрением ключевых основ и составляющих проведения комплексной оценки состояния охраны труда на предприятиях. В процессе исследования установлено, что комплексная оценка должна охватывать социальный, экономический, технической аспекты. С этой целью целесообразно использовать разнообразный набор методик и подходов. Также обоснована целесообразность применения на предприятиях проактивного подхода для обеспечения безопасности труда.

Ключевые слова: травматизм, производство, несчастный случай, оценка, проактивный подход, риск, реагирование, анализ.

INTEGRATED SYSTEM FOR ASSESSING THE STATE OF LABOR PROTECTION

© The Author(s) 2022

SKOBLETSKAYA Oksana Vasilievna, candidate of physical and mathematical sciences,
associate professor of the department «Technosphere Safety»

TESLENKO Irina Mikhailovna, candidate of technical sciences,
associate professor of the department «Technosphere Safety»

CHERVOTENKO Elena Eduardovna, candidate of technical sciences,
associate professor of the department «Technology of transport processes»

Far Eastern State Transport University

(680000, Russia, Khabarovsk, Seryshev street, 47, e-mails: , ovskobl@mail.ru, teslenkoim@gmail.com)

Abstract. Occupational health and safety assessments are essential to the safety and morale of workers, the success of the enterprise itself, and the prevention of negative legal and financial consequences. Employers are required by law to protect their employees by establishing preventive, punitive and compensatory measures. Occupational safety and health assessments help reduce work-related deaths and injuries, sick leaves, medical costs, disability benefits. It also improves quality, increases productivity, increases profits and reduces labor migration. This issue is of particular relevance for the

the Far East region, where the level of occupational injuries is higher than the national average. Therefore, in the course of the study, an important scientific problem was solved related to the consideration of the key foundations and components of the implementation of a comprehensive system for assessing the state of labor protection. During the study, it was found that a comprehensive assessment should cover social, economic, technical aspects. To this end, it is advisable to use a diverse set of techniques and approaches. The expediency of using a proactive approach to ensure labor safety at the enterprises is also substantiated.

Keywords: traumatism, production, accident, assessment, proactive approach, risk, response, analysis.

Для цитирования: Скоблецкая О.В. Комплексная система оценки состояния охраны труда / О.В. Скоблецкая, И.М. Тесленко, Е.Э. Червотенко // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2022. – Т. 11. – № 2(58). – С. 150-153. – DOI: 10.46548/21vek-2022-1158-0026.

Введение. Безопасность труда и условия, в которых работает человек, их состояние и улучшение – одна из важнейших задач социальной политики любого государства [1]. Поэтому проблема защищенности работающего населения, усовершенствование методов организации охраны труда на предприятиях любой сферы деятельности приобретает особую значимость на сегодняшний день, что определяет круг вопросов, требующих проведения основательных научных исследований.

Как известно, одной из основных причин, которая приводит к травмам, заболеваниям и несчастным случаям на рабочем месте является неспособность выявить, предупредить, спрогнозировать вредные и опасные факторы, которые могут быть на рабочем месте или которые можно было упредить [2]. Главным в обеспечении безопасности и гигиены труда является упреждающий непрерывный процесс выявления и оценки таких рисков.

Согласно последним исследованиям, высокую эффективность в процессе оценки состояния охраны

труда в настоящее время приобретает проактивный подход к управлению безопасностью и здоровьем на рабочем месте. Традиционные методики и инструменты зачастую являются реактивными, то есть проблемы решаются только после того, как работник получает травму или заболевает, или же оценка проводится после публикации нового стандарта или постановления, либо же внешняя инспекция обнаруживает проблему, которую необходимо устранить. Реалии сегодняшнего дня свидетельствуют о том, что гораздо более эффективным подходом является поиск и устранение опасностей до того, как они приведут к травме или заболеванию [3].

Обозначенная проблематика актуальна для любой страны мира, и для России в том числе. В частности, необходимо сделать акцент на Дальневосточном регионе, с его развитой промышленностью, которая характеризуется большим количеством несчастных случаев на производстве, вследствие чего область имеет показатели производственного травматизма выше средних по стране (рис. 1).

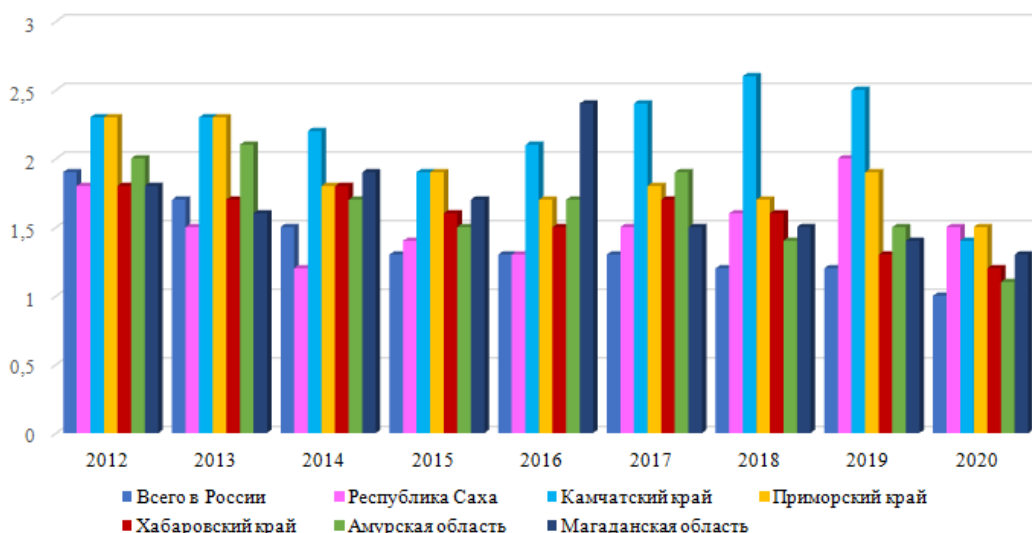


Рисунок 1 – Производственный травматизм в некоторых регионах России (численность пострадавших на 1000 работающих) [4]

Как свидетельствует рисунок 1, в последние годы ситуация в регионе несколько улучшилась, но ряд вопросов все еще требуют решения и более пристального внимания.

Из вышеперечисленного можно определить перечень проблем и обстоятельств, которые и определили

выбор темы данного исследования. Эти же обстоятельства определяют ценность рассматриваемой проблемы, в том числе в практическом аспекте.

Исследованию особенностей проведения оценки эффективности мер по улучшению охраны труда на предприятиях разных отраслей промышленности

посвятили свои труды Шабельская Н.П., Егорова М.А., Полякова Ю.А. [5], Саввин Е.В., Махатов Е.М., Есеналиев О.О. [6], Kim Kyungsu [7], Patel Vishal [8], Bayram Metin [9].

Разработкой методов и приемов по оценке рисков в области безопасности труда занимаются такие исследователи как Dhalmahapatra, Krantiraditya [10], Singh Arpit [11], Majumder Soumi [12], Sojourner Aaron [13], Гущина И.Э. [14], Карчаев Д.Г., Лобков К.Ю. [15].

Вопросы определения экономической и социальной эффективности мер по улучшению условий и охраны труда входят в круг научных интересов Минько В.М., Евдокимовой Н.А. [16], Васильева А.Ю. [17], Abidin Afidah [18].

Однако, несмотря на большое количество работ, посвященных рассматриваемой тематике, отдельные ее аспекты недостаточно исследованы и освещены, в частности, особого внимания заслуживают основные показатели и критерии оценки профессиональных (производственных) рисков, в более глубокой проработке нуждаются подходы к разработке превентивных действий по устранению или снижению опасностей на рабочем месте.

Методология. Цель статьи – показать ключевые основы и составляющие для проведения комплексной оценки состояния охраны труда.

Общенаучные и специальные методы познания явлений и процессов, в частности, методы теоретического обобщения, группировка и аналогия, анализ, синтез, описание, дедукция, сравнение, математическое моделирование и эксперимент.

Результаты. Оценка состояния охраны труда (ОТ) основывается на нескольких подходах. Комплексный подход должен основываться на определении социального и экономического эффектов, получаемых работодателями от реализации мер по обеспечению безопасности рабочих мест на предприятии [19].

По мнению автора, основу комплексного подхода оценки состояния охраны труда должны составлять следующие методики.

1. Методы анализа экономической и социальной составляющих системы охраны труда на производстве. Для объединения этих двух оценок на практике используется интегральный показатель, который базируется на результатах проведенного трехступенчатого контроля рабочих мест, данных об их аттестации по соблюдению требований гигиены и безопасности. Обязательно учитывается категория безопасности оборудования, задействованного на производстве [20].

2. Инструменты позволяющие оценить состояние охраны труда на производстве в целом, а также в его отдельных структурных единицах или подразделениях. Обозначенная группа инструментов предполагает работу с данными о паспортизации санитарно-технического состояния участков и цехов. Также отдельное внимание уделяется результативности комплексных планов, направленных на исключение травматизма и улучшение безопасных условий труда.

В рамках данной методики может быть использован следующий интегральный показатель:

$$K = \frac{K_d + K_b + K_{впр}}{3} \leq 1$$

где $K_d = \frac{C_d}{C}$ – показатель уровня выполнения правил ОТ (C_d – число работников, выполняющих требования охраны труда; C – количественный состав сотрудников);

$K_b = \frac{P_{об}}{P}$ – показатель уровня безопасной эксплуатации парка имеющейся в организации техники ($P_{об}$ – число техники, соответствующей требованиям безопасности; P – всего техники);

$K_{впр} = \frac{T_{сп}}{T}$ – параметр, характеризующий выполнение запланированных работ по ОТ; T – количество работ по плану, $T_{сп}$ – реально выполненные работы).

3. Методика определения состояния ОТ по характеристикам травматизма. Уровень ОТ определяется по численной оценке фактического уровня травматизма, сравнивая его с запланированным или нормальным. Результат исследований и наблюдений позволяет говорить, что для оценки состояния ОТ могут использоваться различные характеристики (оценочные, аналитические и др.).

Обсуждение. Как уже отмечалось ранее, перспективным и эффективным подходом к обеспечению и оценке состояния ОТ является проактивный подход. По мнению автора, его использование на предприятиях Дальневосточного региона позволит значительным образом сократить уровень несчастных случаев на производстве и обеспечить стабильность и качество труда.

Обозначим ряд первоочередных мер, которые составляют основу проактивного управления системой охраны труда на предприятии.

1. Сбор и анализ информации об опасностях, которые присутствуют или могут присутствовать на рабочем месте.

2. Проведение первичных и периодических проверок рабочего места для выявления новых или повторяющихся опасностей.

3. Расследование травм (микротравм), заболеваний, инцидентов и случаев, близких к несчастным случаям, для определения основных опасностей, их причин и недостатков программы безопасности и охраны здоровья.

4. Группировка аналогичных инцидентов и выявление тенденции в травмах, заболеваниях и опасностях, о которых сообщается.

5. Рассмотрение опасностей, связанных с чрезвычайными или нестандартными ситуациями.

6. Определение серьезности и вероятности инцидентов, которые могут произойти в результате каждой выявленной опасности, а также последующее использование этой информации для определения приоритетности корректирующих действий.

Выводы. Вопрос охраны труда на производстве

является сложным и достаточно ответственным. От эффективности его решения зависит жизнь и здоровье людей, которые своим трудом создают для государства и нации благосостояние.

Оценка состояния ОТ не может состоять из отдельных звеньев, а является комплексной работой. В этой связи, работодатель должен устанавливать и своевременно корректировать методы периодической оценки соответствия состояния ОТ действующим нормативным документам по ОТ. С этой целью необходимо разрабатывать и обеспечивать функционирование процессов регулярного наблюдения, измерения и регистрации результативности операций, способных влиять на условия труда.

Перспективной и прогрессивной методикой управления и оценки эффективности систем по охране труда для Дальневосточного региона является проактивная методика.

Предстоящие изыскания в предметной плоскости ОТ целесообразно сосредоточить на усовершенствовании количественных методов оценки системы охраны труда, которые будут учитывать усложнение технологий и внедрение прорывных инноваций во все производственные процессы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Бисакаев С.Г., Саввин Е.В., Бекеева С.А., Салимов Е.Ш. Аналитический обзор применяемых методов и используемых критериев для оценки эффективности систем управления охраной труда // Наука и мир. – 2020. – № 6-2 (82). – С. 19-20.
2. Уминов В.А., Коробова О.С., Михина Т.В. Оценка эффективности программ по улучшению условий и охраны труда // Вестник РГГУ. Серия: Экономика. Управление. Право. – 2021. – № 3-2. – С. 249-259.
3. Шадрин Р.О., Севастьянов Б.В., Шаламова А.В. Методы и формы оценки результатов освоения учебных программ по охране труда // Обзор педагогических исследований. – 2021. – Т. 3. – № 5. – С. 82-86.
4. Производственный травматизм URL: <https://riacmut.ru/proizvodstveniy-travmatizm>
5. Шабельская Н.П., Егорова М.А., Полякова Ю.А. Совершенствование системы управления охраной труда на предприятиях машиностроительной отрасли // Современные наукоемкие технологии. – 2020. – № 3. – С. 97-101.
6. Саввин Е.В., Махатов Е.М.Лы., Есеналиев О.О. Применение методики и критериев для оценки эффективности системы управления охраной труда // Вестник Казахской академии транспорта и коммуникаций им. М. Тынышпаева. – 2020. – № 3 (114). – С. 70-76.
7. Kim, Kyungsu Occupational Safety and Health Education Experience and Prevention Service Needs among South Korean Farmers: A National Survey // Journal of agromedicine. – 2022. – Volume 27 – Number 1 – pp. 64-74.
8. Patel, Vishal Trends in Workplace Wearable Technologies and Connected-Worker Solutions for Next-Generation Occupational Safety, Health, and Productivity // Advanced intelligent systems. – 2022. – Volume 4 – Number 1 – pp. 111-117.
9. Bayram, Metin Factors affecting employee safety productivity: an empirical study in an OHSAS 18001-certified organization // International journal of occupational safety and ergonomics: JOSE. – 2022. – Volume 28 – Number 1 – pp. 139-152.
10. Dhalmahapatra, Krantiraditya On accident causation models, safety training and virtual reality // International journal of occupational safety and ergonomics: JOSE. 2022. – Volume 28 – Number 1 – pp. 28-44.
11. Singh, Arpit Identification and ordering of safety performance indicators using fuzzy TOPSIS: a case study in Indian construction company // International journal of quality & reliability management. – 2022. – Volume 39: Issue 1 – pp. 77-114.
12. Majumder, Soumi Construction safety and accident control measures in Industry 4.0 era: an overview // International journal of advanced operations management. – 2022. – Volume 13 – Number 4 – pp. 391-408.
13. Sojourner, Aaron Effects of Union Certification on Workplace-Safety Enforcement: Regression-Discontinuity Evidence // Industrial and labor relations review. – 2022. – Volume 75 – Number 2 – pp. 373-401.
14. Гущина И.Э. Учет расходов на охрану труда: проведение специальной оценки условий труда // Финансовый вестник: Финансы, налоги, страхование, бухгалтерский учет. – 2021. – № 6. – С. 44-54.
15. Карчаев Д.Г., Лобков К.Ю. Инструменты анализа и оценки экономической эффективности мероприятий по охране труда высокотехнологичного предприятия // Социально-экономический и гуманитарный журнал Красноярского ГАУ. – 2020. – № 2 (16). – С. 20-29.
16. Минько В.М., Евдокимова Н.А. О применимости методов оценки профессиональных рисков в управлении охраной труда // Безопасность жизнедеятельности. – 2020. – № 12 (240). – С. 3-12.
17. Васильева А.Ю. Анализ статистических данных травматизма в оценке эффективности государственной политики в области охраны труда // Академическая публикация. – 2021. – № 5. – С. 57-61.
18. Abidin, Afidah Prevalence of occupational injury and determination of safety climate in small scale manufacturing industry: A cross-sectional study // Annals of medicine and surgery. – 2021. – Volume 69 – pp. 78-84.
19. Rivera Domínguez, Claudia Hazard identification and analysis in work areas within the Manufacturing Sector through the HAZID methodology // Process safety and environmental protection: transactions of the Institution of Chemical Engineers, Part B. – 2021. Volume 145 – pp. 23-38.
20. Kekkonen, Päivi Occupational safety and health in shared workplaces according to workplace inspection reports // International journal of occupational safety and ergonomics: JOSE. 2021. – Volume 27 – Number 2 – pp. 504-516.

Статья поступила в редакцию 26.04.2022

Статья принята к публикации 20.06.2022

УДК 574.53.013

DOI: 10.46548/21vek-2022-1158-0027

ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИЙ СПОСОБ УПРАВЛЕНИЯ ЭМИССИЕЙ МЕТАНА НА ПОЛИГОНАХ ТВЕРДЫХ КОММУНАЛЬНЫХ ОТХОДОВ

© Автор(ы) 2022

SPIN: 3161-3187

AuthorID: 1032587

ORCID 0000-0002-2955-7035

САЙ Анна Романовна, заместитель начальника кафедры надзорной деятельности
Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России
(196128 г. Санкт-Петербург, Московский пр. 149, e-mail: a-novik@mail.ru)

Аннотация. Пожары на полигонах твердых коммунальных отходов (ТКО) представляют достаточно серьезную опасность для жизнедеятельности человека. Выделение горючих веществ приводит к возникновению пожароопасных ситуаций. Применяемые на текущий момент времени методы в обеспечении пожарной безопасности полигонов твердых коммунальных отходов не позволяют в полном объеме эффективно бороться с эмиссией метана. ТКО с момента захоронения проходят стадии: анаэробное разложение, аэробное разложение, смешанное разложение, постоянное выделение метана, прекращение всех процессов. Эмиссия биогаза, это одна из больших проблем, при эксплуатации полигона. Биогаз образуется практически постоянно при различных жизненных циклах полигона, в большом или меньшем количестве. Электрофизический способ управления эмиссией метана позволяет снизить скорость химических реакций в течении жизненного цикла и уменьшить объем выделяемого газа. Морфологический состав ТКО также влияет на образование газовых эмиссий, и в зависимости от его процентного и количественного соотношения будет выделяться разное количество биогаза. На выделение биогаза, особенно CH_4 будет влиять несколько факторов: температура окружающей среды, влажность ТКО, «возраст», глубина свалочного тела полигона ТКО. Цель работы – это определение воздействия переменного-частотного моделирующего потенциала (ПЧМП) на процесс эмиссии метана. Задачи: влияние ПЧМП на воду и ее воздействие на эмиссию метана. Подтверждена экспериментально рабочая гипотеза об угнетающем влиянии электро-физически обработанной водой с повышенным $Posm$ на жизнедеятельность бактерий метаногенов. Доказана техническая возможность минимизации эмиссии CH_4 из свалочного тела полигона ТКО при его орошении обработанной водой ПЧМП.

Ключевые слова: эмиссия, полигон, твердые коммунальные отходы, потенциал, биогаз, управление, пожарная безопасность.

ELECTROPHYSICAL METHOD OF METHANE EMISSION CONTROL AT MUNICIPAL SOLID WASTE LANDFILLS

© The Author(s) 2022

SAI Anna Romanovna, deputy head of the department of supervisory activities
St. Petersburg University of the Ministry of Emergency Situations of Russia
(196128 St. Petersburg, Moskovsky ave., 149, e-mail: a-novik@mail.ru)

Abstract. Fires at landfills of municipal solid waste (MSW) pose a rather serious danger to human life. The release of combustible substances leads to the occurrence of fire-hazardous situations. The methods currently used in ensuring fire safety of municipal solid waste landfills do not allow to fully effectively combat methane emissions. MSW from the moment of burial goes through the stages: anaerobic decomposition, aerobic decomposition, mixed decomposition, constant release of methane, termination of all processes. The emission of biogas is one of the big problems during the operation of the landfill. Biogas is formed almost constantly at various life cycles of the landfill, in large or smaller quantities. The electrophysical method of controlling methane emissions allows reducing the rate of chemical reactions during the life cycle and reducing the volume of gas released. The morphological composition of MSW also affects the formation of gas emissions, and depending on its percentage and quantitative ratio, different amounts of biogas will be released. The release of biogas, especially CH_4 , will be influenced by several factors: ambient temperature, MSW humidity, "age", MSW depth. The purpose of the work is to determine the impact of variable frequency modeling potential (VPP) on the process of methane emission. Tasks: the effect of PMF on water and its impact on methane emissions. An experimentally working hypothesis about the depressing effect of electro-physically treated water with increased $Posm$ on the vital activity of methanogen bacteria has been confirmed. The technical possibility of minimizing the emission of CH_4 from the landfill body of the MSW landfill during its irrigation with treated water is proved.

Keywords: emission, landfill, solid municipal waste, potential, biogas, management, fire safety.

Для цитирования: Сай А.Р. Электрофизический способ управления эмиссией метана на полигонах твердых коммунальных отходов / А.Р. Сай // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2022. – Т. 11. – № 2(58). – С. 154-158. – DOI: 10.46548/21vek-2022-1158-0027.

Введение. Полигоны твердых коммунальных отходов (ТКО) сложный в управлении «механизм». На всем протяжении жизненного цикла полигона ТКО, в его теле протекают процессы с выделением тепла, этому способствует присутствие в составе ТКО органических отходов. Аэробные и анаэробные процессы влияют на скорость разложения отходов, и соответственно на образование биогаза. Конечными продуктами разложения ТКО с большим выделением тепла будут углекислый газ, аммиак, вода, сероводород.

Исследования в области обеспечения безопасности полигонов ТКО, образования биогаза, эмиссии газовых веществ проводились Российскими учеными В.И. Масликова [1], Я.И. Вайсмана, В.К. Донченко, В.В. Журковича, Г.А. Заварзина, А.Б. Лифшица, Е.Е. Мариненко [2], А.Н. Мирного, А.Н. Ножевниковой, Е.С. Панцхава, Н.Н. Слосарь [3,4], Соловьянов А.А., Загорская А.А. [5], М.П. Федорова, Кононович В.М. [6] и иностранными Rettenberger, G., Mezger, H., Woessch R. [4], Xu, L., X. Lin, J. Amen, K. Welding, and D. McDermitt, Maryono M [7, 8].

В частности, можно предположить в качестве рабочей гипотезы, что увеличенное P_{osm} при электрофизической обработке воды приведет к «осмотическому шоку» клеток метанообразующих бактерий (метагенов, их гибели) и как следствие, снижение эмиссии CH_4 .

Методология. В процессе изысканий применялись метод изучения различных источников информации, анализа полученных сведений, наблюдение и эксперимент.

Эмиссия биогаза – это одна из больших проблем, при эксплуатации полигона. Биогаз образуется практически постоянно при различных жизненных циклах полигона, в большом или меньшем количестве.

Состав биогаза отличается на каждом полигоне, это происходит из-за различного морфологического состава ТКО. В различном процентном соотношении можно выделить следующие газы: на первом месте CH_4 (метан), CO_2 (углекислый газ), N_2 (азот), H_2S (сероводород), меркаптаны и т.д. (55-85% CH_4 ; 10-45% CO_2 , H_2S). От концентрации CH_4 зависит возможность возникновения пожара [9].

Жизненный цикл можно разделить на стадии:

строительство, эксплуатация, закрытие.

Каждая составляющая цикла длится некоторое время, и даже после рекультивации полигона, в теле полигона происходят различные биохимические процессы.

Процессы, протекающие в теле полигона, могут происходить как с доступом кислорода, так и без. В различные циклы происходят и различные процессы. Наличие и объем биогаза будет зависеть от жизненного цикла полигона ТКО, от стадии и микробиологических процессов в теле полигона.

Американские ученые Роверс, Рис и Фаркухар выделили 5 фаз разложения ТКО с момента захоронения:

- 1) анаэробное разложение;
- 2) тоже самое без выделения метана;
- 3) тоже самое с небольшим выделением метана
- 4) постоянное выделение метана
- 5) прекращение всех процессов.

Аэробный и анаэробный процессы отличаются друг от друга, в одном задействован кислород, в другом микроорганизмы разлагаются за счет органики. Органика разлагается достаточно медленно [10].

А. Вольта в 1776 г. отмечал образование CH_4 во влажных почвах, с большим наличием органики, также было отмечено, что CH_4 выделяется не только из почвы, но и со дна озер и болот, за что получил название «болотный» газ.

Эмиссия CH_4 опасна, так как из-за большого выделения CH_4 возможны взрывопожарные ситуации, а вследствие них загрязнение окружающей среды.

На эмиссию выделения газов также влияет и морфологический состав ТКО. От его состава зависят физико-химические процессы, протекающие в теле полигона [11,12].

Чем больше в морфологическом составе ТКО органики, тем быстрее будут протекать аэробные процессы, соответственно выход CH_4 будет больше (рис. 1). Когда органики меньше в процентном соотношении от общего количества аэробный процесс будет протекать быстрее и скорее наступит анаэробный процесс, выделение CH_4 будет меньше. Т.е. можно сделать вывод от морфологического состава зависит эмиссия CH_4 и скорость его выделения [13, 14].

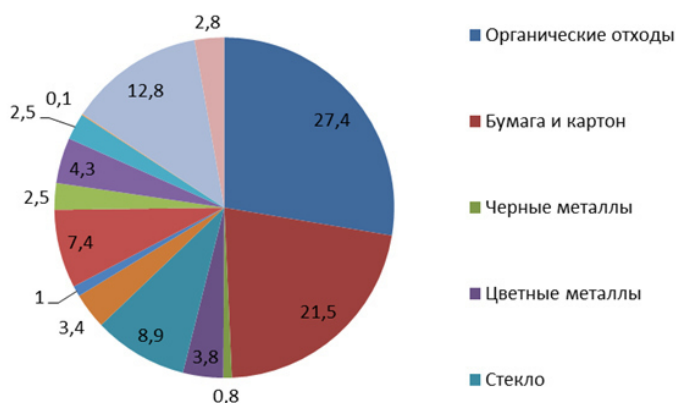


Рисунок 1 – Морфологический состав ТКО на полигонах в Санкт-Петербурге [15]

Результаты. В ходе эксперимента проведено исследование воздействия электромагнитного поля на процесс разрушения ТКО. Путем наблюдения был отмечен ускоренный распад неорганических материалов. С помощью переменного электрического потенциала стало возможным достижение разрушения твердых тел, в отсутствие электрического тока. Доля энергии при изменении агрегатного состояния вещества (разрушении) высвобождалась посредством формирования электрического потенциала на поверхности. Данное явление основано на эффекте элетроиндукции и обратного пьезоэффекта.

При исследовании воздействия электрофизического способа на воду применялось устройство, создающее переменного частотный моделирующий потенциал (ПЧМП), которое воздействует на материал посредством прямой или косвенной передачи электрического потенциала. Передача потенциала посредством источника переменного напряжения осуществляется через одиночный электрод на исследуемый объект, находящийся в емкости.

Принцип действия данного прибора для подачи знакопеременного потенциала предусматривает разделение цепи. Частота переменного электрического потенциала от 1,0 Гц до 1 кГц. Его величина находится в пределах от 1-300 В.

Исследование влияния переменного электрического поля на среду, в которой происходило анаэробное брожение, проводилось обработкой ПЧМП через разные промежутки времени и без обработки. Условия для анаэробного брожения ТКО создавались с помощью герметичных сосудов, температура была равна 40°C. Для поддержания постоянной температуры использовался термостат

с регулируемой температурой. Сбор газа из сосудов проводился через определенные интервалы времени. В качестве измерителя выделяющегося объема CH_4 использовали пенные расходомеры. Погрешность составляла +/- 10 % отн.

В емкости объемом $5 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3$ помещали измельченную биомассу (ТКО) с высоким содержанием пищевых отходов, каждый слой прокладывали естественной почвой, этим добиваясь наличия микробной составляющей. Затем производилась заливка водой без хлора в соотношении один к одному (вода к биомассе по объему). Для исключения попадания кислорода, использовали масло (формировалась масляная пленка), достигая этим герметичности.

Было проведены эксперименты, из них в ходе 4 емкости помещались в термостат с температурой 40°C. Различие каждого эксперимента с обработанной водой и без состояло в продолжительности воздействия на воду.

Наблюдение за процессом выделения газа осуществлялось в течение 7 дней. Вода подвергалась обработке в течении следующих периодов времени: 1800 с, 3600 с, 7200 с. В обязательном порядке проводился контрольный эксперимент. В рамках контрольного эксперимента вода применяется без обработки ПЧМП. Отбор проб газа делался каждые 24 часа. Газ стравливался с помощью капельниц, которые обеспечивали герметичность эксперимента. Каждую емкость прокалывали иглой и газ стравливали в емкость с водой, количество газа определяли вытесненной водой. Затем емкость опять ставилась в термостат и эксперимент продолжался (рис. 2, 3).

Выделение газа наблюдалось в течение 5 суток (табл. 1, 2).

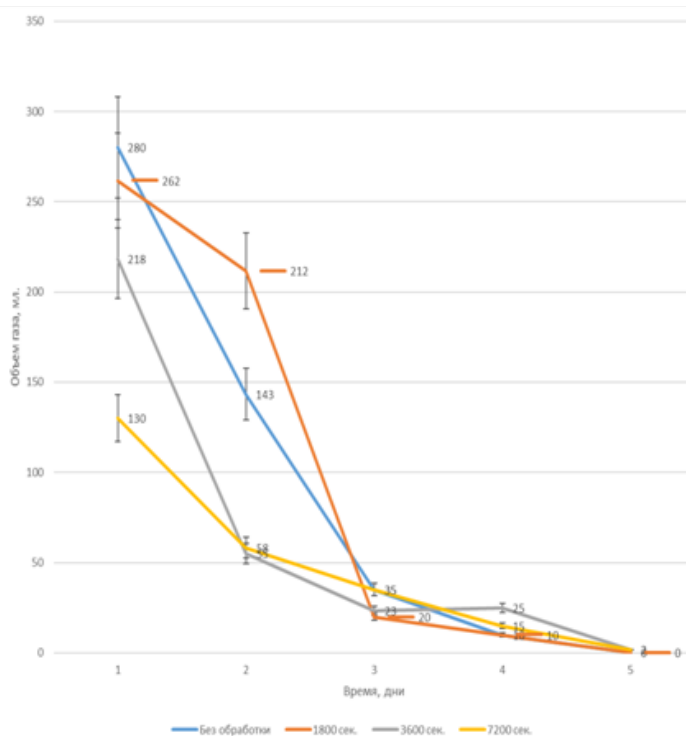


Рисунок 2 – Влияние обработки среды ПЧМП на выход биогаза

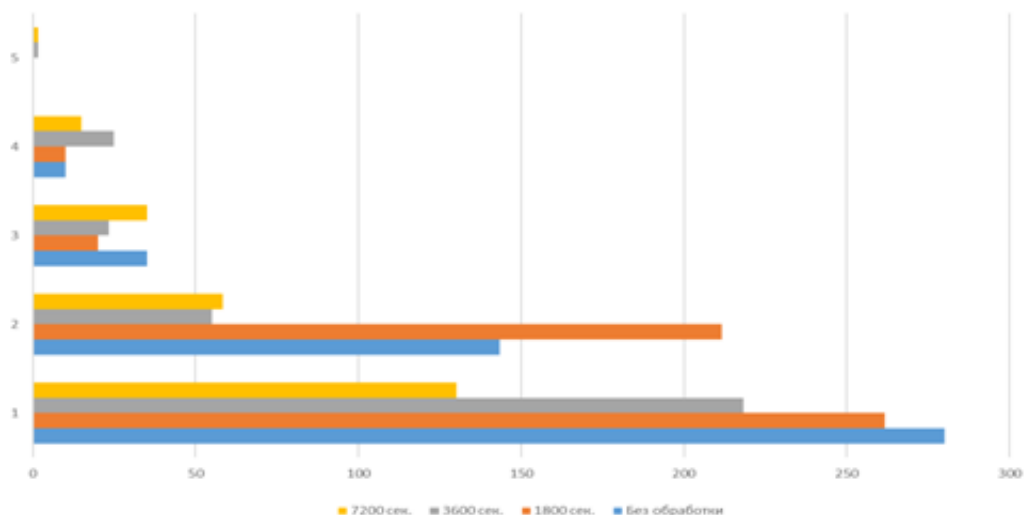


Рисунок 3 – Усредненные значения по выделению газа

Таблица 1 – Сводная таблица выделения биогаза (m^3) в течение 5 дней

Время замера газа, дни	Емкость	Длительность обработки ПЧМП, мин			Без обработки
		7200	3600	1800	
1 день	1	135	205	220	270
	2	110	245	285	310
	3	145	205	280	260
	среднее значение	130	218	262	280
2 день	1	50	80	245	155
	2	70	45	200	105
	3	55	40	190	170
	среднее значение	58	55	212	143
3 день	1	30	20	15	25
	2	40	20	10	40
	3	35	30	35	40
	среднее значение	35	23	20	35
4 день	1	20	25	10	10
	2	10	20	15	15
	3	15	30	5	5
	среднее значение	15	25	10	10
5 день	1	0	0	0	0
	2	5	0	0	0
	3	0	5	0	0
	среднее значение	2	2	0	0

Таблица 2 – Суммарный выход биогаза (мл) в течение 5 дней

Условия процесса (время обработки, с)	1 емкость	2 емкость	3 емкость	Среднее значение
7200	235	235	250	240
3600	330	330	310	323
1800	490	510	510	503
Без обработки	460	470	475	468

Обсуждение. В рамках исследования проведено несколько экспериментов, результаты которых подтверждают влияние переменного электрического поля на механизм анаэробного брожения отходов, содержащих органические вещества, с выделением метана. В результате чего было подтверждено, что воздействие переменного электрического поля оказывает негативное влияние на эмиссию CH_4 .

Эксперимент показал, что после обработки воды методом ПЧМП снижается выход биогаза с увеличением времени обработки.

Из исследования влияния переменных электрических полей на процесс анаэробного брожения пищевых отходов следует, что переменные электрические поля влияют на снижение выхода биогаза за счет обработки воды ПЧМП.

Выводы. Подтверждена экспериментально рабочая гипотеза об угнетающем влиянии электрофизически обработанной водой с повышенным P_{osm} на жизнедеятельность бактерий метаногенов.

Доказана техническая возможность минимизации эмиссии CH_4 из свалочного тела полигона ТКО при

его орошении обработанной водой ПЧМП.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Биогаз полигонов твердых коммунальных отходов как энергетический ресурс / Соловьянов А.А. // Экологический вестник России. – 2018. – № 12. – С. 27-34.
2. Мариненко, Е. Е., Комина, Г. П. (2013). Снижение эмиссии парниковых газов в системах биоконверсии многокомпонентных органических отходов с получением биогаза. // В Юбилейный выпуск статей и публикаций к 55-летию кафедры Теплогазоснабжения и охраны воздушного бассейна. СПб.: СПбГАСУ. – С. 99-104.
3. Зональное определение эмиссий биогаза на полигоне ТБО для оценки геоэкологического состояния и обоснования управления процессами разложения отходов при рекультивации / Масликов В.И., Чусов А.Н., Молодцов Д.В., Рыжакова М.Г. // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. – 2012. – № 1-1 (147). – С. 260-265.
4. Моделирование процессов стабилизации твердых коммунальных отходов в массиве полигона Мозжегорова Ю.В., Слюсарь Н.Н. Экология и промышленность России. – 2020. – Т. 24. – № 12. – С. 16-22.
5. Расчет выбросов биогазов от полигонов твердых бытовых отходов / Афонин К.В., Жилина Т.С., Загорская А.А. // В сборнике: Новые технологии - нефтегазовому региону. Материалы всероссийской научно-практической конференции. – 2011. – С. 10-11.
6. Анализ методов утилизации биогаза с полигонов ТКО Кононович В.М., Лысухо Н.А. В сборнике: Сахаровские чтения 2019 года: экологические проблемы XXI века. Материалы 19-й международной научной конференции. – 2019. – С. 47-50.
7. Methane emission from a landfill and the methane oxidising capacity of its covering soil Boeckx P., Van Cleemput O., Villalargo I. Soil Biology and Biochemistry. – 1996. – Т. 28. – № 10-11. – С. 1397-1405.
8. Preliminary evaluation of method to monitor landfills resilience against methane emission Chusna N.A., Maryono M. В сборнике: E3S Web of Conferences. 2. Сер. "2nd International Conference on Energy, Environmental and Information System, ICENIS 2017" 2018. – С. 05006.
9. ГОСТ 5542-2014 Газы горючие природные промышленного и коммунально-бытового назначения. Технические условия.
10. Баадер В., Доне Е., Бренндерфер М. Биогаз: теория и практика // Biogas in Theorie und Praxis. – М.: Колос, 1982. – 148 с.
11. Горбатюк О.В., Минько О.И., Лифшиц А.Б. Ферментеры геологического масштаба // Природа, 1989. – № 9. – С. 71-79
12. The state of municipal solid waste management system in ST. Petersburg / Voronkova O.V. // Reports Scientific Society. – 2021. – № 2 (26). – С. 8-11.
13. Изучение состава опасных твердых коммунальных отходов (на примере хит) / Зиленина В.Г., Уланова О.В. // В сборнике: Здоровая окружающая среда – основа безопасности регионов. Материалы первого международного экологического форума в Рязани. – 2017. – С. 43-49.
14. Перспективы получения биогаза из твердых бытовых отходов саратовской области / Шаркова И.С. // В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения. материалы VII очной Международной научно-практической конференции. Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова. – 2018. – С. 335-339.
15. Распоряжение Правительство Санкт-Петербурга Комитет по благоустройству Санкт-Петербурга от 13 июля 2020 года N 193-р «Об утверждении Территориальной схемы обращения с отходами производства и потребления».

Статья поступила в редакцию 22.03.2022

Статья принята к публикации 20.06.2022

УДК 331.452

DOI: 10.46548/21vek-2022-1158-0028

**СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ХАРАКТЕРИСТИК РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ СИГНАЛИЗАЦИИ
ЗАДНЕГО ХОДА ГРУЗОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ**

© Авторы 2022

SPIN: 7351-2476

AutorID: 312370

ORCID: 0000-0003-4460-5960

ScopusID: 57197837537

ДМИТРИЕВ Михаил Сергеевич, доктор технических наук, профессор кафедры автомобильного транспорта, информационных технологий и методики обучения техническим дисциплинам
Южно-Уральский государственный гуманитарно-педагогический университет
(Россия, 454080, г. Челябинск, пр. Ленина, 69, e-mail: oad2005@mail.ru)

SPIN: 4272-2457

AutorID: 423388

ORCID: 0000-0001-9776-6907

ScopusID: 57205193883

РУДНЕВ Валерий Валентинович, кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой автомобильного транспорта, информационных технологий и методики обучения техническим дисциплинам
Южно-Уральский государственный гуманитарно-педагогический университет
(Россия, 454080, г. Челябинск, пр. Ленина, 69, e-mail: rudnevvv@cspu.ru)

SPIN: 3166-5689

AutorID: 465606

ORCID: 0000-0002-6558-2254

ScopusID: 57197824964

ХАСАНОВА Марина Леонидовна, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры автомобильного транспорта, информационных технологий и методики обучения техническим дисциплинам
Южно-Уральский государственный гуманитарно-педагогический университет
(Россия, 454080, г. Челябинск, пр. Ленина, 69, e-mail: marina24-03@mail.ru)

Аннотация. С целью предотвращения несчастных случаев на производстве, связанных с наездом на работающих грузовых автомобилей, движущихся задним ходом, широко применяется звуковая сигнализация, устанавливаемая на транспортных средствах. Чаще всего используется тональный предупредительный сигнал. Известно, что тональная сигнализация заднего хода имеет ряд существенных недостатков: затрудненную слуховую локализацию сигналов, неравномерность распространения звука позади транспортного средства, негативное влияние на окружающую среду. Относительно новая технология широкополосной сигнализации, направлена на преодоление основных проблем, связанных с применением тональных сигналов заднего хода автомобилей. Однако в настоящее время существует мало научных исследований, результаты которых подтверждали бы преимущество указанной технологии. Целью данной работы являлось сравнение характеристик широкополосной и тональной (многотональной) сигнализации заднего хода с точки зрения обеспечения безопасности работников. Для этого были проведены две серии исследований. В первой серии осуществлялись измерения звукового поля, создаваемого сигнализацией позади транспортных средств, с целью изучения его однородности. Во второй серии участники экспериментов подвергались различным психоакустическим тестам. Эти исследования, проведенные в лаборатории, были направлены на оценку различных аспектов восприятия сигналов заднего хода (порог обнаружения, оценка степени опасности и слуховая локализация). Результаты исследования показали, что использование широкополосной сигнализации в целом более предпочтительно для обеспечения безопасности работников и позволили разработать рекомендации по оптимизации ее применения.

Ключевые слова: безопасность труда, грузовой автомобиль, сигнал заднего хода, порог обнаружения, слуховая локализация.

**COMPARATIVE ANALYSIS OF CHARACTERISTICS OF DIFFERENT TYPES
OF THE TRUCKS REVERSE SIGNALS**

© The Authors 2022

DMITRIEV Mikhail Sergeevich, doctor of engineering sciences, professor of the department of Automobile Transport, Information Technologies and Methods of Teaching Technical Disciplines

RUDNEV Valery Valentinovich, candidate of engineering sciences, associate professor, head of the department of Automobile Transport, Information Technologies and Methods of Teaching Technical Disciplines

KHASANOVA Marina Leonidovna, candidate of engineering sciences, associate professor, associate professor of the department of Automobile Transport, Information Technologies and Methods of Teaching Technical Disciplines

South Ural State Humanitarian Pedagogical University

(Russia, 454080, Chelyabinsk, 69 Lenin Ave., e-mails: oad2005@mail.ru, rudnevrv@cspu.ru, marina24-03@mail.ru)

Abstract. In order to prevent accidents at work associated with collisions with trucks moving in reverse, sound alarms installed on vehicles are widely used. The most commonly used warning tone. It is known that the reversing tone alarm has a number of significant drawbacks: difficult auditory signal localization, uneven sound propagation behind the vehicle, and a negative impact on the environment. Relatively new broadband signaling technology is aimed at overcoming the main problems associated with the use of car reversing tones. However, at present there are few scientific studies, the results of which would confirm the advantage of this technology. The purpose of this work was to compare the characteristics of broadband and tone (multitone) reversing alarm in terms of ensuring the safety of workers. To this end, two series of studies were carried out. In the first series, measurements of the sound field created by the signaling behind vehicles were carried out in order to study its uniformity. In the second series, the participants in the experiments were subjected to various psychoacoustic tests. These studies, carried out in the laboratory, were aimed at evaluating various aspects of the perception of reversing signals (detection threshold, danger assessment and auditory localization). The results of the study showed that the use of broadband signaling is generally more preferable for ensuring the safety of workers and made it possible to develop recommendations for optimizing its use.

Keywords: safety at work, truck, reverse signal, detection threshold, auditory localization.

Для цитирования: Дмитриев М.С. Сравнительный анализ характеристик различных типов сигнализации заднего хода грузовых автомобилей / М.С. Дмитриев, В.В. Руднев, М.Л. Хасанова // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2022. – Т. 11. – № 2(58). – С. 159-163. – DOI: 10.46548/21vek-2022-1158-0028.

Введение. Учитывая, что ежегодно происходит довольно большое количество несчастных случаев с участием транспортных средств, движущихся задним ходом, необходимо обеспечить оптимальную конструкцию сигналов заднего хода, чтобы эффективно предупреждать об опасности персонал, работающий вблизи движущихся автомобилей, ограничивая при этом неудобства, возникающие из-за шума, для людей, проживающих на близлежащих территориях [1-2].

Звуковые сигнальные устройства имеют преимущество перед визуальными, поскольку они обычно привлекают внимание людей, независимо от того, куда устремлен их взгляд.

Однако несчастные случаи могут произойти, когда сигнализация плохо воспринимается на слух, из-за окружающего шума или применения средств индивидуальной защиты (СИЗ) органов слуха (например, наушников). В подобных случаях звуковой сигнал трудно локализуется в пространстве и не вызывает необходимого двигательного рефлекса у рабочих. Иногда он вообще игнорируется, например, когда сигнал часто срабатывает без какой-либо реальной опасности [3-5].

В литературе перечислены как минимум три основные проблемы, связанные с использованием тональной сигнализации заднего хода [6-11]:

- 1) затрудненная слуховая локализация сигналов;
- 2) неравномерность распространения звука позади транспортного средства;
- 3) негативное влияние на окружающую среду.

В Университете Лидса (Великобритания) была разработана технология широкополосной сигнализации [12, 13]. Она направлена на снижение неблагоприятного влияния шума на окружающую среду при одновременном повышении эффективности сигнализации заднего хода за счет более равномерного распространения звука позади транспортных средств

и лучшей слуховой локализации.

Однако в современных исследованиях отсутствуют конкретные подтверждения преимущества технологии широкополосной сигнализации по сравнению с тональной в плане обеспечения безопасности рабочих вблизи транспортных средств, движущихся задним ходом.

Цель исследования состоит в том, чтобы проверить, действительно ли применение широкополосной сигнализации заднего хода способствует повышению безопасности работников независимо от того, используют они СИЗ органов слуха или нет.

В работе поставлены следующие задачи исследования:

1. Провести измерения звукового поля позади транспортных средств, создаваемого сигнализацией заднего хода трех разных типов: тональной, многотональной и широкополосной, изучить однородность этого звукового поля.
2. Осуществить сравнительный анализ психоакустических характеристик трех типов сигнализации заднего хода (определить пороги обнаружения звука, оценку работниками степени опасности и слуховую локализацию).
3. Предложить рекомендации по оптимальному использованию широкополосных сигналов заднего хода, если результатами исследований будет доказано их преимущество.

Методология. Чтобы оценить характеристики и сравнить три типа сигнализации заднего хода грузовых автомобилей, рассматриваемых в данном исследовании, были осуществлены две группы измерений.

Так называемые «объективные» измерения заключались в определении характеристик звукового поля, создаваемого позади транспортного средства при включенной сигнализации. С использованием измерительных микрофонов определялась однород-

ность звукового поля позади грузового автомобиля для каждого типа сигнализации. Эти измерения проводились на рабочих местах в реальных производственных условиях.

С другой стороны, к так называемым «субъективным» измерениям привлекались участники, которые подвергались различным психоакустическим тестам. Эти исследования, проведенные в лаборатории, были направлены на оценку различных аспектов восприятия сигналов заднего хода [14-16].

Для более детального изучения распределения звукового поля, создаваемого сигнализацией заднего хода, с помощью микрофона была проведена непрерывная запись звукового сигнала позади транспортного средства по разным линиям сканирования (рис. 1).

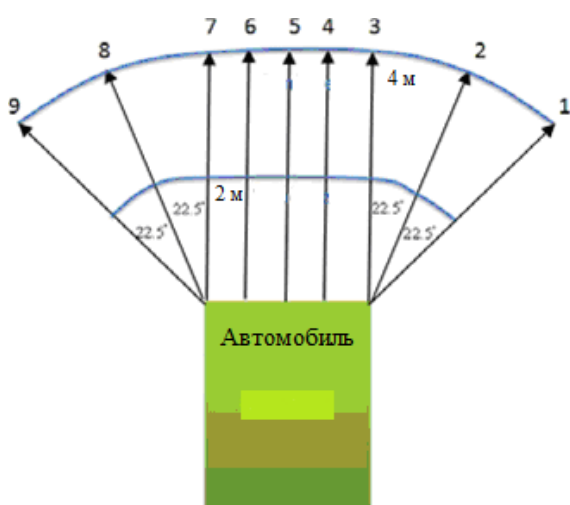


Рисунок 1 – Схема линий сканирования при измерении звукового поля позади транспортного средства

Они представляют собой девять прямых линий (обозначенных цифрами от 1 до 9) и двух дуг окружностей, расположенных на расстояниях 2 и 4 м от автомобиля. Для каждой из линий с 1 по 9 выполнялось сканирование приблизительно в течение 30...40 с. Для обеих дуг окружности время сканирования было большим, чем для прямых линий.

После завершения измерений сигналы были обработаны с помощью программного обеспечения *MATLAB*. Затем был использован алгоритм интерполяции для создания карт уровней звука сигналов заднего хода.

В психоакустических исследованиях, проводимых в лаборатории, участвовало двадцать четыре молодых человека в возрасте от 22 до 31 года (средний возраст = 25,0 лет). Все участники соответствовали следующим критериям отбора: 1) нормальная слуховая чувствительность обеих ушей, 2) отрицательный отолгический анамнез, 3) нормальные тимпаногаммы [17-20].

Перед тем, как принять участие в экспериментах, участники должны были ознакомиться с информационным письмом, подписать форму согласия и заполнить анкету слухового анамнеза.

Для осмотра слухового прохода был использован отоскоп *Welch Allyn*, а для оценки состояния среднего уха применялся тимпанометр *GSI 38*. Наконец, проверка слуха также проводилась с использованием клинического аудиометра (*Interacoustics AC 40*) в сочетании с наушниками *Telephonics TDH-39P*.

Звуки разных частот (от 250 до 8000 Гц) воспроизводились через наушники, и участники должны были нажать кнопку, как только услышали звук.

В процессе лабораторных исследований участники должны были выполнить три задания, а именно измерение порога обнаружения, оценку степени опасности и слуховую локализацию, с использованием средств индивидуальной защиты органов слуха и без них. Для проведения различных тестов потребовалось два сеанса продолжительностью от 90 до 120 мин. Первый сеанс был посвящен первым двум частям эксперимента, а второй – определению слуховой локализации.

Измерения проводились в звуконепроходимых кабинках.

Результаты и обсуждение. Анализ карт уровня звука сигналов заднего хода позади транспортных средств позволил выявить, что тональный сигнал характеризуется значительными колебаниями, которые могут достигать 15...20 дБ на расстоянии менее 1 м. Для многотональной сигнализации были получены колебания до 7...8 дБ, в то время как звуковое поле, создаваемое широкополосной сигнализацией позади автомобиля, является однородным с естественным уменьшением уровня громкости звука в зависимости от расстояния.

С этой точки зрения тональная сигнализация заднего хода является наименее эффективной в плане обеспечения безопасности работающих. Рабочий ожидает повышения громкости сигнала при приближении к нему автомобиля, движущегося задним ходом. Однако это явление может происходить и за счет резких колебаний уровня тональной сигнализации. Например, работник может интерпретировать снижение громкости сигнализации как уменьшение опасности, думая, что транспортное средство удаляется, или недооценить фактическое расстояние, отделяющее его от грузового автомобиля. Также возможна ситуация, когда в определенное время громкость падает до такого уровня, что рабочий больше не может обнаружить опасность или среагировать на нее достаточно быстро, особенно если он выполняет производственную задачу.

Таким образом, измерения показали, что широкополосная сигнализация имеет преимущество перед тональной и многотональной за счет большей однородности распространения звука за автомобилями.

В ходе исследований по обнаружению сигнала средние пороги варьировались от -13 до -24 дБ (соотношение сигнал/шум). Другими словами, это означает, что сигнал может оставаться едва слышимым, если его отрегулировать до уровня значительно ниже уровня окружающего шума.

Результаты определения порогов обнаружения показывают, что тональная сигнализация может иметь определенное преимущество перед широкополосной, что выражается в снижении порогов на 5...7 дБ в условиях высокочастотных фоновых шумов при использовании СИЗ органов слуха. При других типах фонового шума преимущество тональной сигнализации составляет максимум 3...4 дБ. Следует обратить внимание на то, что многотональный сигнал показал результаты между тональной и широкополосной сигнализацией, а также на то, что тип СИЗ (беруши или наушники) не оказал существенного влияния на пороги обнаружения.

С практической точки зрения отмеченное выше преимущество следует интерпретировать с учетом гораздо больших вариаций уровней громкости (порядка 15...20 дБ), наблюдаемых позади транспортных средств при использовании тональной сигнализации. Таким образом, наблюдаемое в лабораторных условиях преимущество не проявляется в реальных производственных условиях, учитывая гораздо большую однородность звукового поля, обес-

печиваемую широкополосной сигнализацией заднего хода.

Наиболее важным фактором, влияющим на степень восприятия опасности, является громкость сигналов заднего хода. На основании результатов, представленных в таблице 1, можно определить закономерность, которая характеризует увеличение степени опасности (по шкале от 0 до 100 баллов) в зависимости от уровня громкости (отношение сигнал/шум в дБ). Она составляет около 5 баллов/дБ без СИЗ и около 4 баллов/дБ с использованием средств индивидуальной защиты. В лабораторных условиях тональный сигнал вызывает большее ощущение опасности, чем многотональный (разница в средней степени воспринимаемой опасности составляет от 1 до 27 баллов).

Тональная сигнализация заднего хода провоцирует более сильное чувство опасности также по сравнению с широкополосной в 19 из 24 возможных сравнений. При этом различия варьируются от 0 до 20 баллов. Однако большинство этих различий не являются статистически значимыми.

Таблица 1 – Изменение степени восприятия опасности (в баллах) в зависимости от громкости сигнала при использовании наушников и без них

Тип сигнала	С наушниками		Без наушников	
	Разница между -6 и 0 дБ (сигнал/шум)	Разница между 0 и 6 дБ (сигнал/шум)	Разница между -6 и 0 дБ (сигнал/шум)	Разница между 0 и 6 дБ (сигнал/шум)
Многотональный	28,5	32,4	16,9	25,2
Широкополосный	36,4	32,4	21,0	32,4
Тональный	26,9	24,9	23,9	23,1

Максимальное преимущество тональной сигнализации в 20 баллов означает то, что уровень ее громкости может быть снижен максимум на 4 дБ, чтобы вызвать то же чувство опасности, что и широкополосный сигнал.

Так же, как и при исследовании порогов обнаружения, указанное выше преимущество следует интерпретировать с учетом пространственных вариаций громкости тональной сигнализации позади транспортных средств, которые составляют порядка 15...20 дБ. То есть, максимально возможное снижение громкости тонального сигнала на 4 дБ для того, чтобы вызвать чувство опасности, в лаборатории не может компенсировать гораздо большие колебания громкости в реальных условиях и не представляет реального преимущества на практике.

Кроме того, был проведен опрос участников о факторах, повлиявших на их оценку степени опасности. Многие из них ответили, что недостаточно сильное ощущение опасности при широкополосном сигнале вызвано тем, что он менее знаком.

Результаты исследований слуховой локализации показали, что широкополосный сигнал легче локализовать, чем тональный и многотональный.

При этом локализация сигналов (всех типов) значительно лучше в левом/правом направлении (динамики сзади), чем в переднем/заднем (динамики сбоку).

В направлении «лево/право» количество оши-

бок невелико. Наихудшим вариантом является применение тональной сигнализации при ношении рабочих наушников (около 20% ошибок).

Как и предполагалось, наибольшие различия между типами сигнализации отмечены в направлении «спереди/сзади». Как при тональных, так и при многотональных сигналах участники путали «перед» и «зад», соответственно, примерно в одном случае из трех (33%) и в одном из двух (50%).

В случае использования широкополосной сигнализации ошибки гораздо реже встречаются без применения СИЗ (примерно 10%) и при ношении берушей (примерно 18%). При использовании же наушников процент ошибок значительно возрастает и может достигать 40%.

Необходимо отметить, что при исследованиях участники не должны были двигать головой, что соответствует наиболее сложным условиям локализации.

Выводы. Таким образом, измерения уровня звукового давления, создаваемого сигнализацией, продемонстрировали, что звуковое поле, измеренное позади транспортных средств, гораздо более однородно для широкополосного сигнала, чем для двух других типов сигнализации. То есть, звуковое восприятие широкополосной сигнализации заднего хода также является более однородным.

Психоакустические лабораторные исследования

показали, что тональный сигнал легче обнаружить в условиях фонового шума и что он вызывает несколько более сильное чувство опасности, чем широкополосный, у людей, не привыкших к последнему.

Однако указанные преимущества тональной сигнализации, установленные в лабораторных условиях, не позволяют компенсировать негативное влияние пространственных вариаций уровня громкости сигналов этого типа позади грузового автомобиля (15...20 дБ).

Кроме того, возможность локализации звука в переднем/заднем направлении у широкополосной сигнализации значительно выше, чем у двух других типов сигналов. Это обстоятельство имеет большое значение с точки зрения безопасности труда, поскольку ошибочная локализация сигналов может спровоцировать перемещение рабочего в неправильном (опасном) направлении.

С целью обеспечения оптимального использования широкополосной сигнализации заднего хода можно предложить следующие рекомендации:

1) использовать сигнализацию, регулирующую в зависимости от типа и уровня окружающего шума, для обеспечения адекватной слышимости сигнала в различных условиях;

2) оптимизировать расположение сигнализации на грузовых автомобилях, чтобы обеспечить максимально однородное распространение звука;

3) в качестве СИЗ органов слуха предпочтительно использовать беруши, а не наушники, чтобы способствовать улучшению слуховой локализации;

4) ознакомить работников с широкополосными сигналами перед их использованием на рабочем месте. Это поможет усилить чувство опасности, вызываемое данным типом сигнала, в реальных производственных условиях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Дмитриев М.С. Улучшение условий и охраны труда операторов зерноуборочных комбайнов за счет совершенствования механизмов регулирования рабочих органов [Текст]. Дис. ... канд. техн. наук. – Челябинск, 2004. – 230 с.
2. Горшков Ю.Г., Дмитриев М.С., Старунова И.Н. Повышение эффективности транспортно-технологических процессов и улучшение условий труда работников АПК за счет инженерно-технических устройств [Текст]: монография / М. С. Дмитриев, Ю. Г. Горшков, И. Н. Старунова. – Челябинск: ЧГАА., 2010. – 291 с.
3. Горшков Ю.Г., Дмитриев М.С., Сушко Б.А. Оценка уровня безопасности труда операторов мобильных технологических и транспортных машин сельскохозяйственного назначения [Текст] / М.С. Дмитриев, Ю.Г. Горшков, Б.А. Сушко // Вестник науки Костанайского социально-технического университета. Материалы международной науч. – практ. конференции «Алдамжарские чтения» – Алдамжар, 2008 – С. 74–80.
4. Горшков Ю.Г., Дмитриев М.С., Потемкина Д.В. Улучшение условий труда и повышение безопасности водителей автомобилей сельскохозяйственного назначения [Текст] / М. С. Дмитриев, Ю. Г. Горшков, Д. В. Потемкина // Охрана труда и техника безопасности в сельском хозяйстве. – М., 2006 – №9 – С. 17–20.
5. Wilkins, P.A., Martin, A.M. The effects of hearing protectors on the perception of warning and indicator sounds: A general review. Southampton: University of Southampton, 1978.
6. Alali, K.A., Casali, J.G. (2011). The challenge of localizing

vehicle backup alarms: Effects of passive and electronic hearing protectors, ambient noise level, and backup alarm spectral content. *Noise and Health*, 13(51), 99. doi: 10.4103/1463-1741.77202.

7. Alali, K., Casali, J.G. (2012). Auditory backup alarms: distance-at-first-detection via in-situ experimentation on alarm design and hearing protection effects. *Work: A Journal of Prevention, Assessment and Rehabilitation*, 41(supplement 1), 3599–3607.

8. Casali, J.G., Robinson, G.S., Dabney, E.C., Gauger, D. (2004). Effect of electronic ANR and conventional hearing protectors on vehicle backup alarm detection in noise. *Human Factors*. – 46(1). – С. 1-10.

9. Catchpole, K., Mckeown, D. (2007). A framework for the design of ambulance sirens. *Ergonomics*. – 50(8). – 1287-1301. doi:10.1080/00140130701318780.

10. CSA. (2014). *Protecteurs auditifs : performances, sélection, entretien et utilisation. Norme CSAZ94.2-14*. Ottawa, ON : CSA. Commission de la santé et de la sécurité du travail. (2011). *Revue de presse : le vendredi 9 septembre 2011*. Montréal, QC : CSST.

11. Giguère, C., Laroche, C., Osman, A., Zheng, Y. (2008). Optimal installation of audible warning systems in the noisy workplace. 9th International Congress on Noise as a Public Health Problem (ICBEN) (Mashantucket, CT. – С. 197-204).

12. Homer, J. P. (2008). Audible warning devices used in the mining industry. INTER-NOISE and NOISE-CON Congress and Conference Proceedings. Dearborn, MI. – С. 678-688.

13. Lancaster, J. A., Alali, K., Casali, J. G. (2007). Interaction of vehicle speed and auditory detection of backup alarms AKA: Can the construction worker get out of the way? *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*. – 51(20). – 1421-1424. doi: 10.1177/154193120705102010.

14. Laroche, C., Ross, M.-J., Lefebvre, L., Larocque, R. (1995). Détermination des caractéristiques optimales des alarmes de recul. (Rapport no R-117). Montréal, QC: IRSST.

15. Lovejoy, S. M. (2008). Determination of backup alarm masked threshold in construction noise (Virginia Polytechnic Institute and State University, Blacksburg, VA).

16. May, K. R., Walker, B. N. (2017). The effects of distractor sounds presented through bone conduction headphones on the localization of critical environmental sounds. *Applied Ergonomics* – 61. – С. 144-158. doi:10.1016/j.apergo.2017.01.009.

17. McKinley R.L. (2000). Communication and localization with hearing protectors. // *Damage Risk from Impulse Noise*, Aberdeen, MD.

18. Цой Д.Д., Хилько Е.А., Арутюнян Т.В. и др. Изучение частоты слияния и верхнего порога слышимости методом аудиометрии [Текст] / Д.Д. Цой, Е.А. Хилько, Т.В. Арутюнян и др. // Актуальные вопросы биомедицинской инженерии. Материалы V Всероссийской научной конференции. Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.. 2015, Изд-во: Прондо. – С. 203–206.

19. Бобошко М.Ю., Бердникова И.П. и др. Психоакустические методы в диагностике центральных нарушений слуха при сенсоневральной тугоухости [Текст] / М.Ю. Бобошко, И.П. Бердникова и др. // Российская отоларингология. – С-Пб., 2017 – №2 (87) – С. 9–6.

20. Глинов Д.В. Аудиометрические методы диагностики состояния слухового анализатора [Текст] / Д.В. Глинов, Д.П. Юсупов, Л.Ф. Добро // Современное состояние и приоритеты развития фундаментальных наук в регионах: труды X Всерос. науч. конф. молодых ученых и студентов в 2 т. – Краснодар: Просвещение-Юг, 2013. – Т.1. – С. 36-38.

Статья поступила в редакцию 27.05.2022

Статья принята к публикации 20.06.2022

УДК 543.054

DOI: 10.46548/21vek-2022-1158-0029

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА БИОИНДИКАЦИИ ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ ВЛИЯНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ НА КОНЦЕНТРАЦИЮ РТУТИ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ

© Автор(ы) 2021

SPIN: 2705-2793

AuthorID: 708430

ORCID: 0000-0003-4119-8888

НОВОСЕЛОВА Елена Александровна, кандидат технических наук, руководитель проекта

АО НДЦ НПФ «Русская лаборатория»

(197229, Россия, г. Санкт-Петербург, тер. Ольгино, ул. Вокзальная, д. 2, корп. 3, стр. 1,

e-mail: novoselova-1989@mail.ru)

SPIN: 1353-8309

AuthorID: 970943

ORCID: 0000-0001-6319-5413

СКРИПНИК Игорь Леонидович, кандидат технических наук, доцент

Санкт-Петербургский университет Государственной противопожарной службы МЧС России

(196605, Россия, г. Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149, e-mail: ig.skripnick2011@yandex.ru)

SPIN: 7495-6349

AuthorID: 426114

ORCID: 0000-0001-7912-8864

САВЕЛЬЕВ Дмитрий Вячеславович, кандидат военных наук, доцент

Санкт-Петербургский университет Государственной противопожарной службы МЧС России

(196605, Россия, г. Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149, e-mail: savelev.d@igps.ru)

SPIN: 9801-3490

AuthorID: 704170

ORCID: 0000-0002-7423-4892

КАВЕРЗНЕВА Татьяна Тимофеевна, кандидат технических наук, доцент

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

(195251, Россия, г. Санкт-Петербург, Политехническая ул., д.29, e-mail: kaverzt@mail.ru)

Аннотация. Одним из основных направлений современности является задача обеспечения населения здоровым питанием, которое неотрывно связано с защитой окружающей среды от антропогенных веществ, получаемых и выделяемых в новых технологических процессах, производствах, материалах, способах их обработки, в том числе ртути. Метод биоиндикации содержания ртути в окружающей среде является перспективным направлением при решении актуальных задач по выявлению загрязнения почв ртутью в результате, например, различных аварийных и чрезвычайных ситуаций, с последующим восстановлением почв для сельскохозяйственных нужд. Установлено, что внешние воздействия могут существенно влиять на жизненный цикл овса, в том числе на его всхожесть и прорастание. В рамках исследования разработан метод биоиндикации, основанный на оценке всхожести овса в присутствии токсиканта – ртути. Для этого была проведена исследовательская работа, заключающаяся в проведении серии экспериментов по выявлению возможности прорастания корневой системы, ростков, загрязненных разной концентрацией ртути после чрезвычайных ситуаций (ЧС) путем ее засева овсом, являющимся одним из распространенных удобрений, в ограниченном температурном диапазоне, с целью оценки способности рекультивации почв, активизации микрофлоры, взаимодействию почвы с погодными условиями, ускорению разрушения токсиканта. Показано, что ростки являются более чувствительной частью выбранного биоиндикатора по сравнению с корневой системой, при оптимальной температуре плюс 23°C, незначительных концентрациях ртути 0,025 г/л, всхожесть такая же как и у тестового образца, при этом можем принять, что данная концентрация соответствует невидимому ртутному загрязнению почвы (микрокаплям).

Ключевые слова: биоиндикация, ртуть, овес, ростки, проращивание, хлорид ртути, токсикант, влияние температуры, загрязнение, тестовый образец.

APPLICATION OF THE BIOINDICATION METHOD IN DETERMINING THE EFFECT OF TEMPERATURE ON MERCURY CONCENTRATION IN EMERGENCY SITUATIONS

© The Author(s) 2021

NOVOSELOVA Elena Alexandrovna, candidate of technical sciences, project manager

RUSSIAN LABORATORI Ltd.

(197229, Russia, St. Petersburg, ter. Olgino, st. Vokzalnaya, 2, bldg. 3, bldg. 1, e-mail: novoselova-1989@mail.ru)

SKRIPNIK Igor Leonidovich, candidate of technical sciences, associate professor

SAVELYEV Dmitry Vyacheslavovich, candidate of military sciences, associate professor

St. Petersburg University of the Ministry of Emergency Situations of Russia

(196605, Russia, St. Petersburg, Moskovsky Ave., 149, e-mails: savelev.d@igps.ru, ig.skripnick2011@yandex.ru)

KAVERZNEVA Tatyana Timofeevna, candidate of technical sciences, associate professor

Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University

(195251, Russia., Saint Petersburg, Polytechnicheskaya St, 29, e-mail: kaverzt@mail.ru)

Abstract. One of the main directions of our time is the task of providing the population with a healthy diet, which is inextricably linked with the protection of the environment from anthropogenic substances obtained and released in new technological processes, industries, materials, methods of their processing, including mercury. The method of bioindication of mercury content in the environment is a promising direction in solving urgent problems of identifying soil contamination with mercury as a result, for example, of various accidents and emergencies, followed by soil restoration for agricultural needs. It has been established that external influences can significantly affect the life cycle of oats, including its germination and germination. As part of the study, a bioindication method was developed based on the assessment of the germination of oats in the presence of a toxicant, mercury. For this, research work was carried out, which consisted in conducting a series of experiments to identify the possibility of germination of the root system, sprouts contaminated with different concentrations of mercury after emergencies (ES) by sowing it with oats, which is one of the common fertilizers, in a limited temperature range, in order to assess the ability of soil reclamation, activation of microflora, interaction of soil with weather conditions, acceleration of the destruction of the toxicant. It is shown that the sprouts are a more sensitive part of the selected bioindicator compared to the root system, at the optimum temperature of plus 23°C, low mercury concentrations of 0.025 g/l, the germination is the same as that of the test sample, while we can assume that this concentration corresponds to the invisible mercury contamination of the soil (microdroplets).

Keywords: bioindication, mercury, oats, sprouts, germination, mercury chloride, toxicant, temperature effect, contamination, test sample.

Для цитирования: Новоселова Е.А. Применение метода биоиндикации при определении влияния температуры на концентрацию ртути в чрезвычайных ситуациях / Е.А. Новоселова, И.Л. Скрипник, Д.В. Савельев, Т.Т. Каверзнева // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2022. – Т. 11. – № 2(58). – С. 164-168. – DOI: 10.46548/21vek-2022-1158-0029.

Введение. Одной из проблем современности – это загрязнение окружающей среды ртутью, относящейся к наиболее токсичным металлам, содержание которых строго нормируется. Например, при неправильной утилизации люминесцентных ламп и в случае их повреждения происходит испарение ртути и загрязнения окружающей среды, поскольку каждая из ламп содержит до 0,2 г жидкой ртути. Известны случаи, когда лампы выбрасывались в обычные мусорные контейнеры, тем самым нанося вред здоровью людей [1-3].

Также, источником ртути являются системы удаления ртути из осушенного газа заводов сжиженного природного газа России. После осушки газ направляется в систему удаления ртути, состоящую из адсорбера, заполненного слоем адсорбента и фильтра вторичной очистки. После насыщения ртутью слой адсорбента подлежит утилизации и замене. Технологические аварии на производстве могут привести к разгерметизации адсорберов и попаданию ртути в почву, что в свою очередь при больших объемах ртути может привести к ЧС.

Ртуть при попадании в почву может дробиться на микрокапли невидимые невооруженным глазом, что в свою очередь делает невозможным ее обнаружение и 100%-ое удаление. При изменении внешних условий микрокапли ртути испаряются с высокой скоростью, насыщая и отравляя своими парами атмосферный воздух.

В данном случае необходим эффективный ме-

тод обнаружения ртути в почве, который бы являлся одновременно с этим биологическим методом демеркуризации и рекультивации почвы [4, 5], что предотвратило бы попадание в пищу людей отравленных веществ. Это позволит в будущем на «оздоровленной» почве проводить посев различных культур и выращивать необходимые для нужд людей продукты народного хозяйства.

При переносе производственных площадей за городскую черту необходимо обеспечивать контроль содержания в почве вредных веществ, которые попадают туда из-за тех или иных производственных процессов, проводимых на заводах, и последствий разрушения зданий и сооружений, где эти процессы осуществлялись [6]. Загрязнение почвы ртутью также особенно опасно в связи с высоким классом опасности/вредности ртути и тяжелым весом ртути, в связи с чем ртуть сложно извлечь из пластов земли [7]. Иногда приходится снимать грунт для обеспечения безвредности использования земель.

В связи с актуальностью в текущее время проблемы загрязнения ртутью окружающей среды разработана методика [6] оценки влияния солей ртути на прорастания овса как метода биоиндикации. На выбор в качестве эксперимента овса повлиял тот факт, что он является одним из немногих зелёных удобрений, в состав которого входит много полезных веществ для плодородности земли, обогащающих грунт азотом и способствующих загниванию сорняков, витамины и микроэлементы которого, разлагаясь в почве, ста-

новятся качественным строительным материалом для развития других овощных культур.

Интерес к данной проблеме обусловлен как с научной, так и с прикладной стороны прогнозированием данных прорастания овса с токсикантом, полученных в лабораторных условиях на прорастание семян при обычных (домашних) условиях и дальнейшее их применение на другие культовые продукты. В связи с возникшей проблемой, для экспериментов используется водный растворов $HgCl_2$.

Целью работы является установление зависимости всхожести семян овса при различных температурах в условиях присутствия токсиканта – ртути.

Методология. Основывалась на: теории проведения экспериментальных исследований, с заданными параметрами вещества в описываемых условиях, в выбранном промежутке оценивания экспериментов; с использованием сертифицированных измерительных приборов; обработке полученных результатах в виде таблицы, рисунка.

Проращивание семян овса проводилось при следующих условиях:

- в воде (без загрязнения, тестовый образец) при:
 - добавлении раствора $HgCl_2$ ($C=2,500$ г/л);

- добавлении $HgCl_2$, ($C=0,250$ г/л);
- 100% разбавлении $HgCl_2$; ($C=0,025$ г/л);
- добавлении $NaCl$, ($C=0,764$ г/л);
- 10% перемешивании $NaCl$, ($C=0,076$ г/л);
- 100% перемешивании $NaCl$, ($C=0,007$ г/л).

Проращивание овса проведено в закрытом малоосвещенном помещении в термостате со средней температурой 10°C, 23°C, 30°C (точность регулирования температуры 0,5°C) и влажностью 80% [8-11]. Первый эксперимент, для перечисленных выше семи условий, был проведен при комнатной температуре плюс 23°C, с оценкой количества взошедших семян и развитости корневой системы по ее длине в мм, на третьи и пятые сутки наблюдений. Второй и третий эксперименты выполнялся при тех же исходных данных только при температуре равной плюс 10°C и плюс 30°C соответственно (табл. 1).

Результаты. Результаты эксперимента показали, что самое большое количество проросших семян (33%) наблюдается при добавлении хлорида натрия самой высокой 0,764 г/л концентрации (рис. 1). На данной зависимости изображены кривые при разной концентрации токсиканта – $HgCl_2$ и тестового образца (без добавления токсиканта).

Таблица 1 – Доля проросших семян (%) на 3-и сутки при разной температуре (°C)

№ п/п	Наименование токсиканта в образце и его концентрация	Температура, °C, плюс		
		10	23	30
1	Тестовый образец (с водой)	0	17	20
Хлорид ртути (II), г/л, C=				
2	2,500	0	0	0
3	0,250	0	7	10
4	0,025	0	20	23
Хлорид натрия, г/л, C=				
5	0,764	0	33	37
6	0,0764	0	30	33
7	0,00764	0	23	27

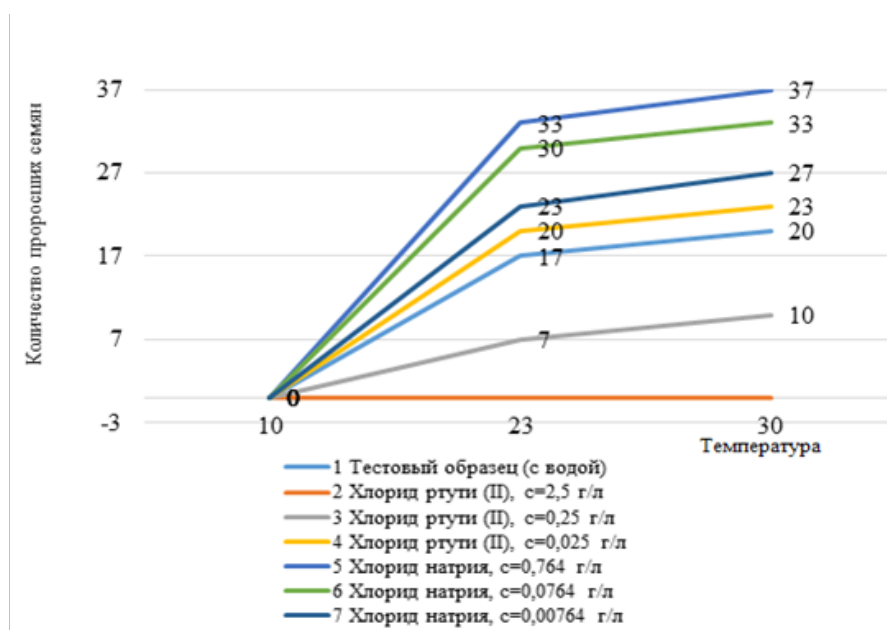


Рисунок 1 – Зависимость доли проросших семян овса от температуры при разных концентрациях – $HgCl_2$, где $°C(X)$ – температура, °C

При добавлении разбавленного хлорида натрия 0,076 г/л наблюдается незначительное ухудшение прорастания семян примерно на 3%. При добавлении хлорида ртути (II), концентрацией 2,5 г/л, семена не взошли. Но если этот раствор разбавить в 10 и 100 раз, то наблюдаются небольшие изменения, показывающие, что при снижении концентрации хлорида ртути от 0,25 г/л до 0,025 г/л (соответственно при разбавлении в 10 и 100 раз) всхожесть растет от 7% до 20%.

Важным внешним фактором для проведения экспериментов является температура окружающей среды, поэтому было важно выявить насколько велика погрешность от этого фактора [12-14].

Проведен эксперимент при температуре плюс 10°C, который показал, что на третьи сутки ни одно семя из всех образцов не взошло, также нет и корневой системы. Поэтому было решено продлить опыт на несколько дней. На пятые сутки почти у всех образцов (кроме образца с добавлением хлорида ртути (II), $C=2,5$ г/л появилась небольшая корневая система около 2÷5 мм длиной. Отличительная особенность этого эксперимента заключалась в том, что ни одно семя не дало ростка (не проросло).

Поэтому требуется больше времени, для того, чтобы семена могли прорасти при этой температуре.

Далее, был проведен эксперимент при таких же концентрациях и в таких же условиях, что эксперимент, приведенный выше, но только при температуре плюс 30°C. Опыт показал, что на третьи сутки доля проросших семян примерно на 3% выше, чем эксперимент, проведенный при комнатной температуре (плюс 23°C, табл. 1).

Продолжение опыта нецелесообразно, т. к. на пятые сутки наблюдалась бы 100% всхожесть.

Обсуждение. При проведении эксперимента было выяснено, что:

1. Большие концентрации (2,5 г/л), проникающие в семя с водой, убивают его изнутри.

2. По сравнению с корневой системой, ростки являются более чувствительной частью выбранного биоиндикатора, т. к. клетки, ответственные за формирование проростка более чувствительны к интоксикации ртутью, чем клетки, отвечающие за формирование и рост корней. Поэтому внешнее проявление, заключающееся в отсутствии ростков, является визуальным признаком поражения более высокочувствительных клеток биоиндикатора.

3. При температуре, равной плюс 30°C, корневая система получается более длинная, имеет ветвистую структуру, т.е. большее количество разветвлений.

4. На проведение экспериментов большое влияние оказывает температурный режим (рис. 1). Это говорит о том, что температурный фактор является важным при проращивании семян. Из таблицы видно, что при низких температурах ни одно семя овса не взошло. При повышенной же температуре доля проросших семян примерно на 3% выше, чем при комнатной температуре. Следовательно, можно судить, что

температура влияет на качество проросших семян. При низких температурах длительность эксперимента можно продлить от 3 до 6 суток, а при высоких температурах длительность опыта можно сократить до 2 суток. Следовательно, была принята оптимальная длительность опыта, которая составляет 3-4 сутки.

5. Сопоставлении кривых на графике показало, что они выглядят одинаково, только меняются местами между собой (рис. 1). Данные рисунка показывают, что при больших концентрациях интенсивность прорастания семян меньше по сравнению с тестовым образцом. А при концентрации 0,025 г/л токсиканта (концентрация равна ПДК) всхожесть семян выше, по сравнению с тестовым образцом. Следовательно, при малых концентрациях токсиканта, всхожесть увеличивается.

Кривые с токсикантом $NaCl$ находятся выше тестового образца. Следовательно, при большей температуре всхожесть семян с добавлением $NaCl$ выше, причем с большей концентрацией доля всхожести выше.

Анализ данных диаграмм показал, что наибольшая всхожесть семян наблюдается в интервале температур от плюс 18°C до плюс 25°C, поэтому можно сказать, что комнатная температура, равная плюс 23°C является оптимальной.

Выводы. При выборе необходимых концентраций токсиканта установлено, что наиболее информативные результаты могут быть получены при использовании токсиканта $HgCl_2$ с концентрацией 0,025 г/л.

Исследование всхожести семян, подвергшихся воздействию различных концентраций токсиканта, показало, что токсикант имеет значительное влияние в первые дни появления ростков (2 и 3 суток), в это период он затормаживает всхожесть, образцы дифференцируются по скорости появления всходов. В последующие дни образцы различавшиеся по скорости появления всходов выравниваются по величине итоговой всхожести. Данный факт свидетельствует о проникновении токсиканта через оболочки семян до появления корневой системы [15-17].

Таким образом, сопоставление полученных данных о всхожести семян при температурах от плюс 10°C до плюс 30°C позволяет утверждать, что самая оптимальная температура всхожести семян при добавлении токсиканта является плюс 23°C. При данной температуре возможно проведение рекультивации почвы, загрязненной ртутью при чрезвычайных ситуациях, путем ее засева растениями (овсом), способствующими активизации микрофлоры и ускорению ассимиляции или разрушению ртути. В дальнейшем исследовании рекультивация будет смоделирована в лабораторных условиях, а ее результаты будут распространяться на ожидаемые результаты природных процессов [18-20] для засева овсом и в дальнейшем другими культурами.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Novosyolova E.A. Skripnik I.L., Kaverzneva T.T., Idrisova

- D.I., Pshenichnaya K.V. Express bioindication of environmental pollution with mercury using yeast fungi // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Volume 848, V International Workshop on Innovations in Agro and Food Technologies (WIAFT-V-2021) 17th -18th June 2021. Volgograd: IOP Conf. Ser.: Earth Environ. 2021. – Sci. 848 012130.
2. Novosyolova E.A. Skripnik I.L., Kaverzneva T.T., Rummyantseva N.V., Tumanov A.Yu. Improvement of the method of express bioindication by yeast fungi of environmental pollution with mercury using mechanical activation and electrophysical action// IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Volume 839, Agribusiness, Economics and Organization of Agritech Engineering. 2021. IOP Conf. Ser.: Earth Environ. – Sci. 839 022034.
3. Савельев Д.В., Скрипник И.Л., Воронин С.В. Влияние опасных экологических факторов на безопасность населения и защита от них // Сборник статей по материалам VIII Всероссийской научно-практической конференции: Мониторинг, моделирование и прогнозирование опасных природных явлений и чрезвычайных ситуаций. г. Железнодорожск, 26 октября 2018 г. – С. 211-214.
4. Савельев Д.В., Скрипник И.Л., Воронин С.В. Актуальные вопросы экологического загрязнения мегаполисов вредными веществами, влияние опасных факторов на здоровье населения // Сборник статей по материалам VIII Всероссийской научно-практической конференции: Мониторинг, моделирование и прогнозирование опасных природных явлений и чрезвычайных ситуаций. г. Железнодорожск, 26 октября 2018 г. – С. 224-227.
5. Савельев Д.В., Скрипник И.Л., Воронин С.В. Экологическая обстановка в мегаполисах и ее влияние на уровень здоровья молодых людей // Вестник Международной академии наук экологии и безопасности жизнедеятельности. – 2018. – № 3. – Т. 23. – С. 61-64.
6. Novosyolova E.A. Skripnik I.L., Voronin S.V., Kaverzneva T.T., Sogonov S.A., Development of Environment Mercury Contamination Bioindication at Emergency Mitigation// AIP Conference Proceedings 2442. – 060008 (2021).
7. Ivakhnyuk, G.K., Skripnik I.L., Ksenofontov Yu.G., Kaverzneva T.T., Basharichev A.V. Investigation of heat flux intensity during composting of organic wastes // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. – 2020. – Т.548 – 022021. Эл. доступ DOI: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/548/2/022021>.
8. Пименова М.А., Скрипник И.Л., Воронин С.В. О необходимости учета показателей пожарной опасности отходов при назначении их класса опасности // Сборник статей по материалам IX Всероссийской научно-практической конференции “Сервис безопасности в России: Опыт, проблемы, перспективы. Обеспечение комплексной жизнедеятельности населения” 27 сентября 2017 года. Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России. – С. 296-299.
9. Новоселова Е.А., Иванов А.В., Колесников С.В. Аппаратурно-методическое обеспечение процессов демуруризации объектов чрезвычайных ситуаций в условиях Крайнего Севера // Научно-аналитический журнал «Вестник Санкт-Петербургского университета противопожарной службы МЧС России». – 2016. – № 2. – С. 16-20.
10. Каплина С.П., Каманина И.З. Мониторинг почвенного покрова малых и средних городов севера Московской области// Актуальные проблемы экологии и природопользования: сб. науч. тр. – Вып.14. – М: РУДН, 2012. – Ч. 2. – С. 108 -114.
11. Каплина С.П., Каманина И.З., Судницын И.И. Тяжелые металлы в почвах городов Дубна и Дмитров//Агрохимия. – 2012. – № 10. – С. 60-65.
12. Шворнева Е.В., Ляпина Е.Е., Воропай Н.Н. Содержание и особенности накопления ртути в хвое сосны обыкновенной (PINUS SYLVESTRIS L.) // В книге: Двенадцатое Сибирское совещание и школа молодых ученых по климато-экологическому мониторингу Тезисы докладов российской конференции. /Под ред. М.В. Кабанова. – 2017. – С. 183-184.
13. Теплая Г. А. Тяжелые металлы как фактор загрязнения окружающей среды (обзор литературы) // Астраханский вестник экологического образования. – 2013. – №1 (23). – С.182.
14. Сорокина О.И., Кошелева Н.Е., Касимов Н.С., Голованов Д.Л., Бажа С.Н., Доржготов Д., Энх-Амгалан С. Тяжелые металлы в воздухе и снежном покрове Улан-Батора // География и природные ресурсы. – 2013. – № 3. – С. 159-170.
15. Sorokina O.I., Enkh-Amgalan S. Lead in the landscapes of Ulaanbaatar city // Arid ecosystems. – 2012. – Nol(vol.2). – P.61-67.
16. Кошелева Н.Е., Касимов Н.С., Сорокина О.И., Гунин П.Д. Геохимия техногенных ландшафтов г. Улан-Батор. Геохимия ландшафтов и география почв. К 100-летию М.А. Глазговской. / Под ред. Н.С. Касимова, М.И. Герасимовой. – М.: АПР. – 2012. – С.207-235.
17. Воронцова, А.В. Рентгеноспектральный электронно-зондовый микроанализ неорганической составляющей снегового покрова Санкт-Петербурга // Науки о Земле и цивилизация: Материалы Международной молодежной конференции. Том 1. Науки о Земле / Под общ. ред. Е.М. Нестерова. – СПб.: Изд-во РГПУ им. А.И. Герцена, 2012. – с. 50-54.
18. Воронцова, А.В. Геохимия твердой фракции снегового покрова Санкт-Петербурга / Известия Российского государственного педагогического университета им. А. И. Герцена. Серия Естественные и точные науки. – СПб. – 2012. – № 153 (2). – С. 46-52.
19. Воронцова, А.В. Геохимия снегового покрова в условиях городской среды // Известия Российского государственного педагогического университета им. А. И. Герцена. Серия Естественные и точные науки. – СПб. – 2012. – № 147. – С. 125-132.
20. Ляпина Е.Е., Ветрова Е.В., Воропай Н.Н. Содержание ртути в хвое юго-запада Прибайкалья // Аэрозоли Сибири. XXIII Рабочая группа: Тезисы докладов. – Томск: Изд-во ИОА СО РАН, 2016. – 116 с.

Статья поступила в редакцию 15.04.2022

Статья принята к публикации 20.06.2022

УДК 377.169.3

DOI: 10.46548/21vek-2022-1158-0030

**ОСОБЕННОСТИ ОХРАНЫ ТРУДА И БЕЗОПАСНОСТИ БОРТПРОВОДНИКОВ АВИАКОМПАНИЙ
«ПОБЕДА», «РОССИЯ» И «S7 AIRLINES»**

© Автор(ы) 2021

SPIN: 3388-0027

AuthorID: 1149077

ORCID: 0000-0002-9219-6260

ResearcherID: АНВ-4497-2022

ГАМЗАЕВ Вадим Рамизович, аспирант*Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации
(196210, Россия, Санкт-Петербург, ул. Пилотов, 38, e-mail: vgamzayev96@mail.ru)*

Аннотация. В данной статье представлен анализ охраны здоровья и безопасности бортпроводников авиакомпаний «Победа», «Россия» и «S7 Airlines». Нами был проведен опрос в форме анкетирования сотрудников авиакомпаний «Победа», «Россия» и «S7 Airlines» для изучения основных причин, влияющих на ухудшение здоровья авиационного персонала. В опросе приняли участие 30 кабинных и лётных экипажей воздушного судна. Были определены самые распространенные проблемы и профессиональные заболевания, с которыми сталкиваются бортпроводники во время полётов воздушных судов. К ним относятся: травмы опорно-двигательного аппарата, облучение, рак, психологические заболевания, усталость, репродуктивные и токсикологические риски. В результате чего были предложены практические рекомендации для профилактики и укрепления здоровья бортпроводников воздушного судна. На улучшение физического здоровья авиационного персонала положительно повлияют систематические занятия спортом, водные процедуры и использование ортопедических стелек. С психологическими проблемами помогут справиться различные методы аутотренинга. Сделан сравнительный анализ заболеваемости бортпроводников, в зависимости от их возраста. Раскрыты преимущества важности обеспечения высокого уровня безопасности и комфорта для экипажа и пассажиров и контроля за соблюдением режимов труда и отдыха кабинного экипажа. А также даётся заключение, что многие методы профилактики травм бортпроводников авиакомпаний «Победа», «Россия» и «S7 Airlines» во время полёта воздушного судна не оптимизированы и не реализованы в полной мере.

Ключевые слова: бортпроводники, безопасность, усталость, профессиональные заболевания, охрана труда, пассажиры, симптомы, стресс, здоровье.

**FEATURES OF OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY OF FLIGHT ATTENDANTS OF POBEDA,
ROSSIYA AND S7 AIRLINES**

© The Author(s) 2021

GAMZAEV Vadim Ramizovich, post-graduate student*St. Petersburg State University of Civil Aviation
(196210, Russia, St. Petersburg, Pilotov st., 38, e-mail: vgamzayev96@mail.ru)*

Abstract. This article presents an analysis of the health and safety of flight attendants of Pobeda, Rossiya and S7 Airlines. We conducted a survey in the form of a questionnaire for employees of Pobeda, Rossiya and S7 Airlines to study the main causes that affect the deterioration in the health of aviation personnel. The survey involved 30 cabin and flight crews of the aircraft. The most common problems and occupational diseases encountered by flight attendants during aircraft flights were identified. These include: musculoskeletal injuries, radiation, cancer, psychological illness, fatigue, reproductive and toxicological risks. As a result, practical recommendations were proposed for the prevention and promotion of the health of aircraft cabin crew. The improvement of the physical health of aviation personnel will be positively affected by systematic sports, water procedures and the use of orthopedic insoles. Various methods of auto-training will help to cope with psychological problems. Made a comparative analysis of the incidence of flight attendants, depending on their age. The advantages of the importance of ensuring a high level of safety and comfort for the crew and passengers and monitoring compliance with the work and rest regimes of the cabin crew are disclosed. It also concludes that many methods for preventing injury to flight attendants of Pobeda, Rossiya and S7 Airlines during an aircraft flight are not optimized and not fully implemented.

Key words: flight attendants, safety, fatigue, occupational diseases, occupational Safety and Health, passengers, symptoms, stress, health.

Для цитирования: Гамзаев В.Р. Особенности охраны труда и безопасности бортпроводников авиакомпаний «Победа», «Россия» и «S7 Airlines» / В.Р. Гамзаев // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2022. – Т. 11. – № 2(58). – С. 169-175. – DOI: 10.46548/21vek-2022-1158-0030.

Введение. В течение от полугода до года, с момента начала работы бортпроводники проходят сложную адаптацию к довольно специфичным условиям работы, таким как шум, облучение и недостаток кислорода. Важно не довести организм до переутомления, вероятность которого велика во время первой фазы адаптации к повышенным нагрузкам на организм человека. К концу первого года организм в основном перестраивается и летать становится гораздо легче. Главное – дать организму время развернуть свои адаптационные возможности и помочь ему в этом [8].

На современном этапе развития транспортного комплекса России актуальным является изучение состояния охраны труда бортпроводников отечественных авиакомпаний, а также таких важных аспектов, как снижение получения травм и профессиональной заболеваемости. Это говорит нам о необходимости совершенствования системы управления охраной труда, принятия мер по снижению уровня профессионального риска бортпроводников, важности разработки научных методов предупреждения авиационных происшествий [14].

Для выполнения критически важных для безопасности полётов функций в чрезвычайных ситуациях бортпроводники должны соответствовать минимальным стандартам в области здравоохранения и не подвергаться воздействию таких факторов, как усталость [1].

Кроме того, уникальные профессиональные и экологические характеристики деятельности бортпроводников могут иметь некоторые последствия для здоровья и безопасности на борту воздушного судна, включая радиационное облучение, рак, психическое расстройство, коронавирусную инфекцию, травмы опорно-двигательного аппарата, репродуктивные расстройства и симптомы загрязнения воздуха в салоне воздушного судна [4].

Методология. В этой работе мы преследовали две цели. Первая – разработать начинающим бортпроводникам практические рекомендации для быстрой и успешной адаптации к работе, поддержания высокого уровня физического и психологического здоровья, а также работоспособности на воздушном судне. Вторая – является изучение вопросов охраны труда и безопасности авиационного персонала, так как на сегодняшний день эти вопросы активно обсуждаются в России и других стран мира.

Организация исследования. Мы опросили 30-ть действующих на 2021 год лётных и кабинных экипажей российских авиакомпаний, таких как «Победа», «Россия» и «S7 Airlines».

В своем исследовании мы использовали следующие методы:

1. Наблюдение.
2. Анкетирования бортпроводников.
3. Статистический анализ.

Нами были составлены конкретные вопросы, которые касаются работы и здоровья бортпроводни-

ков, с учетом специфики условий их работы. Это позволило нам узнать лучше основные проблемы и заболевания, с которыми сталкиваются бортпроводники. На этом основании были предложены практические рекомендации для укрепления здоровья, внедрение систем управления рисками усталости, стандартизацию сбора данных о радиационном воздействии на здоровье, а также более скоординированные подходы к управлению рисками в области охраны труда и техники безопасности.

В нашем исследовании мы размышляли о том, адекватно ли медицинская сертификация для бортпроводников решает проблемы безопасности полётов воздушного судна и потребности бортпроводников в области охраны труда и техники безопасности, так как некоторыми исследователями высказываются опасения, что обязательная медицинская сертификация для бортпроводников этих авиакомпаний не принесет пользы ни безопасности полетов воздушного судна, ни охране труда [5].

В ходе нашего исследования был проведен анализ научной литературы, в том числе и зарубежной, по ключевым понятиям, таким как, «стюардесса», «бортпроводник», мы проанализировали пять диссертационных исследований, 59 соответствующих научных статей, связанных со здоровьем и безопасностью авиационного персонала компании. Дальнейшие наши поиски во многих базах данных для понятий «лётного экипажа» и «лётного состава» дали еще 145 ссылок. Также нами был проведен поиск понятия «здоровье экипажа воздушного судна», что предоставило еще 31 ссылку. Поиск научной, методической литературы был дополнительно усовершенствован путем изучения ключевых слов по проблемам здоровья авиационного персонала. Ручной поиск идентифицированных журнальных статей предоставил дополнительные ссылки. После фильтрации и устранения дублирования, 125 журнальных статей были определены как имеющие отношение к нашей публикации. Структурированный обзор был предпочтительнее систематического обзора литературы, поскольку последний исключил бы охват некоторых клинических областей. Однако систематические и аналитические обзоры были доступны по некоторым темам, в частности по раковым болезням. По сумме негативных факторов трудового процесса условия труда бортпроводников относятся к вредным, а в некоторых случаях к опасным. Шесть важных областей охраны труда и техники безопасности были отобраны для рассмотрения на основе соответствующей исследовательской информации и актуальности для обсуждения (рис. 1).

Степень, в которой можно понять риски для здоровья бортпроводников, ограничена смешивающими факторами (такими как «эффект здорового работника»). Наблюдается статистически значимое повышение смертности от травм в результате авиационных происшествий, что отражает более высокий риск травматизма.

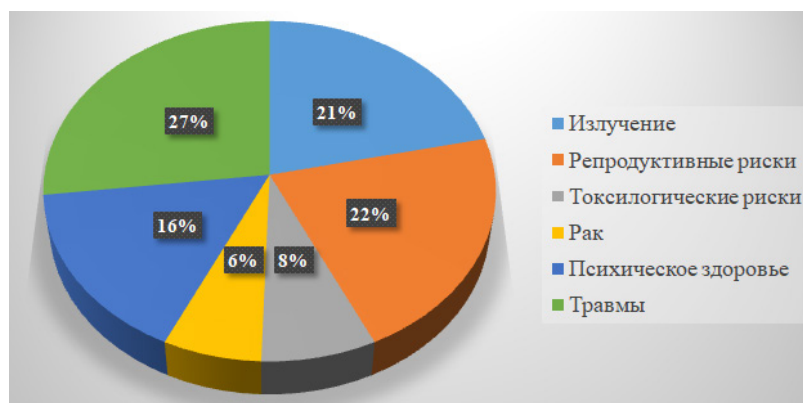


Рисунок 1 – Самые распространенные заболевания и проблемы со здоровьем у авиационного персонала

Стандартизированные коэффициенты заболеваемости (СКЗ) и стандартизированные коэффициенты смертности (СКС) указывают на значительно более низкую смертность от сердечно-сосудистых заболеваний, цирроза печени, большинства видов рака, диабета, самоубийств, СПИДа и «других причин».

С другой стороны, заболеваемость бортпроводников из-за респираторных расстройств, и отчеты о состоянии здоровья свидетельствуют о хорошем состоянии здоровья, чем у населения в целом, хотя это усугубляется дополнительными требованиями, вытекающими из их профессии. Бортпроводники на пенсии указали на высокую частоту постоянной инвалидности из-за заболеваний ЛОР-органов, опорно-двигательного аппарата, психических расстройств, болезней сердца и рака. Вызванная шумом потеря слуха, которая исторически сказывалась на бортпроводниках, работающих на старых винтовых самолетах, в настоящее время, по-видимому, является гораздо меньшей проблемой в области охраны труда и техники безопасности.

Результаты. В результате нашего исследования, было замечено, что с момента прекращения курения на борту воздушного судна произошло снижение на 40% токсикологических рисков для бортпроводников в салоне, но возникают спорадические опасения по поводу качества воздуха. В Великобритании, Соединенных Штатах, Австралии и России продолжается работа по выявлению характера и причин этих опасений [10].

Общие опасения по поводу качества воздуха сосредоточены на сухости воздуха, которое улучшается за счет увлажнения воздуха в салоне. Для реактивных самолетов, летящих на высоте 12 000 м, в салоне поддерживается атмосфера, соответствующая полету на высоте 2 300 м. Кабинный экипаж, подвергается угрозе поглощения излишне сухого воздуха, особенно во время длительных полетов. Относительная влажность воздуха в воздушных судах в настоящее время держится в пределах от 2% до 25%. Установлено, что длительное воздействие сухого воздуха вызывает у 15% опрошенных бортпроводников симптомы местного раздражения, такие как:

- заложенность носа;

- боль в глазах;
- боль горле;
- хрипы в груди;
- головная боль;
- усталость;
- трудности с концентрацией внимания [21].

Усталость лётного экипажа также была более интенсивной на более длинных участках и рейсах, где курение было разрешено. Как правило, помимо паров этанола и присутствия людей, воздух в салоне эквивалентен или превосходит по качеству многие рабочие места.

Следующая область охраны труда бортпроводников – это травмы на борту воздушного судна. Серьезные травмы, как правило, получают бортпроводники российских авиакомпаний в результате работы в салоне в условиях турбулентности, или во время экстренной эвакуации из самолета [5]. Одним из негативных условий труда бортпроводников является необходимость работать большое количество времени в положении сидя, при этом в очень стесненном пространстве. Тяжесть полученных травм почти поровну распределяется между серьезными и незначительными травмами. Риск получения серьезных травм связан с тем, был ли член экипажа пристегнут, горел ли знак «Пристегнуть ремни», уровень и фаза полета воздушного судна.

Поскольку авиационному персоналу приходится тратить больше времени на перемещение по салону и проходам, в частности, для проверки пассажиров после предупреждений о надвигающейся турбулентности, вероятность получения травм бортпроводниками в 12 раз выше, чем у пассажиров.

Другой серьезной эргономической проблемой для этой группы авиационных специалистов являются передвижные тележки, которые могут весить до 110 кг. Помимо этого, не самая лучшая конструкция тормозных механизмов большинства тележек является причиной частых случаев травм опорно-двигательного аппарата. Авиакомпании должны внимательнее относиться чтобы новые типы тележек были спроектированы с учетом эргономических особенностей. Еще одна эргономическая проблема связана с необходимостью передавать, переносить

тяжелые или объемные предметы в ограниченном. Также, сокращения числа обслуживаемых пассажиров, и поощрения пассажиров самостоятельно поднимать ручную кладь из багажных отсеков над головой уменьшит риск получения травмы. Еще одной проблемой является ежедневное нахождение на ногах в течение полёта воздушного судна. При попадании самолета в «воздушные ямы», бортпроводникам приходится передвигаться по наклонному полу. Салон находится в наклонном положении в среднем 3% от времени полета.

Травмы опорно-двигательного аппарата, связанные со стесненными позами, или повторными усилиями и движениями, составляют высокую долю травм. Пообщавшись с бортпроводниками исследуемых авиакомпаний, мы пришли к выводу, что около 35% бортпроводников авиакомпаний сообщают о симптомах болезни опорно-двигательного аппарата.

В своем исследовании мы уделили внимание такому важному аспекту в работе бортпроводников, как излучение. В большинстве стран к бортпроводникам не относятся как к работникам, работающим в области радиации. Хотя они подвергаются воздействию повышенных уровней радиации во время полёта, на 2-5 м³ в год выше фонового уровня и примерно на 80 м³ в течение всей жизни (табл. 1.). Озоновая опасность является трудно анализируемым фактором риска здоровья каabinного экипажа. Озон имеется в высоких слоях атмосферы и попадает в систему вентиляции ВС [6]. Этот фактор риска может вызвать кашель, раздражение верхних дыхательных путей, жжение в горле, болезненность при глубоком вздохе, отдышку, головную боль, слабость, закладывание носа и раздражение глаз. В результате нашего опроса эти симптомы наблюдалось у 5% опрошенных бортпроводников.

Таблица 1 – Воздействие облучения на организм человека от различных источников

Виды облучения	Доза в Зв	Доза в БЭР
От радона в воздухе (год)	0,002	0,2
Полёт на самолёте на расстояние 2500 м	0,01	1
Рентген зуба	0,03	3
Просмотр телевизора в течении 2 часов	0,00005	0,005
Рентген желудка, флюорография	0,3	30
Нахождение в непроветриваемом помещении (в день)	0,00002	0,02
Прём душа с термальной водой или ванны (в час)	0,00015	0,015
Естественный радиационный фон земли в год)	0,003	0,3

Дальнейший анализ этой очень важной темы показывает, что в авиакомпаниях недостаточно времени уделяется проблеме возникновения рака у бортпроводников. Исследования смертности и заболеваемости раком у бортпроводников фиксируют

неизменно более низкие показатели СКЗ и СКС для большинства видов рака, за исключением рака молочной железы и меланомы, для которых возможны смешивающие факторы.

Можно выделить три биологически вероятных внешних фактора, способствующих увеличению заболеваемости раком молочной железы:

- повышенное воздействие ионизирующего излучения;
- циркадный десинхроноз при дальних перелетах через несколько часовых поясов;
- непрофессиональные факторы, такие как потребление табака и алкоголя, которые могут объяснить некоторые из наблюдаемых превышений.

В ряде исследований в странах западной Европы, России и Соединенных Штатах было отмечено, что заболеваемость раком молочной железы у бортпроводников может увеличиться примерно на 40-50%.

Установлено, что деятельность на воздушном транспорте оказывает негативное влияние на психическое здоровье авиационного персонала. Так, например, у 17% опрошенных бортпроводников, был выявлен ряд потенциальных стрессоров, таких как усталость, изоляция, трудные пассажиры, низкая поддержка со стороны руководства, низкая удовлетворенность работой и высокие требования к ней, ночные полеты, частое пересечение часовых поясов, большая ответственность за жизнь пассажиров вызывает нестабильное физиологическое и психоэмоциональное состояние членов экипажа [7].

68% бортпроводников авиакомпании испытывают усталость во время дежурства, а 88% бортпроводников считают усталость угрозой безопасности.

Дисбаланс между профессиональной деятельностью и домашним бытом часто упоминается бортпроводниками авиакомпании, как причина стресса, особенно для тех, у кого есть дети. Длительное отсутствие дома вызывает у авиационного персонала снижение социальных взаимодействий и трудности, связанные с уходом за детьми. Восприимчивые люди могут испытывать истощение и стресс из-за чрезмерной «эмоциональной работы».

58% бортпроводников авиакомпаний «Победа», «Россия» и «S7» утверждают, что профессиональные факторы, такие как длительный, или нерегулярный рабочий день, сгибание, стояние и подъем воздушного судна, оказывают на них неблагоприятное влияние.

В результате опроса бортпроводников отечественных авиакомпаний можно выделить несколько факторов, которые способствуют возникновению стресса. Это:

- сложное общение с пассажирами;
- инциденты, связанные с безопасностью на борту воздушного судна;
- ненормированный рабочий день;
- чрезвычайные медицинские ситуации в полёте воздушного судна.

Сексуальные домогательства со стороны пасса-

жиров, или других сотрудников авиакомпании являются нередким явлением и вызывают беспокойство. Медицинские симптомы, такие как расстройство желудочно-кишечного тракта, усталость, головная боль и нарушение концентрации внимания, встречаются у 24% бортпроводников.

Также, примерно 37% бортпроводников авиакомпаний «Победа», «Россия» и «S7» сообщили о тревоге при взлете воздушного судна.

Еще одним очень важным фактором в работе бортпроводников авиакомпании является усталость. В результате нашего исследования, мы выделили основные причины усталости. Это:

- напряжение в ходе полёта воздушного судна;
- длительные периоды дежурства;
- нарушение графика работы бортпроводников;
- нерегулярные часы рабочей смены;
- сон вдали от дома.

Международные экипажи, работающие на маршрутах, которые пересекают часовые пояса, испытывают снижение производительности. Хроническая гипоксия также может усугубить усталость [2]. Непереносимость нетипичного графика работы зависит от внешних факторов, таких как продолжительность дежурных и лётных периодов, периоды отдыха перед дежурством, а также личных факторов, таких как возраст, воспитание и т.д.

Однако, 75% бортпроводников авиакомпаний «Победа», «Россия» и «S7» считают, что преимущества работы, такие как независимость, хороший доход и путешествия, перевешивают любые недостатки.

Обсуждение. Последние шесть лет, опираясь на статистические данные, показатели профессиональной заболеваемости кабинного экипажа гражданской авиации были на высоком уровне, превышая средние показатели по России. Этот показатель на воздушном транспорте в 2015 г. составил 2,83 на 10 тыс. работников, что гораздо выше показателя по России – 1,66 на 10 тыс. работников. На наш взгляд, необходим

основанный на фактических данных, всеобъемлющий и системный подход к проблемам здоровья, физической и профессиональной подготовки, формированию универсальных компетенций для этой важной профессиональной группы, а также четкое понимание приоритетов и ответственности за управление ими.

Можем провести аналогичную параллель с ситуацией в США [23]. В 2015 году в США был проведен опрос бортпроводников двух внутренних авиакомпаний на предмет распространенных заболеваний, связанных с профессиональной деятельностью. Затем сравнили результаты опроса с результатами опроса населения, которое проводилось в Национальном институте здоровья и питания. По сравнению с населением бортпроводники сообщили о повышенной распространенности хронического бронхита; мужчины показали 2-х кратную распространенность, а женщины показали 1,5-кратную распространенность хронического бронхита с поправкой на возраст. Женщины-стюардессы имеют 2,4-кратное увеличение распространенности сердечных заболеваний по сравнению с населением. Мужчины и женщины-стюардессы имели в 3,7 и 5,7 раза большую распространенность диагностированных нарушений сна по сравнению с населением в целом с поправкой на возраст. Кроме того, усталость и депрессия у женщин-стюардесс были примерно в два раза выше, чем у населения. У мужчин-стюардов также была в два раза выше ожидаемая распространенность усталости, однако их отчет о депрессии, показал в 5,7 раза большую распространенность по сравнению с населением в целом. Женские репродуктивные заболевания, были значительно более распространены у стюардесс по сравнению с населением в целом.

Далее можно сравнить результаты опросов бортпроводников отечественных и азиатских авиакомпаний с помощью диаграммы (рис. 2).

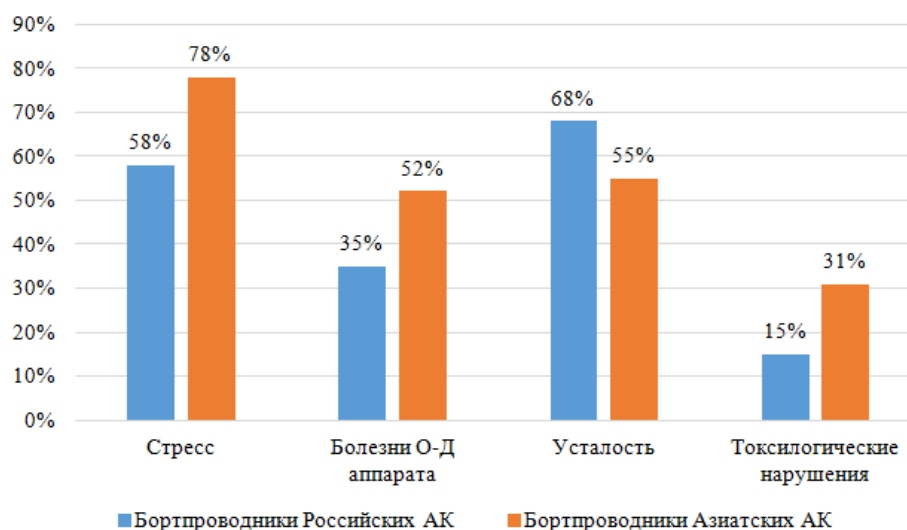


Рисунок 2 – Влияние полетов на психо-физическое состояние бортпроводников отечественных и азиатских авиакомпаний

В 2017 году было проведено исследование для изучения влияния полетов на бортпроводников азиатских авиакомпаний мужского и женского пола, летающих от 10 до 30 лет. Методы, выбранные для этого исследования, подвергались одинаковым наборам условий, таким как количество часов налета в месяц и маршруты полетов. Согласно этому исследованию, существует четыре основных проблем, с которыми сталкиваются бортпроводники азиатских авиакомпаний:

1. Стресс (78%). Многие участники считали, что если бы рабочая среда была более благоприятной для сотрудников, их уровень стресса мог бы снизиться.

2. Болезни опорно-двигательного аппарата (52%). Можно было бы в значительной степени устранить, обеспечив их более качественным оборудованием и удобными бортовыми столами.

3. Усталость (55%).

4. Токсикологические нарушения (31%).

Выводы. На сегодняшний день активно обсуждаются вопросы в области охраны здоровья и безопасности бортпроводников. Нами был проведен опрос в форме анкетирования сотрудников авиакомпаний «Победа», «Россия» и «S7 Airlines» для изучения основных причин, влияющих на ухудшение здоровья авиационного персонала. В опросе приняли участие 30 кабинных и лётных экипажей воздушного судна.

Вышеизложенное в нашей статье подтверждает необходимость разработки новых методик и технологий, а также направить их на повышение качества условий труда бортпроводников и на улучшение их физического и психологического здоровья. Нами предложены практические рекомендации для укрепления здоровья бортпроводников воздушного судна, такие как:

- омоложение парка ВС;
- обеспечение высокого уровня безопасности и комфорта для экипажа и пассажиров;
- контроль за соблюдением кабинного экипажа режимов труда и отдыха;
- проведение систематических медицинских осмотров.

Наше исследование показало, что среди авиационных специалистов профессиональные заболевания чаще всего встречаются в основном у работников в возрасте от 32 до 44 лет и старше, имеющих стаж работы 10 и более лет. У лиц, имеющих меньший стаж работы, выявлялось значительно меньше случаев аналогичных заболеваний [19].

Проблема усталости и восстановления сил, является одним из наиболее важных факторов, оказывающих влияние на безопасность и здоровье членов экипажа [7]. Разработка, основанная на фактических данных системы управления рисками усталости, которая опирается на проверенную модель усталости бортпроводников, позволит работодателям авиакомпаний обеспечить надлежащий контроль за безопасными операциями и охраной здоровья.

Многие авиакомпании не относятся к пилотам и бортпроводникам как к работникам, работающим в области радиации, и не собирают данные о радиационном воздействии в полёте и результатах для здоровья. Степень такой опасности напрямую зависит от количества проведенных в полете часов. Для снижения доз радиации нужно минимизировать общий налёт.

Необходимо больше ясности в отношении раковых заболеваний. Непрофессиональные факторы играют значительную роль в определении абсолютного риска развития злокачественных новообразований, а программы укрепления здоровья и образования помогут бортпроводникам авиакомпаний «Победа», «Россия» и «S7» найти альтернативные стратегии минимизации риска за счёт снижения непрофессиональных факторов риска. Информационные буклеты, подобные изданным *САМЛ*, предоставляют лётному экипажу воздушного судна информацию о наилучшей практике минимизации радиационного воздействия.

В наше время, экипажи воздушных судов столкнулись с новым психологическим фактором стресса: риском захвата воздушного судна, заложенной бомбой или вооруженным нападением на самолет [18]. Нами был сделан вывод, что необходимо создать еще большее количество комиссий с целью оказания помощи членам лётных экипажей [15].

Качество воздуха в салоне значительно улучшилось благодаря запрету курения на борту самолетов и внедрению фильтров *HEPA* [10]. Однако, нами установлено, что длительное воздействие сухого воздуха вызывает у 15% опрошенных бортпроводников симптомы местного раздражения. Сохранение допустимой температуры не является проблемой на современных воздушных судах. Но при всем этом, уровень влажности воздуха не может соответствовать приемлемому уровню из-за серьезной разницы температур внутри самолета и вне него. Вследствие чего, экипаж и пассажиры, подвергаются опасности поглощения излишне сухого воздуха, особенно на длительных перелетах. Относительная влажность воздуха в самолетах колеблется в диапазоне от 3% до 24%. Некоторые пассажиры и члены экипажа чувствуют дискомфорт, в том числе сухость в глазах, носу и горле.

Все перечисленные неблагоприятные факторы производственной среды, которые оказывают влияние на функциональное состояние летного состава гражданской авиации, помогают спрогнозировать возможные последствия их воздействия. К сожалению, в настоящее время нет достаточных рекомендаций, касающиеся таких специфических факторов условий труда бортпроводников, как психофизиологическое напряжение, которое изменяется под влиянием конкретных условий деятельности, отражает степень профессиональной адаптации к летной работе и экстремальным факторам.

На основании вышеизложенных проблем,

с которыми сталкиваются бортпроводники во время полета, были составлены и предложены практические рекомендации для улучшения психического и физического здоровья. Большой процент неблагоприятных факторов составляют психологические проблемы, такие как усталость и стресс, влияющие на корректную работу бортпроводников. Поэтому в рекомендациях нами сделан упор на улучшение именно психологического здоровья:

1. Адаптацию целесообразно начинать в часы максимально высокой работоспособности человека. Первые рабочие полеты следует планировать в утренние часы.

2. Желательно приступать к длительным полетам (более 4-6 ч) через полгода работы в качестве бортпроводника, дождавшись, когда произойдет полная адаптация к летной профессии.

3. Ежедневно выполнять физические упражнения, повышающие устойчивость организма к гипоксии. Это упражнения в среднем темпе продолжительностью 30-90 мин. Подходят бег на средние и длинные дистанции, ходьба, ходьба на лыжах, езда на велосипеде. Во время таких занятий организм привыкает экономно расходовать кислород.

4. Овладеть методами аутотренинга (самовнушения) для предупреждения развития стрессовых реакций.

5. Для снятия нервно-эмоционального напряжения полезно заниматься физической культурой не менее 1 раза в неделю. Сложно координационные виды деятельности (волейбол, теннис, баскетбол) для снятия нервно-эмоционального напряжения не использовать. Лучше подходят циклические виды деятельности (гребля, плавание, езда на велосипеде). Нагрузка должна быть средней.

6. Чтобы уменьшить нагрузку на ноги во время и после работы следует использовать ортопедические стельки.

7. Ежедневно проводить водные процедуры, принимать теплые ванны (36-37°C) для улучшения периферического кровообращения

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Руководство по обучению членов кабинного экипажа с учетом аспектов обеспечения безопасности. Издание первое 2014.
2. Шапкин В.С., Демин С.С., Никитин А.В., Демин Д.С., Ковтушенко Д.В. К вопросу о применении риско-ориентированного подхода в задаче обеспечения безопасности полетов // Научный вестник ГосНИИ ГА. – 2017. – № 16. – С. 61-72.
3. Руководство по управлению безопасностью полетов (РУБП). Doc 9859: // ИКАО. Издание четвертое, 2018. – 218 с.
4. Методические рекомендации по подготовке бортпроводников в АУЦ и авиапредприятиях (утв. Росавиацией 24.08.2010) Издание второе.
5. Порядок организации подготовки и развития персонала авиакомпании «S7 Airlines» Doc S7.ORG3-HR.07, 01.10.2020.
6. Правила внутреннего трудового распорядка авиакомпании «S7 Airlines» Doc S7.ORG2-HR.01, 01.05.2021.
7. Приказ Минтранса России от 21 ноября 2005 г. N 139 Положение «Об особенностях режима рабочего времени и времени отдыха членов экипажей воздушных судов гражданской авиации Российской Федерации» (с

изменениями на 15 мая 2009 года).

8. Гамзаев В.Р., Марихин С.В. Особенности обучения и профессиональной подготовки членов кабинного экипажа // Проблемы летной эксплуатации и безопасность полетов: Межвузовский тематический сборник научных трудов. № 14 / под ред. М.Ю. Смурова / С.-Петербург. Гос. Ун-т гражданской авиации. – СПбГУГА, 2020. – С. 262 – 264.

9. Гамзаев В.Р., Марихин С.В. Анализ квалификационного подхода к обучению членов кабинного экипажа с учетом аспектов обеспечения безопасности // Проблемы летной эксплуатации и безопасность полетов: Межвузовский тематический сборник научных трудов. № 15 / под ред. Ю.Ю. Михальчевского / С.-Петербург. Гос. Ун-т гражданской авиации. – СПбГУГА, 2021. – С. 275 – 279.

10. Безопасность полетов. Необходимость проведения дополнительных исследований по влиянию качества воздуха на пассажиров в кабинах авиалайнеров. Вашингтон, округ Колумбия: ГАО; 2014. Номер отчета: GAO-04-54.

11. Айдаркин, Дмитрий Викторович, «Обеспечение структурной связности модулей профессиональной подготовки летного состава с целью повышения уровня безопасности полетов», 2012. – С. 152-160.

12. Артемов, А.Д. К вопросу выбора технических средств обучения авиационного персонала гражданской авиации / А.Д. Артемов, Е.В. Максимова, М.Н. Машкин, О.Т. Романов, В.В. Щербак // Оборонный комплекс – научно-техническому прогрессу России. – 2016. – №3. – С. 64-74

13. Богомолов В. А. Обзор бесплатных систем управления обучением // Educational Technology & Society 10(3), 2007 – С.439-459

14. Колокольников Филипп Аркадьевич, «Система управления процессами автоматизированного обучения специалистов по техническому обслуживанию воздушных судов», 2018 год, – С. 15-21

15. Шапкин В.С., Демин С.С., Никитин А.В., Демин Д.С., Ковтушенко Д.В. К вопросу о применении риско-ориентированного подхода в задаче обеспечения безопасности полетов // Научный вестник ГосНИИ ГА. – 2017. – № 16. – С. 61-72.

16. Руководство по обучению членов кабинного экипажа с учетом аспектов обеспечения безопасности. Издание первое 2014.

17. Правила аэронавигационного обслуживания. Подготовка персонала. Издание второе, 2016 год. Doc 9868.

18. Руководство по управлению безопасностью полетов (РУБП). Doc 9859: // ИКАО. Издание четвертое, 2018. – 218 с.

19. Порядок организации подготовки и развития персонала авиакомпании «S7 Airlines» Doc S7.ORG3-HR.07, 01.10.2020.

20. Приказ Минтранса России от 21 ноября 2005 г. N 139 Положение «Об особенностях режима рабочего времени и времени отдыха членов экипажей воздушных судов гражданской авиации Российской Федерации» (с изменениями на 15 мая 2009 года).

21. Безопасность полетов. Необходимость проведения дополнительных исследований по влиянию качества воздуха на пассажиров в кабинах авиалайнеров. Вашингтон, округ Колумбия: ГАО; 2014. Номер отчета: GAO-04-54.

22. Suzanne K. Kearns The University of Western Ontario, Canada Timothy J. Mavin Griffith University, Australia Steven Hodge Griffith University, Australia, Competency-Based Education in Aviation, First published 2016 by Ashgate Publishing.

23. Sara Gale, Ira Tager, Laurel Kincl, Julie Bradley, Brent Coull & Steve Hecker, The self-reported health of U.S. flight attendants compared to the general population, Published: 10 March 2017.

Статья поступила в редакцию 13.05.2022

Статья принята к публикации 20.06.2022

УДК 614.31, 331.45

DOI: 10.46548/21vek-2022-1158-0031

УЛУЧШЕНИЕ САНИТАРНО-ГИГИЕНИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ И ОХРАНЫ ТРУДА ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ УСОВЕРШЕНСТВОВАННОЙ ЭЛЕКТРОМЯСОРУБКИ

© Автор(ы) 2021

SPIN: 5350-3579

AuthorID: 689956

ORCID: 0000-0002-8325-1598

Scopus ID: 57204675457

БОГДАНОВ Андрей Владимирович, доктор технических наук,
профессор кафедры «Безопасность жизнедеятельности»

Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)
(454080, Россия, Челябинск, пр. Ленина, 76, e-mail: bav-64@mail.ru)

SPIN: 6370-6734

AuthorID: 1128555

ВАСИЛЕНКО Кристина Евгеньевна, аспирант кафедры
«Технический сервис машин, оборудования и безопасность жизнедеятельности»

Южно-Уральский государственный аграрный университет
(454080, Россия, Челябинск, пр. Ленина, 75, e-mail: krisv95@mail.ru)

SPIN: 4809-8890

AuthorID: 653670

ORCID: 0000-0002-3418-9556

Scopus ID: 57170380800

МЕДВЕДЕВА Юлия Викторовна, кандидат технических наук,
доцент кафедры «Безопасность жизнедеятельности»

Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)
(454080, Россия, Челябинск, пр. Ленина, 76, e-mail: medvedevayv@susu.ru)

Аннотация. Качество продовольствия во многом зависит от стадии переработки сельскохозяйственного сырья, что в полной мере относится к производству мясных продуктов. Но перерабатываемое мясо животных и птицы, как правило, содержит патогенные микроорганизмы, которые могут размножаться. При переработке мяса неизбежно попадание его частиц и капель жидкости, содержащейся в нем, на пол и стены помещения, а также на другие окружающие предметы. Поэтому патогенные микроорганизмы могут размножаться непосредственно в помещениях мясоперерабатывающих цехов, отрицательно влияя на качество готового продукта и безопасность труда работников. Так, при производстве мясного фарша следует строго соблюдать санитарно-гигиенический режим производства, производя тщательную санитарную обработку помещений и оборудования. Поэтому снижение степени загрязнения поверхностей помещений частицами мясного сырья и каплями жидкости, содержащейся в нем, позволит улучшить условия и охрану труда работников. Для производства фарша часто используются электрические мясорубки с горизонтальным расположением шнека. При таком расположении шнека наблюдается разбрызгивание мясного сока на окружающие предметы и поверхности помещения, так как тара для готового продукта устанавливается не по центру выхода фарша из решетки мясорубки. Для снижения вероятности разбрызгивания жидкости, содержащейся в мясе, в статье предложена мясорубка с вертикальным расположением шнека. Вертикальный выход фарша с жидкостью обеспечивает ее разбрызгивание в пределах тары для готового продукта. Снижение разбрызгивания жидкости, содержащейся в мясе, может достигаться изменением расстояния между решеткой мясорубки и тарой. На основе расчетной схемы предложено выражение для определения максимального расстояния между решеткой мясорубки и тарой для готового продукта. Предлагаемая электромясорубка и теоретические предпосылки позволят снизить вероятность разбрызгивания мясного сока при производстве фарша и, тем самым, улучшить санитарно-гигиенические условия при переработке мясного сырья и условия труда в целом.

Ключевые слова: санитарно-гигиенические требования, условия труда, охрана труда, электромясорубка, мясное сырье, фарш, переработка сельскохозяйственной продукции, разбрызгивание мясного сока.

IMPROVEMENT OF SANITARY AND HYGIENIC CONDITIONS AND LABOR PROTECTION WHEN USING AN IMPROVED ELECTRIC MEAT GRINDERS

© The Author(s) 2021

BOGDANOV Andrey Vladimirovich, doctor of technical sciences, professor of the Department of Life Safety
South Ural State University (National Research University)

(76 Lenin Ave., Chelyabinsk, 454080, Russia, e-mail: bav-64@mail.ru)

VASILENKO Kristina Evgenievna, phd student of the

Department "Technical service of Machinery, Equipment and life Safety"

South Ural State Agrarian University

(75 Lenin Ave., Chelyabinsk, 454080, Russia, e-mail: krisv95@mail.ru)

MEDVEDEVA Yulia Viktorovna, candidate of technical sciences,

associate professor of the Department of Life Safety

South Ural State University (National Research University)

(76 Lenin Ave., Chelyabinsk, 454080, Russia, e-mail: medvedevayv@susu.ru)

Abstract. The quality of food largely depends on the stage of processing of agricultural raw materials, which fully applies to the production of meat products. But processed meat of animals and poultry, as a rule, contains pathogenic microorganisms that can multiply. When processing meat, it is inevitable that its particles and drops of liquid contained in it will get on the floor and walls of the room, as well as on other surrounding objects. Therefore, pathogenic microorganisms can multiply directly in the premises of meat processing shops, negatively affecting the quality of the finished product and the safety of workers. Thus, during the production of minced meat, the sanitary and hygienic regime of production should be strictly observed, making careful sanitary treatment of premises and equipment. Therefore, reducing the degree of contamination of the surfaces of premises with particles of meat raw materials and drops of liquid contained in it will improve the conditions and labor protection of workers. Electric meat grinders with a horizontal screw arrangement are often used for the production of minced meat. With this arrangement of the screw, there is a sprinkling of meat juice on the surrounding objects and surfaces of the room, since the container for the finished product is not installed in the center of the minced meat outlet from the grate of the meat grinder. To reduce the likelihood of splashing of the liquid contained in the meat, the article suggests a meat grinder with a vertical screw arrangement. The vertical output of minced meat with liquid ensures its spraying within the container for the finished product. Reducing the splashing of the liquid contained in the meat can be achieved by changing the distance between the grate of the meat grinder and the container. Based on the calculation scheme, an expression is proposed to determine the maximum distance between the grate of the meat grinder and the container for the finished product. The proposed electric meat grinder and theoretical prerequisites will reduce the likelihood of splashing of meat juice during the production of minced meat and, thereby, improve sanitary and hygienic indicators during the processing of raw meat and working conditions in general.

Keywords: sanitary and hygienic requirements, working conditions, labor protection, electric meat grinder, auger, raw meat, minced meat, processing of agricultural products, spraying of meat juice.

Для цитирования: Богданов А.В. Улучшение санитарно-гигиенических условий и охраны труда при использовании усовершенствованной электромясорубки / А.В. Богданов, К.Е. Василенко, Ю.В. Медведева // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2022. – Т. 11. – № 2(58). – С. 176-180. – DOI: 10.46548/21vek-2022-1158-0031.

Введение. Качество продовольствия тесно связано с обеспечением санитарно-гигиенических требований при его производстве. Санитарно-гигиенические требования необходимо соблюдать на всех стадиях переработки сельскохозяйственной продукции, что в полной мере относится и к производству мясных продуктов.

Мясо животных и птицы, перерабатываемое на мясо- и птицекомбинатах, содержит патогенные микроорганизмы (гнилостные бактерии, бактерии группы кишечных палочек, споры плесневых грибов, актиномицеты, кокковые бактерии и другие микроорганизмы), которые попадают в него в результате микробного обсеменения тканей животных до и после их убоя. Микроорганизмы, находящиеся в мясе, могут размножаться, поскольку этот продукт является хорошей питательной средой для их развития [1].

При переработке мяса неизбежно попадание его частиц и капель жидкости, содержащейся в нем, на пол и стены помещения, где происходит переработка, а также на другие окружающие предметы. Поэтому патогенные микроорганизмы могут размножаться непосредственно в помещениях мясоперерабатывающих цехов, отрицательно влияя на качество готового продукта и безопасность труда

работников.

Так, при производстве фарша следует строго соблюдать санитарно-гигиенический режим производства (тщательная санитарная обработка помещений, обвалочных столов, инструментов, тары, спецодежды, соблюдение правил личной гигиены рабочими и т.д.) [1]. Санитарная обработка относится и к оборудованию по переработке мясного сырья.

Методология. Согласно «Инструкции по санитарной обработке технологического оборудования и производственных помещений на предприятиях мясной промышленности» [2] периодичность мытья оборудования в цехах и отделениях по приготовлению фарша санитарную обработку оборудования, тары, инвентаря и помещений выполняют после завершения работы каждой смены с использованием специальных средств. Аналогичные требования по санитарной обработке изложены в соответствующих технических регламентах, приказах Министерства труда и социальной защиты РФ, СанПиНах, ГОСТах и др. [3-7].

Достаточно много времени уходит на санитарную обработку не только оборудования, инвентаря, тары, но и поверхностей помещений и других предметов, находящихся в нем. Это снижает сменную

производительность при производстве фарша. Уменьшить время санитарной обработки оборудования, инвентаря и тары, как правило, невозможно, так как остатки перерабатываемого сырья на них к концу каждой смены практически одинаковы. Что касается помещений, то время санитарной обработки зависит от степени загрязненности поверхности помещений [2]. Поэтому снижение степени загрязнения поверхностей помещений частицами мясного сырья и каплями жидкости, содержащейся в нем, позволит повысить сменную производительность, улучшить условия и охрану труда работников.

Для производства фарша часто используются электрические мясорубки. Мясорубки имеют различные конструкции, в которых, как правило, шнек располагается горизонтально [8-13]. При таком расположении шнека наблюдается разбрызгивание мясного сока, так как тара для готового продукта устанавливается не по центру выхода фарша из решетки мясорубки (рис. 1, а). Поэтому брызги мясного сока вылетают за границы тары на окружающие предметы или поверхности помещения в основном в боковых направлениях. Точками показано наиболее вероятные места падения брызг (рис. 1, б).

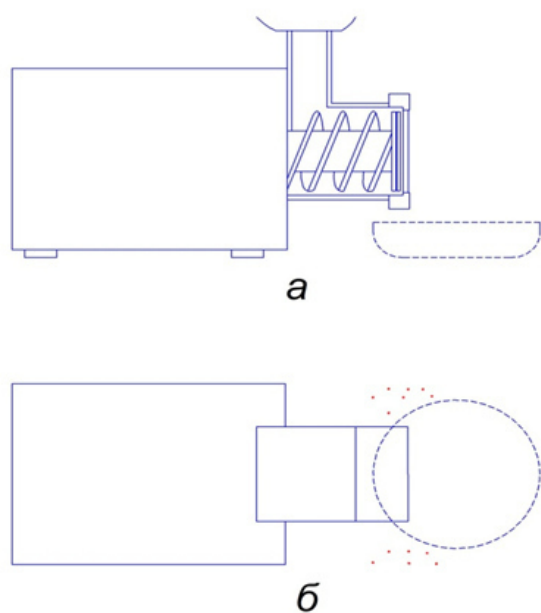


Рисунок 1 – Разбрызгивание мясного сока при горизонтальном расположении шнека мясорубки (а – вид сбоку, б – вид сверху)

Результаты. Для снижения вероятности разбрызгивания жидкости, содержащейся в мясе, нами предложена мясорубка с вертикальным расположением шнека (рис. 2), вид сверху которой представлен на рисунке 3.

Мясорубка (рис. 2, 3) состоит из выполненной вертикально части корпуса 1 с загрузочной чашей 2, в которой установлен шнек 3 с насаженными на него ножом 4 и решеткой 5, закрепленными в корпусе прижимной гайкой 6. Шнек 3 приводится во вращение электродвигателем 7, расположенным в верхней части

корпуса 1, к которой крепятся три регулируемые по высоте ножки 8, установленные равноудаленно друг от друга. Для удобства загрузки мяса загрузочная часть с чашей 2 установлена под острым углом α к вертикальной части корпуса.

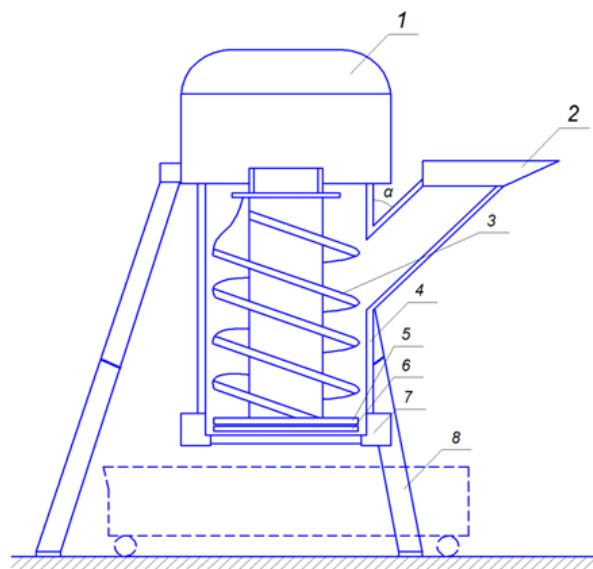


Рисунок 2 – Мясорубка с вертикальным расположением шнека: 1 – корпус; 2 – загрузочная чаша; 3 – шнек; 4 – нож; 5 – решетка; 6 – прижимная гайка; 7 – электродвигатель; 8 – ножки.

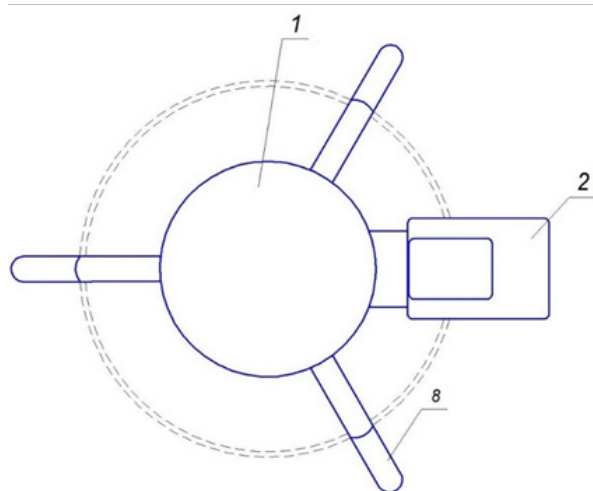


Рисунок 3 – Мясорубка с вертикальным расположением шнека (вид сверху)

Мясорубка (рис. 2, 3) состоит из выполненной вертикально части корпуса 1 с загрузочной чашей 2, в которой установлен шнек 3 с насаженными на него ножом 4 и решеткой 5, закрепленными в корпусе прижимной гайкой 6. Шнек 3 приводится во вращение электродвигателем 7, расположенным в верхней части корпуса 1, к которой крепятся три регулируемые по высоте ножки 8, установленные равноудаленно друг от друга. Для удобства загрузки мяса загрузочная часть с чашей 2 установлена под острым углом α к вертикальной части корпуса.

Мясорубка работает следующим образом. Мяс-

ные куски загружаются в загрузочную чашу 2, и, перемещаясь по загрузочной части корпуса 1 мясорубки, попадают в вертикальную часть корпуса 1 и захватываются шнеком 3, приводимым во вращение электродвигателем 7. Шнек 3, установленный в вертикально расположенную часть корпуса 1, обеспечивает подачу мяса к ножу 4 и решетке 5, закрепленных прижимной гайкой 6, которая накручивается на основную часть корпуса 1. В корпусе 1 происходит измельчение мяса с выделением жидкости. Далее, под действием силы тяжести мясной фарш и жидкость попадают в пространство, расположенное под решеткой 5 в пределах ножек 8 корпуса 1, где устанавливается тара для готового продукта (на рисунке 2, 3 показана пунктиром).

Вертикальный выход фарша с жидкостью обеспечивает ее разбрызгивание в пределах тары для готового продукта. Снижение разбрызгивания жидкости, содержащейся в мясе, также может достигаться изменением расстояния между решеткой 5 и тарой путем регулировки длины ножек 8 мясорубки, которые закреплены в верхней части корпуса 1. Уменьшение расстояния между тарой и решеткой 5 способствует снижению разбрызгивания жидкости, содержащейся в мясе.

Таким образом, предлагаемая мясорубка обеспечивает вертикальный выход фарша и жидкости, образующейся в процессе измельчения мяса, которые под действием силы тяжести попадают между ножками мясорубки, где устанавливается тара для готового продукта. Вертикальный выход фарша и жидкости, а также возможность регулирования ножек по высоте под тару для готового продукта, позволяет снизить разбрызгивание жидкости, содержащейся в мясе, на окружающие предметы. Равноудаленное расположение ножек обеспечивает устойчивость конструкции. Необходимо отметить, что на данную конструкцию подана заявка на патент на полезную модель.

Вероятность разбрызгивания мясного сока при использовании данной мясорубки будет зависеть от расстояния между решеткой и тарой, а также их диаметров. Поэтому для снижения разбрызгивания высота решетки над верхней частью тары должна соответствовать диаметру тары. Для нахождения зависимости высоты решетки мясорубки над тарой от ее диаметра составим расчетную схему (рис. 4), предполагая, что траектория полета брызг мясного сока, наиболее удаленных от вертикальной оси шнека мясорубки, будет представлять собой ветви параболы.

Так как ветви параболы в данной расчетной схеме (рис. 4) представляют собой траектории полета наиболее удаленных от оси мясорубки капель мясного сока, то для описания процесса их разбрызгивания можно воспользоваться уравнением параболы без смещения ее центра относительно системы координат [14]:

$$y = ax^2 \quad (1)$$

где a – коэффициент, который отвечает за ширину

параболы.

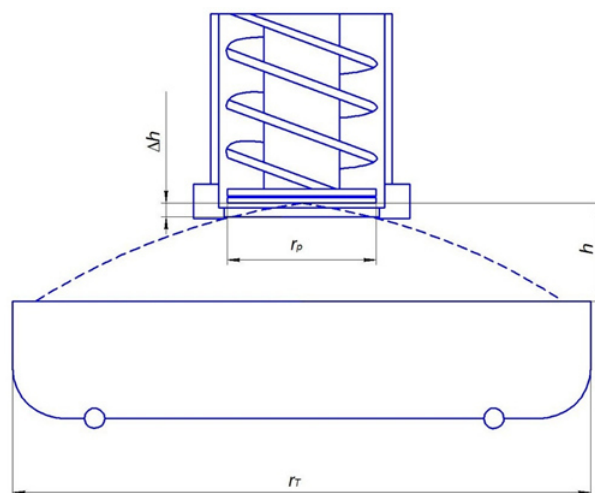


Рисунок 4 – Зависимости высоты решетки мясорубки над тарой от ее диаметра: Δh – расстояние от вершины параболы до нижней части решетки, h – высота решетки над верхним краем тары, r_m – радиус тары для фарша, r_p – радиус решетки мясорубки

В нашем случае координату x можно рассмотреть, как радиус тары, координату y – как высоту решетки мясорубки над тарой с учетом величины Δh (рис. 4). Так как ветви параболы в расчетной схеме направлены вниз, можно записать:

$$h + \Delta h = -ar_m^2 \quad (2)$$

где h – максимальная высота установки решетки мясорубки над верхним краем тары, при которой исключается разбрызгивание мясного сока, м; Δh – расстояние от вершины параболы до нижней части решетки, м; r_m – радиус тары для фарша, м.

Величина Δh также определится из расчетной схемы (рис. 4) по следующей зависимости:

$$\Delta h = -ar_p^2 \quad (3)$$

где r_p – радиус решетки мясорубки, м.

Коэффициент a можно выразить как из уравнения (2), так и из равенства (3):

$$a = -\Delta h / r_p^2 \quad (4)$$

$$a = -(h + \Delta h) / r_m^2 \quad (5)$$

Решая совместно уравнения (4) и (5), получим следующее соотношение:

$$\Delta h / r_p^2 = (h + \Delta h) / r_m^2 \quad (6)$$

Отсюда найдется высота решетки над верхним краем тары

$$h = (\Delta h r_m^2 - r_p^2 \Delta h) / r_p^2 \quad (7)$$

Подставляя значение Δh из выражения (3), получим:

$$h = (-ar_m^2 r_p^2 + r_p^2 ar_p^2) / r_p^2 \quad (8)$$

После преобразований:

$$h = a(r_p^2 - r_m^2) \quad (9)$$

Выразим радиусы тары r_m и решетки r_p через их диаметры:

$$r_m = d_m / 2, \quad (10)$$

$$r_p = d_p / 2, \quad (11)$$

где d_m – диаметр тары для мясного фарша, м.; d_p – диаметр решетки мясорубки, м.;

Подставляя выражения (10) и (11) в равенство (9), получим:

$$h = a(d_p/2 - d_m/2) \quad (15)$$

Обсуждение. Полученная формула (15) подтверждает, что высота h зависит от диаметров решетки и тары. По формуле (15) можно рассчитать максимальную высоту решетки над верхним краем тары, при которой будет исключено разбрызгивание сырья за ее пределы. То есть для исключения разбрызгивания мясного сока на окружающие предметы необходимо, чтобы высота установки была не больше рассчитанной величины h по формуле (15):

$$h_y \leq h, \quad (16)$$

где h_y – высота установки решетки мясорубки над верхним краем тары, м.

С учетом выражения (15) неравенство (16) примет вид:

$$h_y \leq a(d_p/2 - d_m/2). \quad (17)$$

Для расчета по выражениям (15) и (17) необходимо знать коэффициент a . В настоящее время готовится опытный образец предлагаемой мясорубки для проведения соответствующих опытов. Проведение экспериментов может быть описано уравнением регрессии, сравнение которого с теоретическим выражением (15) позволит вычислить значение коэффициент a , а значит рассчитывать максимальную высоту установки решетки электромясорубки над верхним краем тары для практических целей.

Выводы. Таким образом, предлагаемая электромясорубка с вертикальным расположением шнека и теоретические предпосылки по выбору высоты решетки над тарой позволят снизить вероятность разбрызгивания мясного сока при производстве фарша и, тем самым, улучшить санитарно-гигиенические условия при переработке мясного сырья и охрану труда в целом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Хамнаева Н. И. Особенности санитарно-микробиологического контроля сырья и продуктов питания животного происхождения: Учебное пособие. – Улан-Удэ: Изд-во ВСГТУ, 2006. – 136 с.
2. Инструкция по санитарной обработке технологического оборудования и производственных помещений на предприятиях мясной промышленности. Утвержден Ростехрегулированием 14.01.2003.
3. Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции» (с изменениями на 14 июля 2021 года). Утвержден Решением Комиссии Таможенного союза от 9 декабря 2011 года №880.
4. Технический регламент Таможенного союза «О безопасности мяса и мясной продукции» (ТР ТС 034/2013). Принят Решением Совета Евразийской экономической комиссии от 9 октября 2013 года № 68.
5. Приказ Министерства труда и социальной защиты РФ от 7 декабря 2020 г. N 866н «Об утверждении Правил по охране труда при производстве отдельных видов пищевой продукции».
6. СанПиН 2.3.2.1078-01. Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов.
7. Межгосударственный стандарт оборудование для переработки продукции в мясной и птицеперерабатывающей промышленности Общие требования безопасности, санитарии и экологии.
8. Пеленко В.В., Демченко В.А., Бобров С.В., Усманов

И.И. Технологическое оборудование предприятий мясной промышленности. Мясорубки: Учеб.-метод. пособие. – СПб.: Университет ИТМО; 2018. – 138 с.

9. Бредихин С.А. Технологическое оборудование для мясокомбинатов / С.А. Бредихин. – М.: Колос, 1994. – 324 с.

10. Туменов С.Н., Акимов М.М. Структурный анализ мясорубки. // Сб. научн. Трудов. Семипалатинский госуниверситет 2002. – С. 98-101.

11. Пеленко В.В., Кузьмин В.В., Морозов Е.А., Азиев Р.А., Ольшевский Р.Г. Оптимизация параметров оборудования для 133 переработки мясного сырья // Известия ВУЗов. Пищевая технология. №5-6, 2008. – С. 84–86.

12. Проблемы переработки мяса и их решение [волчки и мясорубки: конструктивные особенности // Пищевая и перерабатывающая промышленность. Реферативный журнал. – 2009. – № 3. – С. 851.

13. Mirasheva G.O. Equalization and cutting capacity and ability of grinders // В сборнике: сборник статей победителей международной научно-практической конференции. – 2017. – С. 95-97.

14. Письменный Д.Т. Конспект лекций по высшей математике: Полный курс (Высшее образование) 9-е изд. – М.: Айрис-пресс, 2009. – 608 с.

Статья поступила в редакцию 30.05.2022

Статья принята к публикации 20.06.2022

УДК 614.841.2

DOI: 10.46548/21vek-2022-1158-0032

ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ КАК ФАКТОР ОБЕСПЕЧЕНИЯ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ

© Авторы 2022

SPIN: 8260-0081

AuthorID: 623024

ORCID: 0000-0002-7642-4286

ResearcherID: G-1784-2013

ScopusID: 57194430277

НАСЫРОВА Элина Сагитовна, кандидат технических наук, доцент кафедры «Пожарная безопасность»*Уфимский государственный авиационный технический университет
(450008, Россия, Уфа, улица К. Маркса, 12, e-mail: Nasyrova.es@ugatu.su)*

SPIN: 2784-1080

AuthorID: 715619

ORCID: 0000-0002-5197-8928

ResearcherID: M-9218-2016

ScopusID: 49361682100

НАФИКОВА Эльвира Валериковна, кандидат географических наук,
доцент кафедры «Безопасность производства и промышленная экология»*Уфимский государственный авиационный технический университет
(450008, Россия, Уфа, улица Карла Маркса, 12, e-mail: Nafikova.ev@ugatu.su)*

ORCID: 0000-0003-3196-6951

КАМАЕВА Эльвира Дамировна, студент*Уфимский государственный авиационный технический университет
(450008, Россия, Уфа, улица Карла Маркса, 12, e-mail: elya-kamaeva@mail.ru)*

ORCID: 0000-0001-9052-3099

ФАЗЫЛОВА Алсу Вадисовна, студент*Уфимский государственный авиационный технический университет
(450008, Россия, Уфа, улица Карла Маркса, 12, e-mail: alsy-fazylova2013@yandex.ru)*

Аннотация. Актуальность данной работы определяется изучением связи пожарной безопасности с целями устойчивого развития. Представлен обзор понятия пожарной безопасности в соответствии с целями устойчивого развития, рассмотрены причины возникновения пожаров и их последствия для здоровья человека, экономики и окружающей среды, а также для устойчивого развития общества в целом. Показаны меры защиты и профилактики возгораний, принимаемые в разных странах мира, а также методы прогнозирования и мониторинга пожаров в природной среде. Проанализирована статистика пожаров в Российской Федерации в соответствии с целями устойчивого развития. Так как положительным аспектом пожарной безопасности является постоянная востребованность в новых сотрудниках, приведены примеры учреждений для обучения и продолжения исследовательской деятельности, такие как пожарные лаборатории мира. Установлены средства информирования населения о правилах пожарной безопасности и, с другой стороны, мерах наказания за их нарушение. Приведены способы восстановления среды после возгораний, рассмотрены примеры коррупции при проведении инспекционных проверок пожарной безопасности объектов. В заключение, предложены некоторые мероприятия по достижению целей устойчивого развития с точки зрения пожарной безопасности.

Ключевые слова: устойчивое развитие, пожар, пожарная безопасность, цели устойчивого развития, профилактика пожаров, причины и последствия пожаров, мероприятия по достижению целей устойчивого развития, влияние пожаров на окружающую среду.

FIRE SAFETY AS FACTOR OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT ENSURING

© The Authors 2022

NASYROVA Elina Sagitovna, associate professor of «Fire safety Department»**NAFIKOVA Elvira Valerikovna**, associate professor of «Department of production safety and industrial ecology» of**KAMAIEVA Elvira Damirovna**, student**FAZYLOVA Alsu Vadisovna**, student*Ufa State Aviation Technical University**(450008, Russia, Ufa, Karl Marx st., 12,**e-mails: Nasyrova.es@ugatu.su, Nafikova.ev@ugatu.su, elya-kamaeva@mail.ru, alsy-fazylova2013@yandex.ru)*

Abstract. The relevance of this work is determined by the study of the relationship between fire safety and sustainable development goals. An overview of the fire safety concept in accordance with the Sustainable Development Goals is presented, the causes of fires and their consequences for human health, economy and environment, as well as for the

sustainable development of society as a whole are considered. The measures of protection and prevention of fires taken in different countries of the world, as well as methods of forecasting and monitoring fires in the natural environment are shown. The statistics of fires in the Russian Federation are analyzed in accordance with the Sustainable Development Goals. Since the positive aspect of fire safety is the constant demand for new employees, examples of institutions for training and continuing research activities, such as fire laboratories of the world, are given. Means of informing the public about fire safety rules and, on the other hand, penalties for their violation have been established. The methods of restoring the environment after fires are given, examples of corruption during inspections of fire safety facilities are considered. In conclusion, some measures are proposed to achieve the Sustainable Development Goals from the point of view of fire safety.

Keywords: sustainable development, fire, fire safety, sustainable development goals, fire prevention, causes and consequences of fires, measures to achieve sustainable development goals, the impact of fires on the environment.

Для цитирования: Насырова Э.С. Пожарная безопасность как фактор обеспечения устойчивого развития / Э.С. Насырова, Э.В. Нафикова, Э.Д. Камаева, А.В. Фазылова // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2022. – Т. 11. – № 2(58). – С. 181-187. – DOI: 10.46548/21vek-2022-1158-0032.

Введение. В 2015 году ООН подготовил документ, содержащий семнадцать целей (каждая цель имеет подцели), к которым нужно стремиться обществу для его устойчивого развития. Устойчивое развитие – развитие, соответствующее потребностям настоящего времени без ущерба для возможности будущих поколений удовлетворять свои личные потребности. Устойчивое развитие включает три измерения – экономическое, социальное и экологическое. Только при следовании требованиям устойчивости в отношении каждого из этих измерений может быть достигнуто устойчивое развитие в целом.

Одним из направлений устойчивого развития является обеспечение безопасности, а пожарная безопасность включает в себя все аспекты жизни человека: экономический, социальный и экологический. В официальных документах используется следующее определение пожарной безопасности – это система официальных взглядов на совершенствование государственного управления в области пожарной безопасности, направленного на предупреждение (профилактику) пожаров; осуществление мер пожарной безопасности; организацию тушения пожаров; минимизацию потерь от пожаров; борьбу с пожарами, возникающими при военных конфликтах или вследствие этих конфликтов. Многие авторы изучают влияние пожарной безопасности на сферы общества (Kimemia D.K., Van Niekerk A. [1], Malau L.R.E. [2]), здоровье человека (Brulewska K., Rakowska J. [3], Black C. [4]), в том числе профессии пожарного ([5]). Достаточное внимание уделяется проблеме экономии природных ресурсов, в частности водных (Kuznetsov G. V., Piskunov M. V., Strizhak P. A. [6], Kuznetsov G. V. [7]) и пожарной безопасности в отраслях производства (Ratknic M. [9], de Oliveira A. S. [10], Elbayomy M. S., Salem H. M. [11]). Актуальной темой в настоящее время признается отслеживание углеродного следа процессов (Pizarro-Tobias P. [16]), а также восстановление почв после пожаров (Pereira P. [17], Sirin A. A. [18]). Не секрет, также, что серьезную проблему представляет коррупция в пожарной инспекции (Cretan R., O'Brien T. [19], Poplyueva K. A., Lukhtina M. A. [20]). Однако целью данной работы

является рассмотрение пожарной безопасности в контексте устойчивого развития.

Методология. Объектом исследования является понятие пожарной безопасности и его взаимосвязь с целями устойчивого развития. Важно понять, как причины и последствия пожара связаны с каждой из 17 целей устойчивого развития.

Результаты и обсуждение. Первой и, без преувеличения, главной целью устойчивого развития является ликвидация нищеты. С точки зрения пожарной безопасности проблема состоит в том, что малоимущие люди проживают в жилищах, сконструированных из дешевых, легко воспламеняемых материалов, часто стоящих на окраинах городов и населенных пунктов. Это предполагает большое расстояние от пожарных частей и затрудненный подъезд пожарного автомобиля в случае возможного возгорания, что обеспечивает плохие условия для быстрого и эффективного тушения.

Результатом нищеты является расслоение населения, например, в РФ есть понятие БОМЖ (человек без особого места жительства). В работе проанализирована отдельная статистика погибших, а именно людей без особого места жительства (рис. 1).

Из рисунка 1 видно, что за последние 13 лет прослеживается тенденция снижения количества погибших людей этой категории в результате пожаров. В 2009 году зафиксирован максимум – 709 смертей за исследованный период, а в 2021 минимум – 148. За 13 лет смертность снизилась в 4,8 раза.

D.K. Kimemia, A van Niekerk в работе [1] изучили влияние нищеты на пожарную безопасность. Они считают, что потеря имущества и нанесенный здоровью вред после пожара приводят к дальнейшему обнищанию малоимущих людей.

Следом затрагивается не менее важная проблема, к сожалению, знакомая слишком многим людям на Земле – ликвидация голода (цель №2). Так, в работе [2] авторы установили, что уменьшение количества лесов в результате пожаров имеют непосредственное влияние на продовольственную безопасность.

В работе проанализирована статистика пожаров, возникших на сельскохозяйственных угодьях в РФ в 2007-2020 гг. (рис. 2).

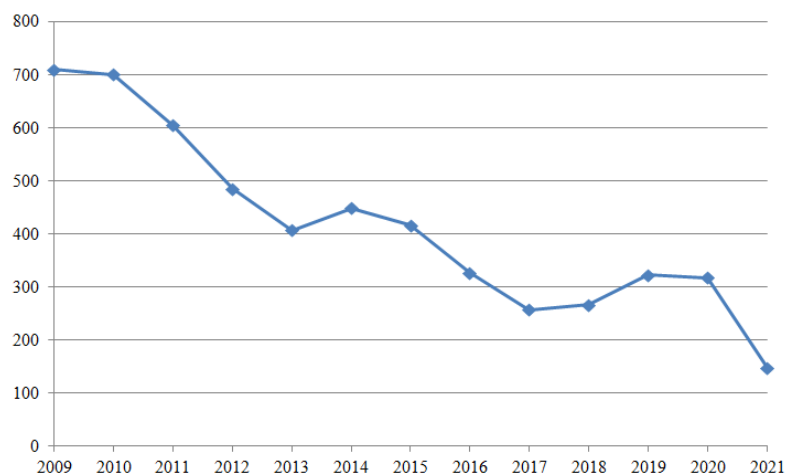


Рисунок 1 – Количество людей БОМЖ, погибших при пожаре, чел.

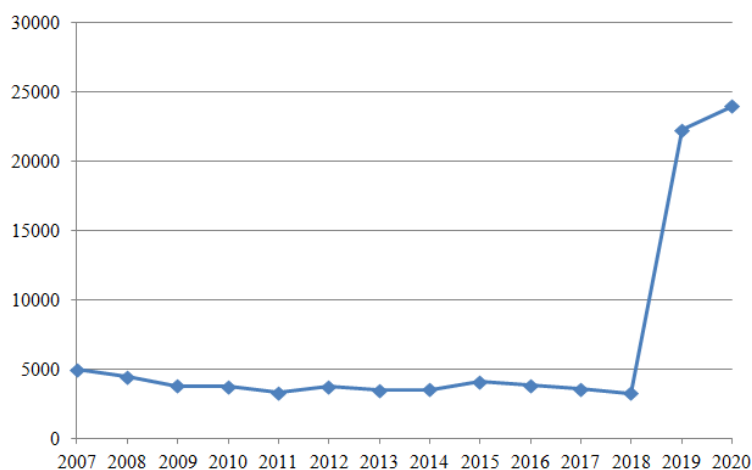


Рисунок 2 – Количество пожаров на сельскохозяйственных угодьях в РФ в 2007-2020 гг.

Как видно из рисунка 2, за последние два года количество пожаров в сельскохозяйственных угодьях резко увеличилось в 7,4 раза. Одной из причин такого роста является увеличение неиспользуемых земель, которые зарастают сорной растительностью, склонной к загоранию от любого доступного источника зажигания.

Третья цель устойчивого развития состоит в обеспечении здорового образа жизни, а также содействии благополучию всех людей. При пожаре выделяются вещества, оказывающие негативное воздействие на здоровье человека, такие как: вредные газы (углекислый газ (CO_2), окись углерода, метан (CH_4), закись азота (N_2O), оксиды азота (NO_x), цианистый водород (HCN), неметановый летучий органический углерод), полициклические ароматические углеводороды (ПАУ) и мелкие и крупные твердые частицы (PM) [3]. Ежегодно на отравления угарным газом (CO) в регионах России приходится от 11 до 58,8% всех смертей от острых отравлений преимущественно при пожарах. За последние 13 лет снижение смертности составляет 58%. Carolyn Black и другие в статье [4] провели исследование влияния дыма на последствия для организма не только местного населения, но и обитающих в данной местности животных.

Цель № 4 «Обеспечение всеобъемлющего и справедливого качественного образования и поощрение возможности обучения на протяжении всей жизни для всех» в области пожарной безопасности подразумевает постепенное повышение квалификации работников в условиях стремительного развития новых технологий по обеспечению безопасности.

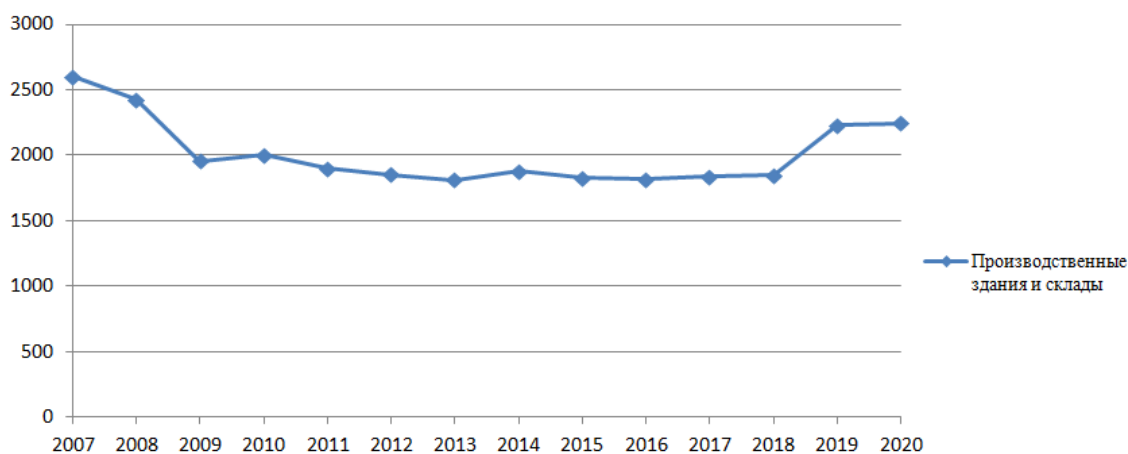
Основой принципа гендерного равенства (цель № 5) напрямую является расширение прав женщин и девочек до уровня, на котором давно находится большинство мужчин. Однако в области пожарной безопасности есть несоответствие данному принципу: например, невозможность женщин работать по профессии «пожарный», так как установлено, что для данной работы требуется высокий уровень физической выносливости для выполнения большой силовой нагрузки. В то же время в других направлениях профессиональной деятельности в области обеспечения пожарной безопасности женщины работают наравне с мужчинами, в качестве инженеров, инспекторов, диспетчеров и т.д. Однако, и здесь женщин подстерегают определенные трудности, не столько физические, сколько моральные. Например, в работе [5] авторы изучили влияние домогательств и дискриминации, направленных в сторону женщин

в пожарной службе США, на их психическое и физическое здоровье. Из 1773 опрошенных работников 37,5% сообщали о словесных и 12,9% о письменных домогательствах, о присутствующей дедовщине – 16,9%, сексуальных домогательствах – 37,4%, нападениях – 5,1 %. Все эти действия наносят значительный вред психологическому здоровью женщин, работающих в пожарной службе. Соответственно в профессиональной деятельности в области пожарной безопасности наблюдается принцип гендерного равенства.

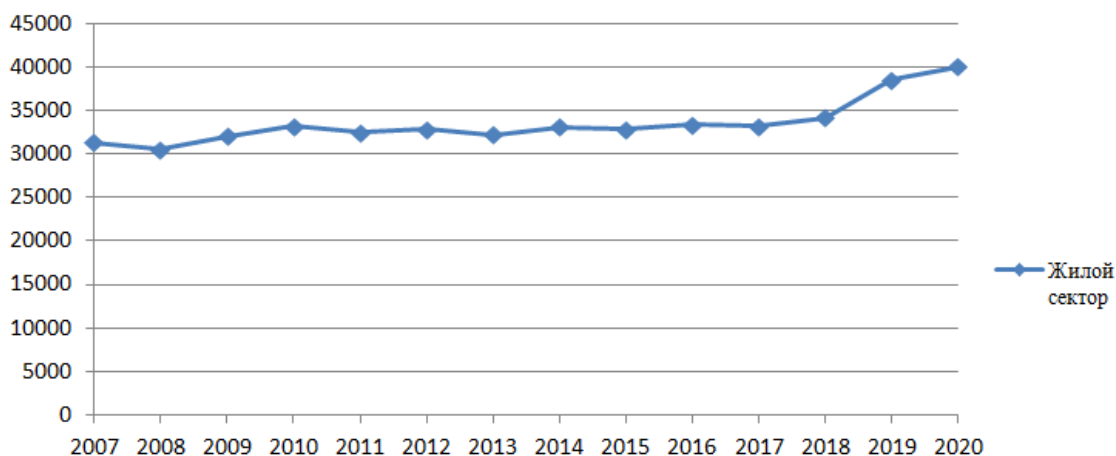
Водопользование и рациональное использование водных ресурсов (цель №6) также становится насущной проблемой человечества, заставляющей задуматься, в том числе и об экономии воды и ее эффективном использовании при тушении пожаров. Для этого ученые разрабатывают новые способы с использованием различных веществ, позволяющих ликвидировать возгорание за более короткое время и с использованием меньшего объема воды. Например, в исследовании [6] сообщается о способе пожаротушения, основанном на взрывном дроблении разнородных капель воды. Также учеными [7] проводятся эксперименты, заключающиеся в измерении времени полного испарения перспективных огнетушащих веществ (воды без примесей, бен-

тонитовой суспензии, раствора бишофита и других) для выявления наиболее эффективного средства пожаротушения.

Цель №7, обеспечение закономерно увеличивающегося населения источниками энергии, также предъявляет к ним следующие требования: надежность, устойчивость, ценовая доступность. Однако увеличение источников энергии приведет к увеличению количества пожаров, так как многие люди, сознательно или нет, не следуют рекомендациям производителя и нарушают правила эксплуатации приборов, использующих тот или иной вид энергии. Например, как выяснили авторы работы [8], хотя электричество считается более безопасным источником энергии, ряд пожаров в Кейптауне в 2009-2015 гг. вызваны неисправными электрическими проводами, бытовыми приборами, неофициальными соединениями и перегрузкой вилок и электрических систем, которые использовались жителями по причине низкого дохода и плохих условий жизни. В данной работе проанализирована статистика количества пожаров, возникших по причинам нарушения правил эксплуатации электрооборудования и бытовых электроприборов за 2007-2020 гг. в жилом секторе Российской Федерации (рис. 3).



а)



б)

Рисунок 3 – Количество пожаров, возникших по причинам нарушения правил эксплуатации электрооборудования и бытовых электроприборов за 2007-2020 гг. в РФ: а) – в производственных зданиях и складах; б) – в жилом секторе

Как видно из рисунка 3, в последние три года количество пожаров из-за нарушения правил эксплуатации электрооборудования и бытовых электроприборов увеличилось. В зданиях и складах это связано с тем, что работа становится все более автоматизированной вследствие снижения количества рабочих и замены их на автоматические установки. В жилом же секторе с каждым годом появляется все больше различных бытовых приборов, требующих

подключения к электрической сети. Установлено, что до 2021 года наблюдался плавный рост количества пожаров (всего за 13 лет – на 22%). Статистика пожаров по причине нарушения правил эксплуатации электрооборудования и бытовых электроприборов, как в производственных зданиях, так и в жилом секторе ниспадающая, что требует внимания для обеспечения пожарной безопасности. Результаты проведенного анализа целей сведены в таблицу 1.

Таблица 1 – Связь целей устойчивого развития с пожарной безопасностью

Цель	Связь с пожарной безопасностью	Последствия	Мероприятия по достижению цели
1	Горение жилья малоимущих, гибель бомжей	Обнищание	Превентивные меры: установка извещателей в домах малоимущих, обеспечение первичными средствами пожаротушения. Государственная поддержка погорельцев.
2	Пожары в лесах, на сельскохозяйственных угодьях, на водных массивах	Гибель растений, сельскохозяйственных культур, лесных и водных обитателей	Мониторинг лесных и сельскохозяйственных пожаров для своевременного тушения
3	Отравление вредными веществами, выделяющимися при пожаре	Ухудшение здоровья, в том числе сердечно-сосудистые и респираторные заболевания	Обеспечение средствами индивидуальной защиты, профилактические обследования после пожаров
4	Обучение в области пожарной безопасности	Квалификация, не соответствующая современным требованиям	Повышение квалификации в рамках развития новых технологий
5	Работа женщин в пожарном деле	Дискриминация, домогательства, наносящие вред психологическому здоровью женщин. Тяжелые условия работы	Предоставление психологической помощи, проведение разъяснительной работы с сотрудниками-мужчинами
6	Применение воды как огнетушащего вещества	Трата большого количества водных ресурсов	Разработка и использование альтернативных средств пожаротушения
7	Пожары из-за неправильного обращения с источниками энергии	Материальный ущерб, гибель людей	Превентивные меры, создание пожаробезопасных устройств
8	Влияние пожаров на экономику	Экономический ущерб от пожаров. Востребованность профессии в области пожарной безопасности	Повышение уровня пожарной безопасности
9	Пожароопасность различных строительных материалов	Материальный ущерб, гибель людей	Исследование поведения материалов при пожаре. Разработка современных огнестойких материалов
11	Пожары на объектах культурного наследия	Материальный ущерб, гибель людей, потеря объектов культурного наследия	Превентивные меры
12	Информация о пожарах	Информирование населения о правилах пожарной безопасности; о наказаниях за их нарушение. Получение информации о случившихся пожарах всеми задействованными службами	Создание единой базы информации по пожарам для всех задействованных служб. Лекции, реклама правил пожарной безопасности
13	Возникновение лесных пожаров	Повышение углеродного следа	Мониторинг, профилактика и тушение лесных пожаров
15	Лесные и торфяные пожары	Повреждение почвы после пожаров	Профилактика лесных пожаров. Разработка и применение методов по восстановлению почвенного покрова
16	Коррупция, взяточничество при проведении пожарной инспекции объектов	Материальный ущерб, гибель людей	Ужесточение наказаний за нарушения. Правосудие в области пожарной безопасности

Цель №8 – устойчивый экономический рост, охватывающий все области и действующий поступательно. Но пожары оказывают негативное влияние на сферу экономики общества в целом. Например, Ratknic M. [9] исследует влияние пожаров на устойчивое развитие туризма. По его мнению, успешное управление рисками при защите лесов от пожаров позволит уменьшить ущерб, сохранить природные экосистемы и биоразнообразие, увеличить доходы от туризма. Авторами работы [10] проведен пространственный анализ экономического воздействия лесных пожаров на устойчивое производство древесины. Как показали результаты, среднегодовые экономические потери

от лесных пожаров в Северном регионе Бразилии составляют в 29 ± 4 млн. долларов США. Кроме стандартных методов, в данном исследовании учитывались также различия в породах и вариации выживаемости в зависимости от продолжительности жизни деревьев.

Важным экономическим аспектом пожарной безопасности является постоянная востребованность новых сотрудников, поэтому молодежь, обучающаяся этой специальности, имеет достаточно возможностей, чтобы устроиться на работу сразу после обучения. Например, Национальная лаборатория пожарных исследований (NFRL), расположенная в кампусе

Национального института стандартов и технологий (NIST) Гейтерсбурга (США), Центр исследований и инноваций в области пожарной безопасности (FRIC), сотрудничающий с Норвежским университетом науки и технологий, ряд пожарных лабораторий в Мерилэндском университете (США).

Цель №9 – создание стойкой инфраструктуры, что напрямую связано с безопасностью зданий и сооружений. В безопасность входит также их устойчивость при пожаре, что включает в себя применение безопасных технологий при оборудовании инфраструктуры и промышленных предприятий для улучшения условий обеспечения пожарной безопасности. Также это предполагает знание о поведении различных материалов, составляющих конструкцию здания, при пожаре. Например, Elbayomy M. S., Salem H. M. [11] изучили влияние пожара на поведение железобетонных многоэтажных конструкций с использованием метода прикладных элементов (МПЭ), который основан на разделении конструкции на более мелкие элементы. Поведение оценивается с точки зрения деформаций и напряжений, возникающих в элементах, подверженных воздействию повышенных температур.

Цель №11 – открытость, безопасность, жизнестойкость городов и населенных пунктов. Пункт 11.1 данной цели предполагает обеспечение всеобщего доступа к достаточному и безопасному жилью. Выполнение этого условия требует больших усилий по уменьшению экологического ущерба и вреда человеческому здоровью и жизни в результате возгорания сооружений, зданий и промышленных объектов.

Безопасность жилья определяется также внутренним содержанием, основой которого является мебель и предметы интерьера. Например, мягкая мебель, матрасы и текстиль, легко воспламеняются и способствуют быстрому распространению огня, при горении выделяя много дыма и тепла. Авторы работы [12] рассматривают методы повышения пожарной безопасности жилья путем замены обычной мягкой мебели на мебель с улучшенными противопожарными свойствами, а также исследуют влияние внедрения специальных огнестойких волокон на противопожарные свойства обивочных материалов.

В пункте 11.4 целей устойчивого развития говорится о сохранении всемирного культурного и природного наследия, его защите, и эта проблема достаточно часто проявляется в области пожарной безопасности. Ferreira T. M. [13] проведен обзор объектов культурного наследия мира, пострадавших или разрушенных в результате пожаров, таких как Собор Парижской Богоматери, Виндзорский замок, Йоркский собор, оперные театры Венеции и Барселоны и Национальная библиотека Боснии, также L. Gerardo и другие [14] рассмотрели качественные подходы к оценке пожарного риска, раскрыли их сильные и слабые стороны для анализа пожарной безопасности построенных объектов культурного наследия.

Задачами двенадцатой цели устойчивого развития

(а именно п.12.8) с точки зрения пожарной безопасности является: публикация достоверных сведений о статистиках пожаров; информирование населения, с одной стороны, о правилах обеспечения пожарной безопасности на природе, в лесных массивах и их окрестностях, вблизи мест добычи различных видов топлива, с другой – о наказаниях за поджоги и нарушение правил пожарной безопасности. Обнародование результатов расследований пожаров также является важной частью информирования, ведь анализ уже случившегося пожара показывает, как он возник и развивался. Так, в работе [15] описываются существующие в Норвегии методы расследования пожаров, а также предложения по улучшению, в частности, создание единой базы данных результатов подобных расследований.

Борьба с изменением климата и его последствиями (цель №13) проявляется в тушении и предупреждении лесных пожаров. Так, тринадцатая цель требует повысить внимание к обеспечению пожарной безопасности в лесах, потому что лесные пожары – источник больших выбросов углекислого газа, которые способствуют увеличению углеродного следа. Также в результате пожаров в лесных массивах образуется много сажи, которая способна переноситься на большие расстояния с помощью ветра и оседать даже на ледниках Арктики. Таким образом, лед начинает чернеть и поглощать намного больше солнечных лучей, чем в своем обычном состоянии, что, в конечном итоге, провоцирует ускорение таяния льда.

Как лесные пожары влияют на изменение климата, так и изменение климата создает определенный риск возникновения пожаров. Ученые из Австралии [16] изучили влияние будущего изменения климата на риск лесных и пастбищных пожаров с помощью региональной климатической модели высокого разрешения.

Защита и восстановление экосистем суши имеет большое значение, так как основной задачей цели 15 является сохранение биоразнообразия на планете. Наибольшую угрозу сохранению видов влекут за собой чрезвычайные ситуации, связанные с возгораниями: горение лесных массивов, торфяные пожары, так как страдает сразу несколько сред обитания: наземно-воздушная и почвенная. Авторы работы [17] изучили влияние пожара на почву и выяснили, что низкая интенсивность пожара может благотворно сказаться на свойствах почвы, в то время как высокая интенсивность пожара может привести к долгосрочным негативным последствиям и вызвать деградацию почвы. Для предупреждения и предотвращения пожаров требуется усиление обеспечения пожарной безопасности в лесных массивах и их окрестностях, быстрое устранение последствий пожаров, восстановление почвенного покрова. Так, ученые [18] предлагают дистанционное зондирование как метод мониторинга для нахождения пострадавшей после торфяного пожара территории и

контроля над ней. Применяя различные спутниковые системы, им удалось идентифицировать и отследить типы земного покрова, которые требуют первоочередного повторного заболачивания и восстановления, а также оценить эффективность усилий по повторному заболачиванию торфяников.

Цель 16 – обеспечение доступа к правосудию, включает в себя также и ликвидацию взяточничества во всех ее формах. Часто встречающаяся в больших масштабах коррупция при проведении проверок на обеспечение пожарной безопасности в торговых объектах и промышленных предприятиях доказывает актуальность данной проблемы. Примером служит случай, произошедший в Бухаресте (Румыния) в 2015 году [19]. 30 октября в одном из ночных клубов случился пожар, унесший жизни 64 человек. Как оказалось после, клуб не соответствовал нормативам пожарной безопасности, но из-за коррупционных действий одного из чиновников он признавался пригодным для проведения подобных мероприятий. Результатом произошедшего стали многочисленные протесты в стране и последующая отставка премьер-министра и еще нескольких чиновников. Авторы работы [20] также изучили проблему коррупции в сфере государственной пожарной инспекции и выявили механизм, позволяющий определить личность, совершившую подобное преступление, с помощью анализа оперативной информации, а также информации о потерпевшей стороне.

Выводы. В работе рассмотрено понятие «пожарная безопасность» во взаимосвязи с целями устойчивого развития. Многообразие видов пожаров, их причин и последствий, в той или иной степени связаны с одной из 17 целей устойчивого развития. Таблица 1 отражает результаты проведенного анализа, а именно определена связь цели устойчивого развития с пожарной безопасностью и приведены мероприятия по достижению цели. Например, для достижения цели №1 предлагается проведение превентивных противопожарных мероприятий: установка пожарного извещателя, снабжение первичными (подручными) средствами пожаротушения. Внедрение данных мероприятий позволит снизить количество пожаров в жилых зданиях и тем самым сохранить жилье для малоимущих людей и предотвратить возможное дальнейшее обнищание. При современных тенденциях, направленных на снижение углеродного следа, мониторинг и как следствие сокращение количества природных пожаров, позволит сократить выбросы углекислого газа и также сохранить леса – основных поставщиков кислорода. Таким образом, авторы обращают внимание, что обеспечение пожарной безопасности во всех сферах позволит нам достичь целей устойчивого развития и тем самым обеспечить безопасное будущее.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Kimemia D. K., Van Niekerk A. Energy poverty, shack fires and childhood burns // *South African Medical Journal*. – 2017. – Т. 107. – №. 4. – Pp. 289-291.
2. Malau L. R. E. et al. The impact of climate change and na-

tural disasters on food security in Indonesia: lessons learned on preserving forests sustainability // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. – IOP Publishing, 2021. – Т. 886. – №. 1. – P. 012090.

3. Bralewska K., Rakowska J. Concentrations of particulate matter and PM-bound polycyclic aromatic hydrocarbons released during combustion of various types of materials and possible toxicological potential of the emissions: The results of preliminary studies // *International Journal of Environmental Research and Public Health*. – 2020. – Т. 17. – №. 9. – Pp. 3202.

4. Black C. et al. Wildfire smoke exposure and human health: Significant gaps in research for a growing public health issue // *Environmental toxicology and pharmacology*. – 2017. – Т. 55. – pp. 186-195.

5. Sara A. Jahnke, Christopher K. Haddock, Nattinee Jitnarin, Christopher M. Kaipust, Brittany S. Hollerbach, Walker S. C. Poston. The Prevalence and Health Impacts of Frequent Work Discrimination and Harassment among Women Firefighters in the US Fire Service // *BioMed Research International*, vol. 2019, Article ID 6740207. – 13 p. – 2019. <https://doi.org/10.1155/2019/6740207>.

6. Kuznetsov G. V., Piskunov M. V., Strizhak P. A. How to improve efficiency of using water when extinguishing fires through the explosive breakup of drops in a flame: Laboratory and field tests // *International Journal of Thermal Sciences*. – 2017. – Т. 121. – pp. 398-409.

7. Kuznetsov G. V. et al. Rates of high-temperature evaporation of promising fire-extinguishing liquid droplets // *Applied Sciences*. – 2019. – Т. 9. – №. 23. – pp. 5190.

8. Francioli A. P. M. Energy use strategies and implications for fire risk amongst low-income households // *Jambá: Journal of Disaster Risk Studies*. – 2020. – Т. 12. – №. 1.

9. Ratknic M. et al. Sustainable tourism and forest fires // *International Scientific Conference Sustainable Agriculture and Rural Development in Terms of The Republic of Serbia Strategic Goals Realization Within The Danube Region-Regional Specificity, Belgrade, Thematic Proceedings*. – 2015. – pp. 622-639.

10. De Oliveira A. S. et al. Economic losses to sustainable timber production by fire in the Brazilian Amazon // *The Geographical Journal*. – 2019. – Т. 185. – №. 1. – pp. 55-67.

11. Elbayomy M. S., Salem H. M. Numerical assessment of midrise multi-storey reinforced concrete framed structures subjected to fire // *Alexandria Engineering Journal*. – 2019. – Т. 58. – №. 2. – pp. 773-788.

12. Storesund K. et al. Fire safe, sustainable loose furnishing // *Fire and materials*. – 2021. – Т. 45. – №. 1. – pp. 181-190.

13. Ferreira T. M. Notre Dame Cathedral: Another case in a growing list of heritage landmarks destroyed by fire // *Fire*. – 2019. – Т. 2. – №. 2. – P. 20.

14. Salazar L. G. F., Romão X., Paupério E. Review of vulnerability indicators for fire risk assessment in cultural heritage // *International Journal of Disaster Risk Reduction*. – 2021. – Т. 60. – P. 102286.

15. Aamodt E., Aalberg A.L., Steen-Hansen A., Holen S.M., Sesseng C. Learning from fire investigations in Norway. Preconditions for obtaining and sharing knowledge // *Nordic fire and safety days: book of abstracts*. – 2021. – pp. 49-50.

16. Pizarro-Tobias P. et al. Restoration of a Mediterranean forest after a fire: bioremediation and rhizoremediation field-scale trial // *Microbial biotechnology*. – 2015. – Т. 8. – №. 1. – pp. 77-92.

17. Pereira P. et al. Post-fire soil management // *Current Opinion in Environmental Science & Health*. – 2018. – Т. 5. – pp. 26-32.

18. Sirin A. A. et al. Multispectral satellite based monitoring of land cover change and associated fire reduction after large-scale peatland rewetting following the 2010 peat fires in Moscow Region (Russia) // *Ecological Engineering*. – 2020. – Т. 158. – pp. 106044.

19. Cretan R., O'Brien T. Corruption and conflagration: (in) justice and protest in Bucharest after the Colectiv fire // *Urban Geography*. – 2020. – Т. 41. – №. 3. – pp. 368-388.

20. Poplyueva K. A., Lukhtina M. A. Personality of a typical criminal who commits corruption crimes in the field of state fire inspection // *Инновационные тенденции развития российской науки*. – 2019. – pp. 279-281.

Статья поступила в редакцию 29.03.2022

Статья принята к публикации 20.06.2022

УДК 331.45

DOI: 10.46548/21vek-2022-1158-0033

КОНЦЕПЦИЯ ОЦЕНКИ УЩЕРБА ПРИ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ РЕСУРСОВ В СФЕРЕ ОХРАНЫ ТРУДА

© Авторы 2022

SPIN: 3611-9283

AuthorID: 703037

ORCID: 0000-0002-5240-9049

РОМАНОВ Александр Иванович, кандидат военных наук, доцент

кафедры эргономики, экологии и трудового права

Санкт-Петербургский государственный морской технический университет

(190121, Санкт-Петербург, ул. Лоцманская, д.3 e-mail: bocean@list.ru)

SPIN: 2035-9311

AuthorID: 1030684

ORCID: 0000-0002-8710-5328

БРОННИКОВА Лилия Васильевна, кандидат экономических наук, доцент,

заведующий кафедрой эргономики, экологии и трудового права

Санкт-Петербургский государственный морской технический университет

(190121, Санкт-Петербург, ул. Лоцманская, д.3 e-mail: bronnikova.lili@gmail.com)

Аннотация. Объектом анализа охраны труда, как области знаний, является трудовой процесс, как система, включающая в себя комплекс подсистем с различными состояниями. Их безопасное состояние не может быть обеспечено, если внимание сосредоточивается на каком-либо одном факторе или процессе, присущим соответствующей части системы. В цепочке взаимодействий рассматриваемой системы важным элементом является «человеческий фактор», оказывающий существенное влияние на производственный процесс. Количественная оценка воздействия различных факторов сложна и многообразна, и поэтому до настоящего времени нет убедительной методики, которая позволила бы связать проявления «человеческого фактора» с вероятностью несчастных случаев на производстве. В статье проведен анализ ситуаций, связанных с вероятностными значениями совершения того или иного события в сфере охраны труда. Конкретизировано понятие «риска» и технология его оценки. Определены основные предпосылки проявления «человеческого фактора». На основе взаимовлияния энтропии среды и ресурсов, участвующих в трудовом процессе, разработана технология оценки ущерба в сфере охраны труда. Результатом данной оценки являются вероятность наступления события (энтропия события) и величина возможного ущерба (энтропия материальных ресурсов).

Ключевые слова: человеческий фактор, аварийность и травматизм, конфликт в ходе трудового процесса, технология оценки риска, технология оценки ущерба.

CONCEPT OF ASSESSMENT OF DAMAGE IN THE INTERACTION OF RESOURCES IN THE SPHERE OF LABOR SAFETY

© The Authors 2022

ROMANOV Aleksander Ivanovich, ph. d. (milit),

assistant professor of the Department of ergonomics, ecology and Labor Law

BRONNIKOVA Liliya Vasilevna, ph. d. (econ), assistant professor,

Head of the Department of ergonomics, ecology and Labor Law

Saint-Petersburg State Marine Technical University

(190121, Russian Federation, St. Petersburg, Lotsmanskaya, 3, e-mails: bocean@list.ru, bronnikova.lili@gmail.com)

Abstract. The object of analysis of labor protection, as a field of knowledge, is the labor process as a system that includes a complex of subsystems with different states. Their safe state cannot be ensured if attention is focused on any one factor or process inherent in the corresponding part of the system. In the chain of interactions of the system under consideration, an important element is the "human factor", which has a significant impact on the production process. The quantitative assessment of the impact of various factors is complex and diverse, and therefore, to date, there is no convincing methodology that would allow linking the manifestations of the "human factor" with the likelihood of accidents at work. The article analyzes the situations associated with the probabilistic values of the commission of a particular event in the field of labor protection. The concept of "risk" and the technology of its assessment are concretized. The main prerequisites for the manifestation of the "human factor" are determined. Based on the mutual influence of the entropy of the environment and resources involved in the labor process, a technology for assessing damage in the field of labor protection has been developed. The result of this assessment is the probability of the occurrence of the event (the entropy of the event) and the amount of possible damage (the entropy of material resources).

Keywords: human factor, accident rate and traumatism, conflict during the labor process, risk assessment technology, damage assessment technology.

Для цитирования: Романов А.И. Концепция оценки ущерба при взаимодействии ресурсов в сфере охраны труда / А.И. Романов, Л.В. Бронникова // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2022. – Т. 11. – № 2(58). – С. 188-195. – DOI: 10.46548/21vek-2022-1158-0033.

Введение. В настоящее время большое внимание специалистов в области охраны труда приковано к проблеме оценки возможного ущерба в ходе трудового процесса, а также управления ситуацией по снижению ущерба от производственного травматизма. Это приводит к необходимости более тщательного рассмотрения оценки влияния так называемого «человеческого фактора». Известно, что первые научные конференции по этому фактору (*Human Factor*) проходили еще в 20-е годы прошлого века.

Через сто лет ситуация существенно не изменилась. На «человеческий фактор» приходится до 70-90% несчастных случаев на производстве, многие аварии и катастрофы. Одна из причин проявления «человеческого фактора» – это нежелание разбираться во всех объективных предпосылках и причинах возможного ущерба, который имеет причинно-следственный характер, а также увеличивать дополнительное финансирование мероприятий по повышению безопасности труда.

Цель статьи – обоснование технологии разрешения конфликтной ситуации, возникающей вследствие нестабильности динамики взаимодействия фенотипических (физиологических, интеллектуальных, психологических, креативных) и профессиональных (знаний, умений, навыков) ресурсов работников на основе ресурсно-энтропийного подхода в сфере охраны труда. А также уточнение понятий риска и ущерба.

Методология. Не-определенность возникшей ситуации очень удобна для некоторых работодателей, собственников предприятий, при этом всегда можно сослаться на «человеческий фактор». Оценки её практически всегда будут субъективными, конкретные мероприятия формальными. Как правило, после несчастных случаев на предприятиях проводится только внеплановый инструктаж по охране труда.

Выявление виновности человека, роли «человеческого фактора», его какой-то «доли» в причинах несчастного случая – задача весьма неопределенная и сложная.

Основными предпосылками проявления «человеческого фактора» являются:

- использование работниками средств труда, технологических процессов, подготовка персонала и т.п.;
- несовершенство методологии и технологии проведения оценки условий труда, ограниченной только выявлением и определением степени влияния внешних факторов рабочей среды на самого работника;
- множество исходных обстоятельств, причин и условий, влияющих на поведение человека, в том числе связанных с его ошибками, и приводящим к несчастным случаям.

Результаты. Причины и факторы аварийности и травматизма, приведенные в работе [1], показывают, что среди факторов, непосредственно способствующих аварийности и травматизму, 75% зависят от работников, 25% – от техники и технологии. На основе анализа влияния «человеческого фактора» выявлена зависимость энтропийности (неопределенности) ресурсов и вероятности возникновения аварий и несчастных случаев.

Наиболее типичные причины, приводящие к изменению энтропийности ресурсов и увеличению вероятности возникновения аварийности и травматизма (табл. 1) [1, 2]:

а) ошибки восприятия, связанные с низким потенциалом фенотипических ресурсов работников, приводящие к появлению неопределенности в виде энтропии ресурсов, и связанные с дискомфортом условий проведения работ, неточными действиями персонала, либо посторонних лиц в этой ситуации, а также с необходимостью пребывания людей в потенциально опасных зонах;

б) профессиональные ошибки, связанные с недостаточными знаниями, умениями, навыками профессиональных ресурсов работников, приводящие к появлению неопределенности в виде энтропии ресурсов, вызванные несовершенством отбора и профессиональной подготовки персонала, а также с низким уровнем качества технологии и организации выполнения работ. Вместе с тем, строгая регламентация технологии, необходимость соблюдения многочисленных мероприятий по обеспечению безопасности труда, способствуют росту напряженности труда и связанных с этим фенотипических ошибок;

в) выход из строя материальных ресурсов, связанных с их конструктивными (износ, поломки, изменение несущих конструкций и т.п.) или нативными изменениями (окисление металлов, изменение химического состава, например, бетона, свойств изоляционных материалов и т.п.). Данные изменения приводят к появлению неопределенности в виде энтропии материальных ресурсов;

г) воздействие опасных производственных факторов окружающей среды на технологическое оборудование, людей при неисправности либо отсутствии средств защиты, недостаточная надежность и эргономичность отдельных образцов технологического оборудования.

Воздействие большинства из вышеуказанных факторов не всегда приводит к возникновению происшествий, если в технологическом оборудовании имеются защитные устройства или предохранители. Данные устройства создают ограничения по величине энтропии, приводящей к аварийным ситуациям.

Вместе с тем, причины, непосредственно спо-

собствующие возникновению аварийности и травматизма, возникают вследствие воздействия фенотипических и профессиональных ресурсов. Это слабые практические навыки персонала в нестандартных или сложных ситуациях, неумение правильно оценивать информацию о состоянии протекающих с

участием работника процессов, неадаптированность работников к конструктивным особенностям рабочих мест, в ряде случаев – недостаточная технологическая дисциплинированность персонала, непосредственно работающего на оборудовании.

Таблица 1 – Статистические показатели причин, приводящих к изменению энтропийности ресурсов и увеличению вероятности возникновения аварийности и травматизма

Причины, приводящие к изменению энтропийности ресурсов	Статистические показатели (%)
1. Фенотипические ресурсы работник	26,1
Неучет особенностей работоспособности человека	1,5
Неадаптированность работника к конструкции рабочих мест	6,0
Отсутствие самообладания в условиях стресса	5,6
Технологическая недисциплинированность	8,0
Снижение фенотипических ресурсов при нахождении работника в потенциально опасной зоне	0,8
Другие недостатки работающих	4,2
2. Профессиональные ресурсы работника	33,5
Слабые навыки действий персонала в сложной ситуации	12,7
Неумение оценивать информацию о состоянии процессов	12,3
Слабое знание о сущности происходящих процессов	7,3
Сложность алгоритма деятельности работника	1,2
3. Конструкционные ресурсы средств труда	15,7
Неудобство технологии подготовки и проведения работ	3,8
Неудобство ремонта и технического обслуживания	2,0
Возможность возникновения опасных отказов вследствие возникновения диссипативных структур и разности физико-химических свойств материальных ресурсов	8,0
Другие факторы техники (оборудования)	1,9
4. Энергетические ресурсы средств труда	0,7
Высокая энергоемкость источников энергии	0,7
5. Влияние факторов среды на ресурсы	16,6
Дискомфортность среды по физико-химическим параметрам	2,8
Низкое качество информационной модели состояния среды	4,8
Возможность опасных внешних воздействий на систему	9,0
6. Прочие факторы	7,4

Как показывает статистика, по разным причинам могут травмироваться не только неопытные работники. Число смертельно травмированных практически не зависит ни от возраста пострадавших, ни от стажа работы по профессии [3].

Наиболее значимым фактором, определяющим травмоопасность, являются конструкционные особенности оборудования. Его безопасность и эргономичность – это то, насколько конструкция оборудования и системы управления учитывают, что человек – это система, находящаяся вдали от точки равновесия, его возможное поведение и ошибки в различных ситуациях, связанных как с внутренней, так и с внешней средой.

Иногда «человеческий фактор» сужается до содержания термина «компетентен» или «некомпетентен». Кроме того, работник не в состоянии правильно и безопасно выполнять все свои трудовые обязанности при неопределенности сменных заданий,

при опасных или вредных условиях труда, при использовании оборудования, давно выработавшего свой ресурс [4].

Количественная оценка воздействия всех этих факторов сложна, в связи с чем, до настоящего времени нет какой-либо убедительной методики, которая позволила бы связать все многообразные стороны и проявления «человеческого фактора» с вероятностью несчастных случаев. Поэтому, предупредительные меры в отношении травматизма, учитывающие, что большинство несчастных случаев обусловлены исключительно «человеческим фактором», не будут достаточно полными.

Исследование динамики трудового процесса показывает, что при взаимодействии различных видов ресурсов возможно возникновение ситуаций, характеризующихся степенью неопределенности, а также событий, характеризующихся степенью достоверности имеющихся данных, в совокупности

приводящих к отклонениям от запланированного процесса.

Ситуация считается определенной, если система находится вблизи точки равновесия. Процессы взаимодействия ресурсов работника под влиянием внешних флуктуаций линейны и носят детерминированный характер. Состояние системы, как исходный параметр, определено. Изменение диссипации не происходит. Энтропия системы взаимодействия ресурсов в трудовом процессе почти без изменений. Человеческий фактор не оказывает какого-либо влияния на исход событий [5].

Ситуация считается неопределенной, если между началом совершения события и результатом нет никакой информации. Динамика изменения системы характеризуется своей неопределенностью. В этом случае событие либо совершится, либо нет. Возникающие диссипативные структуры под влиянием флуктуаций или минимизируют степень воздействия внешних факторов, или способствуют снижению энтропии системы, приводящей к её разрушению. Неопределенность ситуации напрямую зависит от степени влияния человеческого фактора, а также от его профессионального ресурса (табл. 2) [5].

Таблица 2 – Факторы, определяющие состояние системы

Определенность состояния системы	Неопределенность изменения системы
Обстоятельства и причины, приведшие к возникновению ситуации, существуют, побудительные мотивы имеются	Неопределенное состояние ресурсов при наступлении события
Событие наступит однозначно	Степень влияния внешних факторов на результат при наступлении события
Факторы, влияющие на результат, наличествуют (существуют)	Степень влияния внутренних мотивов на результат при наступлении события
Результат будет получен, и его можно рассчитать	Взаимосвязь влияния внешних факторов и внутренних мотивов на результат
Временной фактор постоянен	Вероятностные характеристики качественного исхода (положительного или отрицательного)
Взаимосвязи системы устойчивы	Вероятность количественного исхода

Анализ ситуаций, связанных с вероятностными значениями совершения того или иного события в сфере труда, показывает различную степень достоверности возможного исхода. Это дает возможность систематизировать по степени достоверности вероятность наступления случайного события (рис. 1).

Событие считается достоверным, если существует причинно-следственная связь и результат заранее известен. Под влиянием внешних флуктуаций в системе формируются диссипативные структуры (флуктуационно-диссипативная теорема), которые приводят к изменению энтропии системы. Человеческий фактор не оказывает какого-либо влияния на исход событий. В этом случае процесс детерминированный.

На него воздействуют различные факторы, как повышающие, так и понижающие его оценку. Процесс является стохастическим, а оценка результата имеет различную степень вероятности. В этом случае имеет место неопределенность состояния системы взаимодействия ресурсов в трудовом процессе. Энтропия выражается через математические ожидания или локальные экстремумы флуктуаций данных факторов. Влияние человеческого фактора (профессионального и фенотипического ресурса) и (или) конструктивных характеристик ресурсов средств труда изменяется в ходе трудового процесса. Нарушение техники безопасности ведет к аварийной ситуации, но с различной степенью ущерба [6].

Состояние конфликта возникает как противоречие, когда достоверность данного события не соответствует неопределенности возникающей ситуации, или если определенность данной ситуации не соответствует недостоверности данного события. Связь между событием и ситуацией многовариантна, и неизвестно какой результат мы получим [7,8].

Устойчивость сосуществования ресурсно-энтропийного равновесия определяется точкой или областью равновесия, где все процессы имеют линейные зависимости.

Одним из наиболее эффективных способов урегулирования конфликтных ситуаций является четкое разделение ресурсов в трудовом процессе.

Координатором в управлении конфликтом в трудовом процессе является политика безопасности трудового процесса. Она устанавливает отношения в трудовом процессе с позиции обеспечения безопасности и включает в себя:



Рисунок 1 – Факторы, определяющие конфликтную ситуацию в трудовом процессе

Событие считается вероятностным, результат достижим, но между началом совершения и резуль-

- координацию деятельности субъектов трудового процесса;
- обеспечение устойчивости функционирования средств труда;
- соблюдение нормативных характеристик обеспечения энергоресурсами;
- координацию действий при отклонении от режима технологического процесса;
- обеспечение защиты от воздействия внешних факторов.

При воздействии внешних флуктуаций диссипативные структуры не вырабатываются, а изменение энтропии становится нелинейным. Данная ситуация характеризуется переходом системы в состояние, близкое к бифуркации. Например, выполнение установленного задания сопровождается различными вводными данными (объективными или субъективными). Это, как правило, приводит в нервному срыву или невыполнению установленного задания.

Таким образом, взаимодействие различных видов ресурсов в трудовом процессе приводит к возникновению конфликтных ситуаций, обусловленных следующими причинами [6]:

- различием физико-химических свойств используемых материалов;
- изменением ритмов и режимов использования ресурсов средств труда;
- условиями трудового процесса, в частности, оборудованием рабочего места, расчетными нагрузками на фенотипические ресурсы, температурным воздействием и т.д.;
- различием потенциалов фенотипических и профессиональных ресурсов работников;
- влиянием факторов внешней среды и т.п.

Конфликтные ситуации (конфликт) трудового процесса – это специфическая форма взаимодействия различных видов систем ресурсов (работника, средств труда, внешней среды) или нескольких ресурсов одной системы в ходе их совместного функционирования, которая порождается ресурсно-энергетическими противоречиями между ними, создавая ситуацию неопределенности (энтропии), развивает эту неопределенность, разрешает возникшие противоречия кризисным путем, создавая диссипативные структуры, или бескризисным – путем рассеяния энергии (диссипация), и порождает новые противоречия (неопределенности) (рис. 2) [7,8].

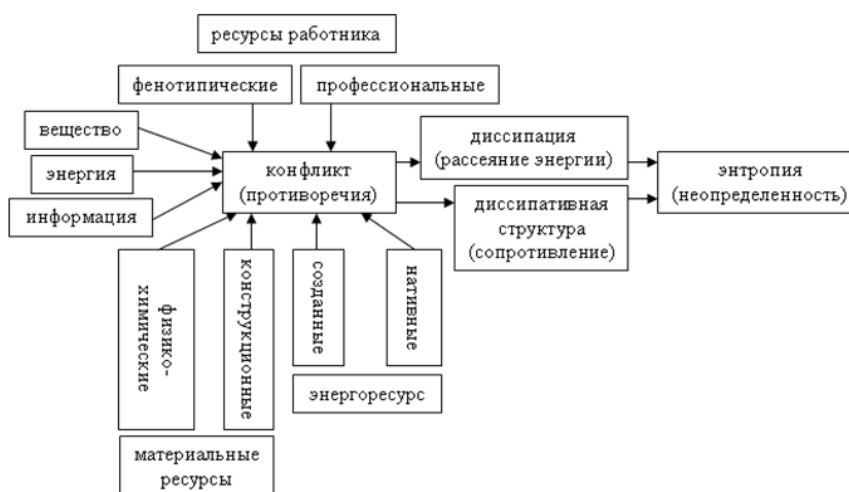


Рисунок 2 – Механизм возникновения конфликта в ходе трудового процесса

Технология оценки риска. Неустойчивое состояние соответствует нелинейному процессу, при котором исходные данные детерминированные, а чаще случайные, искомые переменные непрерывные или целочисленные, зависимости нелинейные [9].

Неустойчивость взаимодействия ресурсов в процессе труда характеризуется [10]:

1. Неустойчивостью организационной структуры (связями) организации и, как следствие, неустойчивостью управления;
2. Качественным многообразием ресурсов, используемых в труде, многообразием свойств ресурсов и, как следствие, неустойчивость связей;
3. Влиянием граничных условий на свойства ресурсов;
4. Присущими системе признаками бифуркации – чувствительности к малым воздействиям вблизи

точки бифуркации. Точки бифуркации возникают из-за несовместимости свойств ресурсов;

5. Стремлением системы к состоянию энтропийности.

Данные ситуации являются следствием взаимодействия ресурсов в ходе трудового процесса. Методики, требования и мероприятия по снижению вероятности возникновения возможного ущерба, разработаны и отображены в основополагающих нормативно-правовых документах. Так, в Федеральном законе №184-ФЗ вероятность причинения вреда интерпретирована как риск.

Основным источником информации для выявления опасностей является личный фенотипический и профессиональный опыт работника.

Определение риска связано с возможным вредом, ущербом и изложено в источниках [11-14].

Вместе с тем, применение этого определения в данном случае некорректно, так как риск в первую очередь отражает возможность исхода события, как с положительным результатом, так и с отрицательным. Анализ толкования данного понятия основывается, в первую очередь, на общепринятых формулировках, отражающих его сущностное содержание [15].

Кроме того, в толковых словарях русского языка под редакциями Ушакова Д., Ожегова С.И., Ефремовой Т.Ф понятие риска связано с действием наудачу в надежде на счастливый исход дела [16-18].

Другими словами, риск – это возможность получения необходимого результата при выборе варианта действия. Выбор должен быть осуществлён между более предпочтительным, но менее вероятным результатом (выигрыш) и более вероятной, но менее привлекательной сложившейся ситуацией, приводящей к менее эффективному результату (возможный проигрыш).

В психологии склонность к риску связана с личностными чертами индивидуума.

Мотивирующими факторами выбора варианта

деятельности в соответствии с имеющимися возможностями являются, как правило, профессиональные навыки, уровень оплаты труда, престижность занимаемой должности и т.п. Негативными факторами – повышенные уровни воздействия вещества, энергии, информации, социальный климат и т.п. Снижение вероятности причинения вреда здоровью может происходить за счет создания защитных механизмов (диссипативных структур), обеспечивающих устойчивость фенотипических ресурсов. Следовательно, обстоятельства и причины, приведшие к возникновению ситуации, существуют, побудительные мотивы имеются. Это характеристика создавшейся ситуации, которая создает предпосылки рисковать.

Профессиональный риск – это безответственное нарушение правил безопасности эксплуатации средств труда и оборудования. Другими словами, профессионалы не рискуют, они просчитывают и обосновывают свои действия, в том числе и возможные вероятности выхода из возникшей ситуации.

Технология оценки риска отображена на рисунке 3

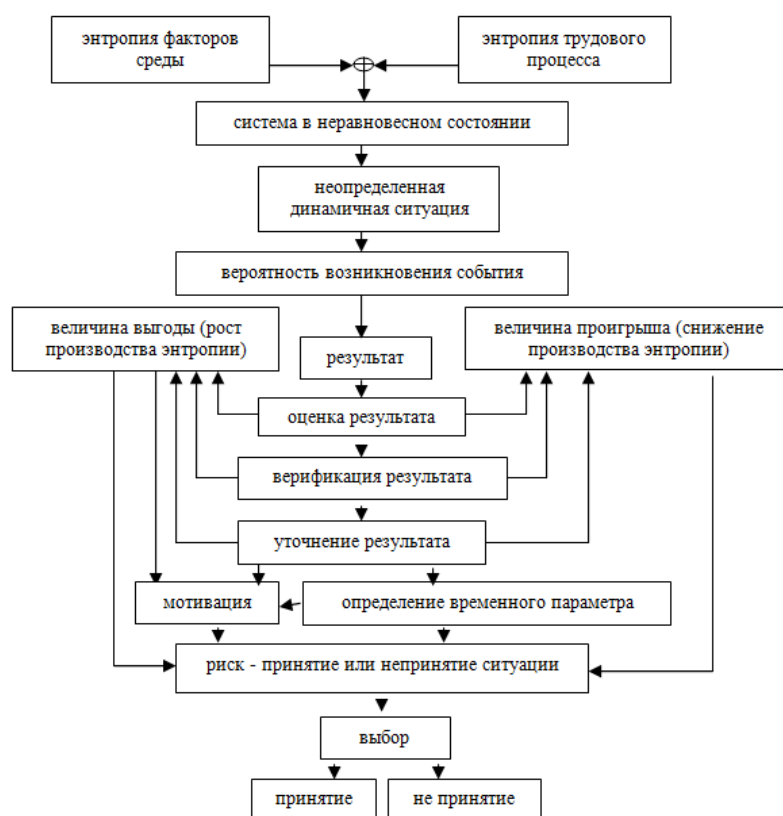


Рисунок 3 – Технология оценки риска

Данная технология основывается на оценке состояния энтропии ресурсов, участвующих в трудовом процессе, изменении энтропии данных ресурсов и степени влияния на них флуктуаций факторов внешней среды. В итоге, прогнозируется рост или снижение производства энтропии ресурсов с учетом временного параметра, и предоставляется вывод об участии работника в выполнении поставленного задания в трудовом процессе.

Событие наступит однозначно, иначе о риске не может идти речь, но не определен момент его наступления. Факторы, влияющие на результат, наличествуют (существуют), но они постоянно меняются и определена степень их влияния на момент наступления события. Результат будет получен, но неизвестен положительный или отрицательный исход наступившего события и неизвестен количественный результат выигрыша или проигрыша (ущер-

ба). Временной фактор является основным, т.к. рискующему необходимо правильно определить момент, когда влияние различных факторов и их взаимодействие может принести ему необходимый результат. При оценке возможного ущерба не учитываются взаимодействие ресурсов, а также энтропии, как меры неупорядоченности системы [19].

Работник, устраиваясь на работу или получая задание, определяет степень опасности, связанной с условиями выполнения работы и организацией восстановления ресурсов и (или) финансовым вознаграждением.

Возможность совершения данного события определяется через вероятность его возникновения. Ущерб, полученный в результате несчастного случая, позволяет количественно оценить данное событие. В итоге, количественный ущерб, умноженный на вероятность его возникновения, определяет не риск, а вероятность получения возможного ущерба.

Вероятность получения возможного ущерба – это категория теории вероятности, используемая для расчета случайных событий [10, 20].

Обоснование оценки ущерба в сфере охраны труда. Ущерб характеризуется неопределенностью, вследствие нанесения вреда здоровью людей (ресурсам работника) и материальным ресурсам средств труда, а также изменения степени его проявления во времени. Ущерб – это возможная флуктуация состояния системы при переходе через точку бифуркации (рис. 4).

Событие, вызывающее ущерб – это флуктуация энтропии:

- ресурсов внешней среды, по отношению к ресурсам средств труда или ресурсам работника;
- ресурсов работника – к ресурсам средств труда;
- ресурсов средств труда – к ресурсам работника;
- ресурсов средств труда – к ресурсам внешней среды.

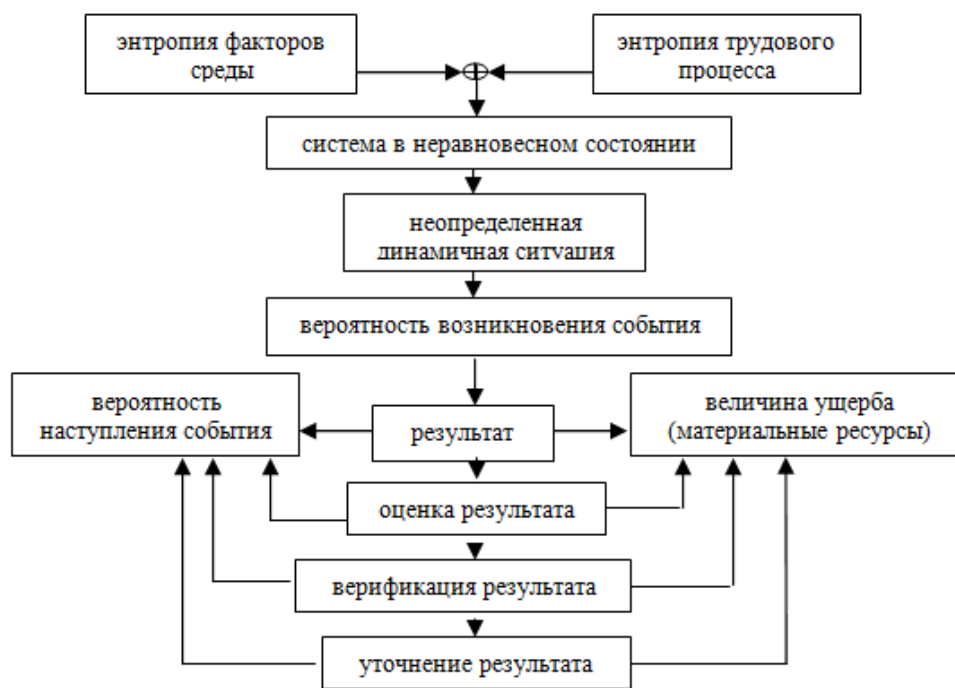


Рисунок 4 – Технология оценки ущерба

Классификацию ущерба предлагается провести:

1) по видам:

- ущерб антропогенный (нанесение физического повреждения или другого вреда здоровью работника);
- ущерб материальный (нанесение вреда имуществу);
- ущерб экологический (нанесение вреда окружающей среде).

2) по тяжести:

- восполнимый – имеющий точку возврата;
- невосполнимый – не имеющий точки возврата.

В итоге, количественный ущерб, умноженный на вероятность его возникновения, определяет не риск, а вероятность получения возможного ущерба. Вероятность получения возможного ущерба – это

категория теории вероятности, используемая для расчета случайных событий.

Технология оценки ущерба отображена на рисунке 4. Данная технология основывается на взаимовлиянии энтропии среды и ресурсов, участвующих в трудовом процессе, приводящей к неопределенной динамичной ситуации, а также на оценке результата вследствие наступления вероятностного события (энтропии события) и величины возможного ущерба (энтропии материальных ресурсов).

Обсуждение. Таким образом, для оценки возможного ущерба использовать понятие риск некорректно. В этом случае целесообразно использовать методы теории вероятности. Это обусловлено следующими причинами:

– при оценке трудового процесса исследуются только факторы, оказывающие негативное воздействие, т.е. приносящие определенный ущерб;

– вещество, энергия, информация оказывают постоянное воздействие как на материальные, так и на фенотипические ресурсы;

– случаи совершения ошибок работниками носят вероятностный характер;

– работники по разному относятся к выполнению требований по охране труда и, в частности, по безопасности трудового процесса;

– взаимодействие различных факторов, влияющих на трудовой процесс, носит случайный характер.

Риск заключается в том, что работник принимает на себя выбор между выполнением работы или отказом от неё, в силу оценки состояния собственных ресурсов и оценки внешних факторов (энергии, вещества, информации).

Риск – это категория теории управления и он зависит только от субъекта.

Другими словами, риск – это субъективная мера ответственности при выходе из состояния конфликта, при этом, результат может быть как положительным, так и отрицательным.

Заключение. Прогноз влияния «человеческого фактора» на «трудовой процесс» основывается на статистических данных произошедших событий.

Проведен анализ понятия «риск», и он конкретизирован в соответствии с общепринятыми формулировками, отражающими его сущностное содержание. Проведен анализ ситуаций, связанных с вероятностными значениями совершения того или иного события в сфере охраны труда, оценки ущерба в сфере охраны труда на основе ресурсно-энтропийного подхода.

Разработанная технология оценки ущерба основывается на взаимовлиянии энтропии среды и ресурсов, участвующих в трудовом процессе, результатом которого является наступление вероятностного события (энтропии события) и величины возможного ущерба (энтропии материальных ресурсов).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Белов П.Г. Системный анализ и моделирование опасных процессов в техносфере: учеб. пособие / П.Г. Белов - М.: Академия, 2003. - 512 с., ISBN 5-7695-1039-0.
2. Клейнер, Г.Б. Ресурсная теория системной организации экономики / Г.Б. Клейнер // Российский журнал менеджмента. – Т. 9. – № 3. – 2011. – С. 3–28.
3. Минько, В.М. Охрана труда в машиностроении. Учебник / В.М. Минько. – М.: Издательство Академия, 2017. – 256 с. ISBN 978-5-4468-5776-0.
4. Малаян, К.Р. Безопасность жизнедеятельности. Основы охраны труда: учеб. пособие / К.Р. Малаян. – СПб.: Изд-во Политехнического университета, 2006. – 206 с. - ISBN 978-5-8114-0284-7.
5. Вентцель, Е.С. Теория вероятностей: учебник / Е.С. Вентцель. – М.: КНОРУС, 2010. – 664 с. – ISBN 978-5-4060-0476-0.
6. Романов А. И. Ресурсно-энтропийный подход безопасности труда. / А. И. Романов // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2015 - № S7. С. 280-286.
7. Лепешкин О.М. Управление конфликтным процес-

сом решения коллективной задачи социотехнической информационной системы / О.М. Лепешкин // Вестник Ставропольского государственного университета. – Ставрополь: Изд-во СГУ. – 2010. – № 70 (5). – С. 137–144.

8. Лефевр, В.А. Рефлексивный агент в группе. Математическое моделирование рефлексивных процессов / В.А. Лефевр // Рефлексивные процессы в управлении. – № 1. – Т. 7. – 2007. – С. 102–116.

9. Мордвинов, В.А. Онтология моделирования и проектирования семантических информационных систем и порталов: справоч. пособие / В.А. Мордвинов. – М.: МИРЭА, 2005. – 237 с.

10. Мескон, М.Х. Основы менеджмента: учебное пособие / М.Х. Мескон. – М.: Дело, 2002. – 290 с.

11. ГОСТ Р 51898-2002 Аспекты безопасности от 05.06.2002. – URL: docs.cntd.ru / – Текст : электронный (дата обращения: 28.04.2022).

12. Р 2.2.1766-03 Руководство по оценке профессионального риска для здоровья работников/ Организационно-методические основы, принципы и критерии оценки от 24.06.2003. – URL: docs.cntd.ru / – Текст : электронный // (дата обращения: 28.04.2022).

13. ГОСТ Р 12.0.0.10-2009 Национальный стандарт РФ. «Система стандартов безопасности труда. Системы управления охраной труда. Определение опасностей и оценка рисков» от 10.12.2009. – URL: docs.cntd.ru / – Текст: электронный (дата обращения: 28.04.2022).

14. Словарь русского языка / сост. С.И. Ожегов // под ред. Шведовой Н.Ю. – 23-е изд., испр. – М.: Русский язык, 1990. – 917 с. ISBN: 978-5-94666-759-3.

15. Большой энциклопедический словарь / – Текст : электронный // Большой энциклопедический словарь (gufu.me) (дата обращения: 28.04.2022).

16. Толковый словарь русского языка / сост. С.И. Ожегов, Н.Ю. Шведова. – Российская академия наук. Институт русского языка им. В.В. Виноградова. – 4-е изд., доп. - М.: Азбуковник, 1999.- 944 с. ISBN 5-902638-10-0.

17. Новый словарь русского языка. Толково-образовательный // сост. Т.Ф. Ефремова. - М.: Рус. яз. 2000.- в 2 т. - 1209 с. ISBN 5-200-02801-9.

18. Толковый словарь русского языка: В 4 т./ под ред. проф. Д. Ушакова.- М.: ТЕРРА - Книжный клуб, 2007.- 752 с. ISBN 5-300-00496-0.

19. Романов, А.И. Ресурсно-диссипативный подход в безопасности труда / А.И. Романов // Материалы II Международной научно-практической конференции. – СПб.: ГАСУ. – С. 22–26.

20. Сердюк, В.С. Экономика безопасности труда: учеб. пособие / В.С. Сердюк, Е.В. Бакико. – Омск: Изд-во ОмГТУ, 2011. – 177 с. – ISBN 978-5-8149-1178-0.

Статья поступила в редакцию 09.05.2022

Статья принята к публикации 20.06.2022

УДК 519.876.5

DOI: 10.46548/21vek-2022-1158-0034

**ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ ОЦЕНКИ
ОСНАЩЕННОСТИ ЛЕСОПОЖАРНЫХ ФОРМИРОВАНИЙ СИЛАМИ ПОЖАРОТУШЕНИЯ**

© Автор(ы) 2022

SPIN: 4702-5955

AuthorID: 618777

ORCID: 0000-0002-5531-3579

ResearcherID: F-2232-2018

ScopusID: 57212562000

АВДЕЕВА Марина Олеговна, кандидат экономических наук,
доцент высшей школы техносферной безопасности

*Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого
(195251, Россия, Санкт-Петербург, ул. Политехническая, 29, e-mail: avdeeva_mo@spbstu.ru)*

SPIN: 3204-6018

AuthorID: 831170

ORCID: 0000-0002-6725-7340

ResearcherID: AAF-4709-2019

ScopusID: 57218102410

УЗУН Олег Леонидович, кандидат юридических наук, доцент высшей школы техносферной безопасности

*Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого
(195251, Россия, Санкт-Петербург, ул. Политехническая, 29, e-mail: uzun_ol@spbstu.ru)*

SPIN: 8286-5957

AuthorID: 805309

ORCID: 0000-0002-0567-3875

ResearcherID: Q-4441-2017

ScopusID: 57205428468

ДОРОНИН Александр Сергеевич, ассистент высшей школы техносферной безопасности

*Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого
(195251, Россия, Санкт-Петербург, ул. Политехническая, 29, e-mail: doronin_as@spbstu.ru)*

ГАВРИЛОВА Марина Валериевна, студентка высшей школы техносферной безопасности

*Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого
(195251, Россия, Санкт-Петербург, ул. Политехническая, 29, e-mail: gavrilova2.mv@edu.spbstu.ru)*

Аннотация. Рост количества и масштабов лесных пожаров ведет к увеличению финансовых затрат на их ликвидацию, росту количества сгоревшей и уничтоженной древесины, что также несет за собой ущерб для экономики страны. Пожары в лесных массивах приводят к нарушению экосистем, вызванному уничтожением растительного и животного мира, и экологической функции этих систем. Этим обусловлена актуальность написанной авторами статьи. С ростом опасности растёт озабоченность научного сообщества проблемами эффективности борьбы с лесными пожарами, в частности, связанными с силами пожаротушения. Оценка оснащённости сил и средств, задействованных в борьбе с лесными пожарами, способствует выявлению проблем работы лесопожарных формирований и определению возможных путей их решения. Целью данной статьи была разработка имитационной модели, которая позволяет получить значения новых, ликвидируемых пожаров, пожаров без реагирования и свободные группы лесопожарных формирований. Исходя из проведенного литературного обзора публикаций, авторами предложена модель, не имеющая аналогов. И широкие возможности имитационного моделирования, реализованные в программном продукте *AnyLogic* делают возможным создание модели для соответствующей оценки. В результате реализованная модель позволяет отслеживать возникновение критического порога, когда имеющихся базовых тактических единиц лесопожарного формирования типового состава будет недостаточно для оперативного реагирования на возникающие пожары, что, в свою очередь, позволит оценить достаточность таких базовых тактических единиц, укомплектованных необходимыми для ликвидации лесных пожаров средствами. Данную модель возможно использовать при составлении ежегодных сводных планов тушения пожаров.

Ключевые слова: лес, лесопожарные формирования, техносферная безопасность, моделирование, имитационное моделирование, чрезвычайная ситуация, пожар, *AnyLogic*.

**APPLICATION OF THE SIMULATION MODELING METHOD TO ASSESS THE EQUIPMENT
OF FOREST FIRE FIGHTING UNITS BY FIRE EXTINGUISHING FORCES**

© Autor(s) 2022

AVDEEVA Marina Olegovna, phd (economic), associate professor of Higher School of Technospheric Safety

UZUN Oleg Leonidovich, phd (legal), associate professor of Higher School of Technospheric Safety
DORONIN Alexander Sergeevich, assistant at the Higher School of Technosphere Security
GAVRILOVA Marina Valerievna, student of the Higher School of Technosphere Security

*Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University
 (195251, Russia, St. Petersburg, Polytechnic St., 29,*

e-mail: avdeeva_mo@spbstu.ru, uzun_ol@spbstu.ru, doronin_as@spbstu.ru, gavrilova2.mv@edu.spbstu.ru)

Abstract. The increase in the number and scale of forest fires leads to an increase in the financial costs of their elimination, an increase in the number of burned and destroyed wood, which also causes damage to the country's economy. Fires in forests lead to the disruption of ecosystems caused by the destruction of flora and fauna, and the ecological function of these systems. This is due to the relevance of the article written by the authors. With the growing danger, the concern of the scientific community is growing about the effectiveness of fighting forest fires, in particular, related to fire extinguishing forces. The assessment of the equipment of forces and means involved in the fight against forest fires helps to identify problems of the work of forest fire units and identify possible ways to solve them. And the extensive simulation capabilities implemented in the *AnyLogic* software product make it possible to create a model for an appropriate assessment. The authors have developed a simulation model that allows us to obtain the values of new, liquidated fires, fires without response and free groups of forest fire formations. The model allows you to track the occurrence of a critical threshold when the existing basic tactical units of forest fire formation of a typical composition will not be enough for rapid response to emerging fires, which, in turn, will allow you to assess the sufficiency of such basic tactical units equipped with the means necessary for the elimination of forest fires. Based on the literature review of publications, the authors proposed a model that has no analogues. This model can be used when drawing up annual consolidated fire extinguishing plans.

Keywords: forest, forest fire formations, technosphere safety, modeling, simulation, emergency, fire, *AnyLogic*.

Для цитирования: Авдеева М.О. Применение метода имитационного моделирования для оценки оснащённости лесопожарных формирований силами пожаротушения / М.О. Авдеева, О.Л. Узун, А.С. Доронин, М.В. Гаврилова // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2022 – Т. 11. – № 2(58). – С. 196-201 – DOI: 10.46548/21vek-2022-1158-0034.

Введение. Пожары лесов оказывали влияние на биогеографию планеты в течение различных геологических периодов планеты, а позже стали немаловажным звеном и в эволюции человека, который с ходом времени научился изменять режимы пожара. Но, несмотря на это, последние десятилетия характеризуются стремительным увеличением масштабов лесных пожаров, вызванным климатическими изменениями. Вместе с ростом масштабов лесных пожаров увеличивается и причинённый ими ущерб и финансовые затраты на борьбу с ними.

Лес является источником различных материальных благ и играет важную роль в жизни общества.

Но есть ряд негативных факторов, негативно влияющих на лесное хозяйство страны. Лесные насаждения могут погибать по ряду причин: повреждения вредными насекомыми, повреждения дикими животными, болезни леса, воздействие неблагоприятных погодных условий, лесные пожары, антропогенные факторы. Как видно на рисунке 1 больше всего лесных насаждений в Российской Федерации за последние три года пострадало от лесных пожаров [1, 2].

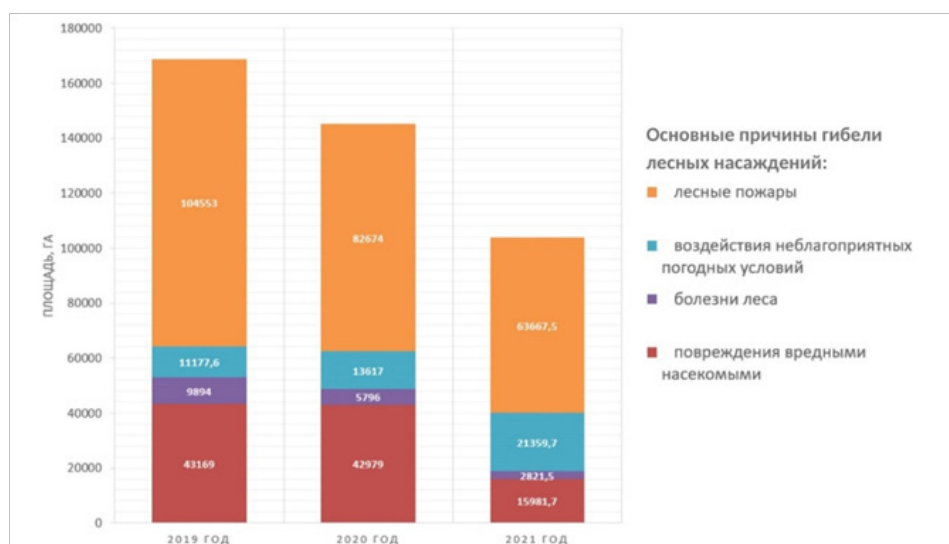


Рисунок 1 – Площадь погибших лесных насаждений (по данным ЦСУ)

Рост количества и масштабов лесных пожаров ведет к увеличению финансовых затрат на их ликвидацию, росту количества сгоревшей и уничтоженной древесины, что также несет за собой ущерб для экономики страны. В 2021 году предварительный экономический ущерб от лесных пожаров составил 10,6 млрд рублей [3-5]. Пожары в лесных массивах приводят к нарушению экосистем, вызванному уничтожением растительного и животного мира, и экологической функции этих систем [6]. Помимо разрушения лесных экосистем во время пожара происходит выброс углекислого газа в атмосферу, выделение дыма, содержащего ядовитых продуктов горения, наносящий вред здоровью человека. В 2021 году сразу несколько районов Красноярского края оказались окутаны дымом от лесных пожаров. В некоторых из городов, оказавшихся задымленными, Роспотребнадзор выявил превышения нормативов по содержанию вредных веществ [7-9]. Лесные пожары также губительны для почвы, так как огнем разрушается плодородный слой до 20 см, и для водоёмов, так как уничтожение лесного покрова изменяет водный режим рек, озёр и болот, и способствует их высыханию [10].

Эффективная борьба с лесными пожарами способствует снижению наносимых ими последствий. Недостаточное количество сил и средств, направляемых на ликвидацию лесных пожаров, способствует снижению эффективности работы лесопожарных служб. Оценка оснащённости силами пожаротушения лесопожарных формирований позволяет определить численность сил пожаротушения в их составе, необходимую для своевременного реагирования на возникающие пожары [11].

Целью данной статьи является разработка имитационной модели работы лесопожарных формирований для оценки оснащённости силами пожаротушения.

При создании модели была поставлена следующая задача: разработать такую модель лесопожарного формирования, которая позволит отслеживать возникновение критического порога при определённой численности формирования. Для реализации модели, соответствующей задаче, наиболее подходящим является использование дискретно-событийного моделирования.

Для работы модели необходимы следующие входные данные о выбранной для исследования территории:

- интенсивность возникновения пожаров (количество лесных пожаров в день);
- количество лесопожарных формирований;
- длина операционного периода.

Количество лесных пожаров в определённой зоне рассматривается как случайная величина, которая характеризуется статистическими моделями адекватного распределения пожаров по дням сезона. Параметры этого распределения рассчитываются на основе статистических данных о лесных пожарах

на рассматриваемой территории за предыдущий пятилетний период в отношении периодов низкого, среднего и высокого риска лесных пожаров [12, 13].

Методология. Для разработки имитационной модели использовалось программное обеспечение *AnyLogic* и метод имитационного моделирования, который представляет собой метод исследования, при котором изучаемая система заменяется моделью, с достаточной точностью описывающей реальную систему (построенная модель описывает процессы так, как они проходили бы в действительности), с которой проводятся эксперименты с целью получения информации об этой системе [14-16]. Программное обеспечение включает в себя графический язык моделирования и позволяет пользователю расширять созданные модели с помощью языка Java [17].

Пожары представлены в виде агентов, которые создаются с помощью блока «*Source* (пожар)». В настройках данного блока можно задавать интенсивность возникновения агентов и их периодичность. Блок «*Queue* (ожидание реагирования)» используется для создания очереди из появляющихся пожаров, на ликвидацию которого еще не были отправлены группы. Появление очереди из пожаров в данном блоке будет свидетельствовать о том, что на возникшие пожары не удаётся быстро отреагировать.

С помощью тех же блоков, которые были описаны выше, создаются группы для ликвидации пожаров. В отличие от пожаров, в блоке «*Source* (группа)» задается конечное количество групп, которые будут созданы данным блоком. Под группой понимается базовая тактическая единица (лесопожарное формирование) типового состава (подразделения), имеющая все необходимые для ликвидации пожара технические средства. Это может быть группа как наземной, так и авиационной службы охраны лесов с соответствующими силами и средствами. Блок «*Queue* (Ожидание вызова)» в данном случае имитирует ожидание группами вызова на пожар.

При моделировании ликвидации использовались блоки «*Pickup* (Прибытие группы)» и «*Dropoff* (Возвращение группы)». Данные блоки позволяют имитировать занятость группы в пожаре. Блок «*Delay* (Ликвидация)» создаёт задержку на заданное время. Данный блок позволяет имитировать операционный период группы. В этот же период входит время, затраченное на транспортировку группы до места пожара и на возвращение группы. Так как длительность операционного периода зависит от степени опасности в лесах, которая в разный период времени сезона пожароопасности лесом имеет разное значение, время задержки в блоке «Ликвидация» устанавливается с помощью расписания.

После ликвидации пожара группа агент «Пожар» уничтожается с помощью блока «*Sink* (Пожар потушен)». Но агенты «Группа», в отличие от агентов «Пожар» не уничтожаются, а возвращаются в очередь в блоке «ожидание вызова». Так как группа не может сразу же после ликвидации пожара приступить к

ликвидации следующего, был использован блок «Delay (Отдых)», который создает задержку группы на необходимое время, равное одним суткам.

Результаты. Для проверки работоспособности модели были заданы некоторые случайные условия:

- интенсивность пожаров: 7 пожаров в неделю, с возможностью появления двух пожаров за один раз;
- количество групп: 15;
- время операционного периода: сутки.

При запуске модели (рис. 2) можно заметить, что в блоке «ожидание_реагирования» накапливается очередь из появившихся пожаров.

Это говорит о том, что для реагирования на пожар в данный момент модельного времени нет свободных групп, следовательно, данного количества групп в заданных условиях будет недостаточно для своевременного реагирования на вновь появляющиеся лесные пожары.

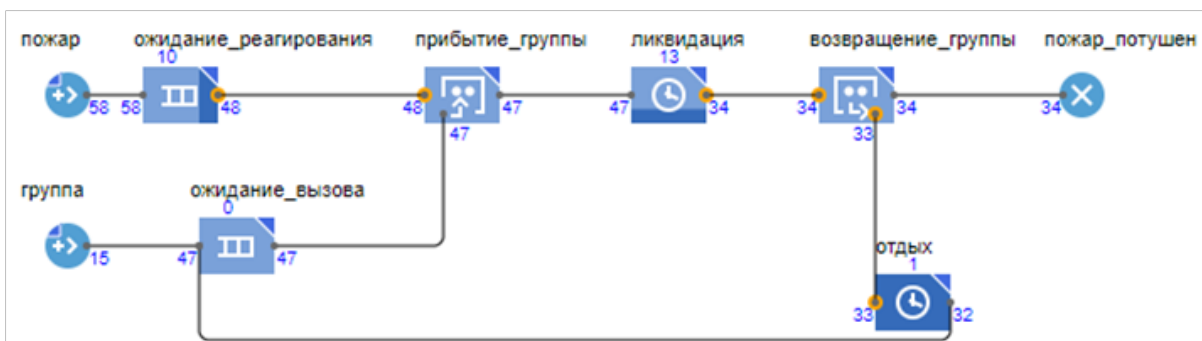


Рисунок 2 – Пример работы модели (составлено авторами)



Рисунок 3 – Временной график (составлено авторами)

На графике (рис. 3) можно заметить, что пока групп достаточно, на пожары удаётся реагировать своевременно. Как только все группы заняты ликвидацией пожаров, пожары, оставшиеся без реагирования, начинают накапливаться. Таким образом, построенная модель соответствует поставленной задаче.

Обсуждение. Программное обеспечение AnyLogic позволяет визуализировать данные о работе модели. С помощью инструмента «Временной график» был создан соответствующий объект (рис. 3.). Данный график иллюстрирует, как со временем меняется количество свободных групп, количество ликвидируемых пожаров, на котором заняты группы, и количество пожаров, на ликвидацию которых еще не были отправлены группы.

На разработанной модели была проведена серия экспериментов и получены временные графики работы лесопожарных формирований. В Ленинградской области за летний период не возникало острой нехватки имеющихся лесопожарных формирований

(рис. 4).

Но, как видно на графике, в промежутке с 17 июля по 19 июля, произошло резкое снижение свободных отрядов (в данном случае лесопожарные формирования, состоящие из 6 групп). Если бы интенсивность возникновения новых пожаров не снизилась, а увеличилась, то это привело бы к возникновению критического порога численности формирований.

В случае с Красноярским краем, на протяжении летнего периода критический порог численности формирований возникал несколько раз. Один из них, возникшей в промежутке с 1 июня по 15 июня, был рассмотрен подробнее (рис. 5)

В связи с тем, что второго июня возникло больше лесных пожаров, чем имелось готовых к реагированию на пожар свободных команд (в данном случае лесопожарные формирования, состоящие из 3 отрядов по 3 группы), все имеющиеся силы были задействованы к их ликвидации, что привело к накоплению пожаров, оставшихся без реагирования.

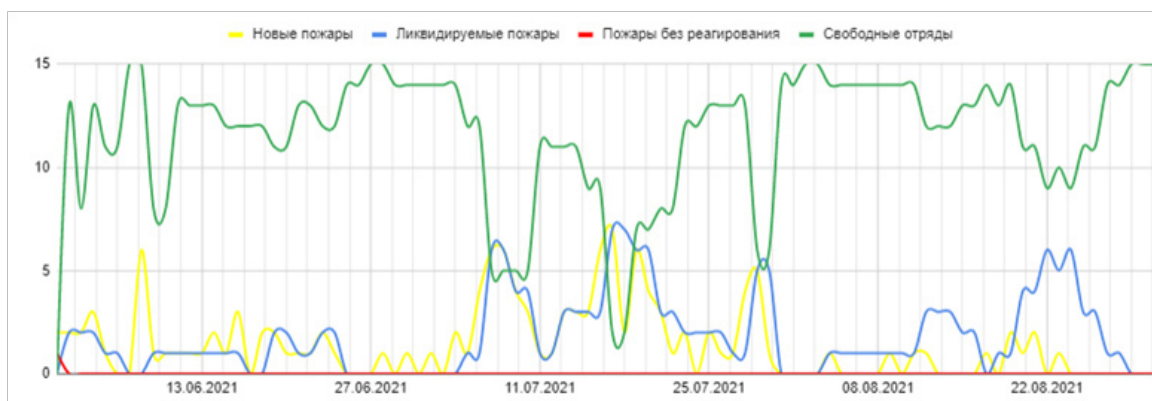


Рисунок 4 – Временной график работы лесопожарных формирований в Ленинградской области (составлено авторами)



Рисунок 5 – Временной график работы лесопожарных формирований Красноярского края (составлено авторами)

Так как все свободные команды были задействованы одновременно, 5 июня возникла ситуация, что на ликвидации лесных пожаров не было никого задействовано, потому что все команды находились на отдыхе после работ по ликвидации пожаров. Несмотря на то, что интенсивность пожаров значительно снизилась уже через два дня, свободных команд не появлялось вплоть до 9 июня, так как все были задействованы в ликвидации накопившихся пожаров. Это и есть проявление негативного эффекта «запаздывания». Для избегания данного эффекта было бы рационально привлечение сторонних сил пожаротушения на промежуток времени с повышенной интенсивностью пожаров.

Выводы. Разработана имитационная модель работы лесопожарных формирований, которая позволяет отслеживать возникновение критического порога, когда имеющихся базовых тактических единиц лесопожарного формирования типового состава будет недостаточно для оперативного реагирования на возникающие пожары, что, в свою очередь, позволит оценить достаточность таких базовых тактических единиц, укомплектованных необходимыми для ликвидации лесных пожаров средствами.

Данную модель возможно использовать при составлении ежегодных сводных планов тушения пожаров. Задавая различные количества сил и средств и проводя несколько экспериментов, можно составить примерный для заданных условий вариант оснащения формирования. А также составить план

маневрирования лесопожарных формирований из других субъектов, необходимый в случае введения чрезвычайных ситуаций.

Несмотря на то, что в 2019 году появились нормативы обеспеченности субъектов РФ лесопожарными формированиями, на момент 2019 года численность работников в лесопожарных подразделениях в целом по стране недостаточна [18, 19]. И, как показали результаты работы модели, нормативных значений численности лесопожарных формирований может быть недостаточно. Анализ результатов моделирования позволит сделать выводы, в какие временные промежутки пожароопасного сезона в лесах сил и средств пожаротушения, имеющихся у субъекта, будет недостаточно. Данные выводы позволят заблаговременно продумывать, сколько дополнительных сил и средств (временные пожарные сторожа, нанимаемые лесхозами на пожароопасный сезон в помощь лесной охране, и другие работники лесхозов, находящиеся на работах; резервные пожарные команды, специально организованные из рабочих и служащих лесхозов с прикрепленными к ним техникой, средствами транспорта и пожарным инвентарем; пожарные дружины (добровольные пожарные дружины), создаваемые на пожароопасный сезон в подразделениях, осуществляющих лесные пользования или производящих работы в лесу, а также в поселках, расположенных в лесу [20]). Или же, наоборот, обратить внимание на то, что сил и средств в избытке и их можно включить в план маневрирования

лесопожарных формирований между субъектами.

Принцип работы данной модели может лечь в основу других моделей, моделирующих работу пожарных частей, формирований гражданской обороны, подразделений МЧС и других формирований, направленных на ликвидацию чрезвычайных ситуаций. Модель позволит выявить недостатки в оснащённости силами и средствами, необходимыми для ликвидации чрезвычайных ситуаций, в соответствии с моделируемым формированием.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Росстат. Сведения о защите лесов за 2019, 2020, 2021 года / Электронный ресурс. URL: <https://rosstat.gov.ru/compendium/document/13295> (Дата обращения: 25.03.2022).
2. Информационная система дистанционного мониторинга Федерального агентства лесного хозяйства / Электронный ресурс. URL: https://public.aviales.ru/main_pages/public.shtml (Дата обращения: 01.04.2022).
3. ТАСС. В Минприроды оценили экономический ущерб от лесных пожаров в России в 2021 году / Электронный ресурс. URL: https://tass.ru/ekonomika/13265341?utm_source=google.com&utm_medium=organic&utm_campaign=google.com&utm_referrer=google.com (Дата обращения: 25.03.2022).
4. Туманов Ю.А., Узун О.Л. Анализ проблем обеспечения безопасности населения и территорий в чрезвычайных ситуациях и пути их решения // Право. Безопасность. Чрезвычайные ситуации. – 2020. – № 2 (47). – С. 35-43.
5. Avdeeva M. Byzov A. Smyshlyayeva K. Leonova N. Assessment of the fire situation of a certain building using fenix+ // Advances in Intelligent Systems and Computing. – 2021. – 1259 AISC. P. 391-400 doi:10.1007/978-3-030-57453-6_35.
6. Гнусов М.А., Малюков С.В., Петков А.Ф. Виды и характеристики лесных пожаров // Воронежский научно-технический Вестник. – 2020. – Т. 1. – № 1 (31). – С. 140-146.
7. Федеральный закон от 21.12.1994 №69-ФЗ «О пожарной безопасности» / Электронный ресурс. URL: <https://docs.cntd.ru/document/9028718> (Дата обращения: 25.03.2022).
8. Приказ Министерства природных ресурсов и экологии РФ от 8 июля 2014 г. N 313 «Об утверждении Правил тушения лесных пожаров» / Электронный ресурс. URL: <http://base.garant.ru/70717748/> (Дата обращения: 25.03.2022).
9. Телеканал Енисей. Дым от лесных пожаров заметили в семи районах Красноярского края / Электронный ресурс. URL: <https://www.enisey.tv/news/post-32388/> (Дата обращения 25.03.2022).
10. Кудрявцев И.Е., Хертуев В.Н., Дмитриева А.В. Экологический ущерб от лесных пожаров // В сборнике: Землеустройство, кадастр недвижимости и мониторинг земельных ресурсов. Материалы всероссийской научно-практической конференции. Под общей редакцией Л.О. Григорьевой, В.Н. Хертуева. – 2019. – С. 138-141.
11. Dorrer, G., & Yarovoy, S. Use of agent-based modeling for wildfire situations simulation. Paper presented at the // RPC 2018 - Proceedings of the 3rd Russian-Pacific Conference on Computer Technology and Applications. – 2018.
12. Бородин В.А., Кузовлев А.В., Харитонов А.А. Оперативно-тактические действия при тушении лесных пожаров подразделениями пожарной охраны // Пожарная безопасность: проблемы и перспективы. – 2018. – Т. 1. – № 9. – С. 77-79.
13. ЕМИСС. Число случаев лесных пожаров, зарегистрированных в зоне контроля лесных пожаров, где решением КЧС и ОПБ субъекта Российской Федерации принято решение о приостановке и прекращении тушения / Электронный ресурс. URL: <https://fedstat.ru/indicator/58735> (Дата обращения: 01.04.2022).
14. Википедия. Имитационное моделирование / Электронный ресурс. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Имитационное_моделирование (Дата обращения: 01.04.2022).
15. Википедия. Субъекты Российской Федерации / Электронный ресурс. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D1%83%D0%B1%D1%8A%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%8B_%D0%A0%D0%BE%D1%81%D1%81%D0%B8%D0%B9%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%B9_%D0%A4%D0%B5%D0%B4%D0%B5%D1%80-%D0%B0%D1%86%D0%B8%D0%B8 (Дата обращения: 01.04.2022).
16. Осипова А.Н. Теоретические основы методов имитационного моделирования // Точная наука. – 2020. – № 87. – С. 13-15.
17. Григорьев И. AnyLogic за три дня. Практическое пособие по имитационному моделированию // Практическое пособие. – 2020. – 273 с.
18. Коршунов Н.А., Котельников Р.В., Савченкова В.А. Метод оценки обеспеченности лесопожарных формирований силами пожаротушения // Лесотехнический журнал. – 2018. – Т. 8. – № 3 (31). – С. 71-78.
19. Коршунов Н.А., Савченкова В.А., Перминов А.В., Калинин М.С. Оценка состояния лесопожарной системы страны // Лесохозяйственная информация. – 2019. – № 3. – С. 82-93.
20. Кректунов А.А., Гайнуллина Е.В. Основные проблемы организации противопожарной защиты населенных пунктов при предотвращении и тушении лесных пожаров // В сборнике: Пожарная безопасность: проблемы и перспективы. сборник статей по материалам III всероссийской научно-практической конференции с международным участием. – 2012. – С. 165-167.

Статья поступила в редакцию 28.03.2022

Статья принята к публикации 20.06.2022

УДК 331.451

DOI: 10.46548/21vek-2022-1158-0035

ЧЕЛОВЕЧЕСКИЙ ФАКТОР В СТРУКТУРЕ ПРИЧИН НАРУШЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ДВИЖЕНИЯ ПОЕЗДОВ

© Автор(ы) 2022

SPIN: 3944-9550

ORCID: 0000-0002-9646-017X

ФРОЛОВ Никита Владимирович, аспирант кафедры «Управление безопасностью в техносфере»

Российский университет транспорта

(127994, Россия, г. Москва, ул. Образцова, 9, стр. 9, e-mail: n1ki74@ya.ru)

ORCID: 0000-0002-8444-7672

АНТОНОВА Анна Петровна, аспирант кафедры «Управление безопасностью в техносфере»

Российский университет транспорта

(127994, Россия, г. Москва, ул. Образцова, 9, стр. 9, e-mail: an.ant.97@mail.ru)

SPIN: 2874-8742

AutorID: 989099

ORCID: 0000-0002-9666-2265

ScopusID: 6508058913

НАРУСОВА Елена Юрьевна, кандидат технических наук,

доцент кафедры «Управление безопасностью в техносфере»

Российский университет транспорта

(127994, Россия, г. Москва, ул. Образцова, 9, стр. 9, e-mail: e.narusova@ubt-rut-miit.ru)

SPIN: 2200-4594

AutorID: 716274

ORCID: 0000-0002-1563-3850

ScopusID: 5722004297

СТУЧАЛИН Владимир Гайозович, кандидат технических наук,

доцент кафедры «Управление безопасностью в техносфере»

Российский университет транспорта

(127994, Россия, г. Москва, ул. Образцова, 9, стр. 9, e-mail: v.struchalin@ubt-rut-miit.ru)

Аннотация. В статье рассматриваются события нарушения безопасности движения поездов в хозяйстве перевозок за 2017–2021 годы и происшествия на железнодорожном транспорте, случившиеся в 2021 году. Отмечается, что большая часть нарушений безопасности представляет группу из двух событий: нарушение технологии сортировочной горки и отсутствие контроля движения отцепя. Констатируется, что группа установленных при расследовании причин нарушений безопасности движения на инфраструктуре железнодорожного транспорта с уровнем удельного веса более 90% включает также два типа нарушений: в технологии маневровой работы и в текущем содержании пути; таким образом, большое количество событий происходит по относительно небольшому количеству причин, имеющих общие истоки. На основе анализа причин нарушений и проведенного анкетирования работников делается вывод о существенном влиянии человеческого фактора, проявляющегося в ошибочных действиях работников вследствие непонимания или невозможности выполнения обязанностей надлежащим образом. Отмечается, что обучение персонала должно проводиться с учетом образовательного уровня и опыта работников. Предлагается ряд мер по повышению культуры безопасности, технологической дисциплины, а также технические усовершенствования, направленные на предотвращение аварийных ситуаций.

Ключевые слова: человеческий фактор, культура безопасности, безопасность движения поездов, диаграмма Парето, риск нарушения безопасности движения.

THE HUMAN FACTOR IN THE STRUCTURE OF THE CAUSES OF TRAIN SAFETY BREACH

© The Author(s) 2022

FROLOV Nikita Vladimirovich, post-graduate student

ANTONOVA Anna Petrovna, post-graduate student

NARUSOVA Elena Yurievna, candidate of technical sciences, associate professor of the Department

STRUCHALIN Vladimir Gaiozovich, candidate of technical sciences, associate professor of the Department

Department "Management of safety in a technosphere"

Russian University of Transport

(127994, Russia, Moscow, Obraztsov St. 9, building 9,

e-mails: n1ki74@ya.ru, an.ant.97@mail.ru, e.narusova@ubt-rut-miit.ru, v.struchalin@ubt-rut-miit.ru)

Abstract. The article discusses the events of the violation of the safety of train traffic in the transportation economy

for 2017-2021 and accidents on railway transport that occurred in 2021. It is noted that most of the security violations represent a group of two events: a violation of the technology of the sorting slide and the lack of control over the movement of the release. It is stated that the group of reasons established during the investigation of traffic safety violations on the railway transport infrastructure with a specific gravity level of more than 90% also includes two types of violations: in the technology of shunting work and in the current maintenance of the track; thus, a large number of events occur for a relatively small number of reasons having common origins. Based on the analysis of the causes of violations and the conducted survey of employees, a conclusion is made about the significant influence of the human factor, manifested in erroneous actions of employees due to misunderstanding or inability to perform duties properly. It is noted that staff training should be carried out taking into account the educational level and experience of employees. A number of measures are proposed to improve the safety culture, technological discipline, as well as technical improvements aimed at preventing emergencies.

Keywords: human factor, safety culture, train traffic safety, Pareto diagram, traffic safety risk.

Для цитирования: Фролов Н.В. Человеческий фактор в структуре причин нарушения безопасности движения поездов / Н.В. Фролов, А.П. Антонова, Е.Ю. Нарусова, В.Г. Стручалин // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2022. – Т. 11. – № 2(58). – С. 202-206. – DOI: 10.46548/21vek-2022-1158-0035.

Введение. Железнодорожный транспорт играет важнейшую роль в социальном, хозяйственном и экономическом развитии Российской Федерации. Благодаря непрерывной и слаженной работе транспортного комплекса ежедневно своевременно доставляются пассажиры и грузы; таким образом, главной задачей деятельности предприятий этой отрасли экономики является оптимальное управление процессом перевозок для обеспечения выполнения графика движения и снижения простоя поездов на станциях. Любые нарушения в работе железной дороги могут привести к нежелательным сверхнормативным опозданиям грузовых и пассажирских поездов.

Особое внимание необходимо уделять обеспечению гарантированной безопасности движения поездов и определению рациональных областей инвестирования для создания и улучшения условий, способствующих этому процессу. Решение этой задачи неразрывно связано с определением причин возникновения событий нарушения безопасности движения и их взаимосвязи. Несмотря на постоянные усилия, направленные на улучшение ситуации и имеющийся прогресс, ежегодно регистрируется значительное число инцидентов, приводящих к материальным потерям и травмированию работников железнодорожного транспорта [1,2].

Причины нарушений безопасности движения поездов рассматриваются в трудах многих отечественных и зарубежных исследователей. Наиболее часто устанавливаемые причины можно разделить на две группы: нарушения технологии работ и человеческий фактор. Среди причин, связанных с нарушениями технологии работ, прежде всего, можно отметить нарушения при работе на сортировочной горке. Проблемы, связанные с работой на сортировочной горке, в свою очередь, тоже можно разделить на собственно технические трудности и последствия неправильных действий работников [3-5]. Другой значительной группой причин являются последствия ошибок или технических проблем, связанных с организацией путевых работ [6-8].

Следует отметить, что расследование инцидентов на железнодорожном транспорте часто позволяет прийти к заключению, что в основе большого числа их причин лежит человеческий фактор, изучению влияния которого и путей уменьшения его негативного воздействия посвящены многочисленные исследования. К наиболее эффективным направлениям в этой сфере можно отнести такие, казалось бы, разные по содержанию и методологии процессы, как внедрение автоматизированных технологий, совершенствование профессиональных психофизиологических качеств работников, применение методов профессионального подбора при формировании рабочих групп и коллективов, качественное изменение стиля работы руководителей [9-18]. Отдельно следует упомянуть совершенствование подхода к обучению и инструктированию, результатом которых должно стать не только повышение профессиональной квалификации, но и возникновение убежденности в необходимости выполнения правил и норм, что будет способствовать повышению уровня культуры безопасности.

Методология. Целью работы является разработка системы управляющих воздействий в виде технических и технологических мероприятий, направленных на снижение рисков возникновения нарушений в области безопасности движения и охраны труда на сети железных дорог.

Результаты. Особенностями возникающих нарушений движения поездов является их массовый характер и множественность причин. Проблема заключается в большом количестве событий, связанных с нарушением безопасности движения поездов, приводящих к значительным экономическим издержкам и технологическим сбоям в работе железнодорожного транспорта. На основе статистических данных за 2017–2021 годы была построена диаграмма Парето (рис. 1).

Диаграмма Парето позволяет получить наглядное представление о распределении событий нарушений безопасности движения поездов. Анализируя диаграмму, можно сделать вывод, что большую часть нарушений составляет два вида событий: нарушения

технологии сортировочной горки и отсутствие контроля движения отцепа при роспуске.

В течение 2021 года на железнодорожном транспорте зарегистрировано 19 транспортных происшествий, из них 17 крушений и 2 аварии, в результате которых погибло 7 работников, и получили серьезные повреждения здоровья 3 работника железнодорожного транспорта. 178 единиц подвижного состава были списаны по причине нецелесообразности ремон-

та, 130 единиц отправлены на восстановительный ремонт.

В 2021 году на инфраструктуре железнодорожного транспорта Российской Федерации произошло 700 нарушений безопасности движения в виде сходов и столкновений железнодорожных составов, из них 426 – на железнодорожных путях необщего пользования, 274 – на железнодорожных путях общего пользования.

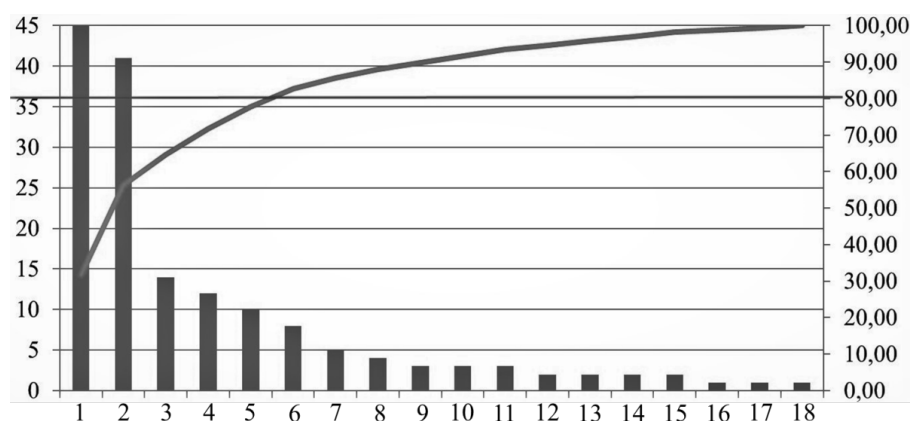


Рисунок 1 – Диаграмма Парето распределения случаев нарушения безопасности движения в хозяйстве перевозок за период 2017–2021 годы: 1 – нарушение технологии сортировочной горки; 2 – отсутствие контроля движения отцепа; 3 – отправление по неготовому маршруту; 4 – проезд запрещающего сигнала; 5 – не изъятие тормозного башибака; 6 – нарушения правил охраны труда; 7 – нарушение технических условий; 8 – отсутствие проверки надежности сцепления вагонов; 9 – неосторожность; 10 – ошибочное восприятие команды; 11 – использование неисправного тормозного башибака; 12 – перевод стрелки под составом; 13–18 – другие случаи.

Анализ этих происшествий показывает, что в обоих случаях группа установленных при расследовании причин нарушений с наиболее высоким уровнем удельного веса (более 90%) состоит из двух видов причин: нарушения в технологии маневровой работы и в текущем содержании пути.

В каждом конкретном случае за повлекшими его событиями стоит одна или, чаще всего, несколько причин, которые непосредственно привели к такому развитию событий. В ходе исследования был проведен опрос работников одного из подразделений о причинах нарушений технологии работы. Участникам был предложен перечень причин, из которых можно было выбрать одну или несколько, по их мнению, наиболее значимых, кроме того, в анкету была включена графа, в которой можно было указать другую причину, если ее не было в анкете. Наибольшее количество одинаковых ответов относилось к четырем причинам: 37 – большое количество нормативных документов, 24 – возрастающий объем работы, 17 – невозможность следовать инструкциям на практике, 10 – несогласованность действий персонала. При кажущемся разнообразии этих ответов их можно свести к проблеме управления человеческими ресурсами, которая состоит в недостаточном учете реакции работника на правильные, но недостаточно понятные или избыточные для него инструкции и другие документы.

Обсуждение. Сортировочные станции являются

важнейшим звеном железнодорожного перевозочного процесса, пропускающего большое количество вагонов, поэтому закономерно, что основное количество случаев нарушений безопасности движения произошло на них. К сожалению, это относится и к случаям травмирования работников, среди которых существенное место занимают составители поездов и дежурные по сортировочной горке. Очевидно, что необходима требующая значительных инвестиций автоматизация сортировочных станций, которая поможет сократить количество нарушений при роспуске вагонов.

Составитель поездов – одна из наиболее опасных профессий в службе движения, так как и во время производства маневровых работ, и при работе на сортировочной горке существуют определённые факторы, влияющие на его работу и приводящие в ряде случаев к повышенному травматизму и нарушению безопасности движения. В качестве примера можно привести нарушение на станции Бескудниково, где во время маневровой работы было произведено закрепление состава вне полезной длины. Этого нарушения можно было избежать путём установки на путях системы, предупреждающей пользователя в случае замыкания маршрутов в местах, где нарушена полезная длина пути, а также системы контроля наполняемости путей.

Другим примером являются нарушения на станции Рыбное, где основной причиной послу-

жило нарушение требований Инструкции по организации сортировочной горки в части роспуска вагонов на свободный путь без сформированной в установленном порядке барьерной группы. Данного нарушения можно было бы избежать путём установки комплексной системы автоматизации сортировочного процесса (КСАУ СП) и барьерных групп.

Отсутствие понимания нарастающего потока информации может вызвать либо ощущение ее бесполезности, либо осознание отсутствия собственных возможностей ее усвоения, что в обоих случаях приводит к прекращению попыток действовать на ее основании. Необходимо при составлении инструкций, программ обучения и в самом процессе общения с обучаемыми и инструктируемыми работниками ориентироваться на их образовательный уровень и опыт, следить за тем, чтобы учебный материал был понятен и оптимален по объему и сложности. Такой подход позволит слушателям задавать вопросы и обеспечить эффективность обучения [19].

Таким образом, учет человеческого фактора, основанный на изучении и понимании возможностей, потребностей и личностных особенностей работников при организации коллективной работы и назначении индивидуальных заданий является необходимым условием снижения вероятности возникновения причин нарушений, отраженных в диаграмме Парето (рис. 1). Такие нарушения как отсутствие контроля отцепы, проезд запрещающего сигнала, отсутствие проверки надежности сцепления, неосторожность, ошибочное восприятие команды, использование неисправного тормозного башмака, перевод стрелки под составом, нарушения правил охраны труда и технических условий можно отнести к проявлениям человеческого фактора и последствиям недостатков обучения, и отсутствию убежденности в необходимости следования нормам и правилам.

Другими словами, большое количество событий сводится к небольшому количеству причин, являющихся следствием недостаточно высокого уровня культуры безопасности, состоящей в осознании важности задачи и социальной ответственности за обеспечение безопасности движения – приоритетной цели и личной потребности работника [20].

Безусловно, невозможно решить все проблемы, связанные с безопасностью движения только совершенствованием обучения. Необходимо внедрение новых технических средств, достижений современных научных исследований, которые в свою очередь, будут способствовать снижению степени влияния человеческого фактора.

Выводы. Современная ситуация на железнодорожном транспорте и важность этой отрасли экономики требует уменьшения количества нарушений безопасности движения поездов и связанных с ними экономического ущерба и травматизма работников.

Для достижения этой цели необходимо осуществление организационных и технических мероприятий. К техническим мероприятиям можно отнести

установку на сортировочных горках автоматизированных систем роспуска, внедрение рельсовых систем, не позволяющих замкнуть маршрут при нарушении полезной длины, автоматизацию рабочих мест с целью снижения роли человеческого фактора в выполнении технологических операций.

Организационные мероприятия не менее важны для решения поставленной задачи. Необходимо целенаправленно работать над улучшением обучения сотрудников с использованием адекватных методик, добиваясь понимания и формируя убежденность, развивать обмен опытом между руководителями и работниками служб охраны труда, отмечать достижения лучших сотрудников. Все эти действия будут эффективными только в сочетании с реальным контролем соблюдения режима труда и отдыха и улучшением условий труда, что позволит уменьшить степень негативного влияния человеческого фактора на безопасность технологических процессов на железнодорожном транспорте.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Федеральный закон от 10 января 2003 г. N 17-ФЗ «О железнодорожном транспорте в Российской Федерации» (с изменениями и дополнениями). <https://base.garant.ru/12129474/>
2. Программа мероприятий по реализации концепции «VIZION ZERO», утверждена распоряжением ОАО «РЖД» от 13.06.2019 № 1179/р.
3. Карасев, С. В. Обеспечение безопасности переработки на сортировочных горках вагонов с опасными грузами на основе двухвариантной технологии роспуска / С. В. Карасев, В. И. Медведев // Вестник транспорта Поволжья. – 2019. – № 1(73). – С. 57-63. – EDN WYBINN.
4. Леонова, Ю.В. Исследование технологических и экономических ограничений использования точечных вагонных замедлителей на сортировочных путях / Ю.В. Леонова, С.В. Карасев // Политранспортные системы: Материалы XI Международной научно-технической конференции, Новосибирск, 12–13 ноября 2020 года. – Новосибирск: Сибирский государственный университет путей сообщения, 2020. – С. 426-430. – EDN XCQWBM.
5. Фомина, Н.Б. Обеспечение безопасности труда работников сортировочной станции / Н.Б. Фомина, В.Г. Стручалин, Е.Ю. Нарусова // Проблемы безопасности на транспорте: Материалы X Международной научно-практической конференции, Гомель, 26-27 ноября 2020 года / Под общей редакцией Ю.И. Кулаженко. – Гомель: Учреждение образования «Белорусский государственный университет транспорта», 2020. – С. 72-75.
6. Стручалин, В.Г. Моделирование формирования экспертных требований к средствам оповещения для обеспечения безопасности работ на железнодорожных путях / В.Г. Стручалин, Е.Ю. Нарусова, В.Ю. Навценя // Качество. Инновации. Образование. – 2021. – № 2(172). – С. 48-55. – DOI 10.31145/1999-513x-2021-2-48-55. – EDN CELLWX.
7. Рогов, А.А. Экспертные методы оценки безопасности систем транспортной инфраструктуры / А.А. Рогов, А.Н. Елисеев // Качество. Инновации. Образование. – 2016. – № 8-10(135-137). – С. 191-194. – EDN YFUGSB.
8. Struchalin, V.G. Simulation of the Dangerous Events Occurrence in Technological Processes in Railway Transport / V.G. Struchalin, E.Y. Narusova // Proceedings of the 2021 IEEE International Conference "Quality Management, Transport and Information Security, Information Technologies", T and QM and IS 2021, Yaroslavl, 06–10 сентября 2021 года. – Yaroslavl, 2021. – P. 127-130. – DOI 10.1109/ITQMIS53292.2021.9642781. – EDN GWEDGZ.
9. Analysis of the human factor influence on the quality of work of railway station / A. Zavyalov, V. Aksenov, I. Siniakina [et al.] // Proceedings of the 2019 IEEE Conference of Russian

Young Researchers in Electrical and Electronic Engineering, ElConRus 2019, Saint Petersburg - Moscow, 28–30 января 2019 года. – Saint Petersburg - Moscow: Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., 2019. – P. 2311-2316. – DOI 10.1109/EIConRus.2019.8657229. – EDN DANCEU.

10. Гришиенко, Ю.П. Исследование влияния человеческого фактора в кумулятивной модели возникновения несчастного случая на предприятиях железнодорожного транспорта / Ю.П. Гришиенко, З.П. Ощепков // Интеллектуальный потенциал Сибири: 27-я Региональная научная студенческая конференция: сборник научных трудов. В 2-х частях, Новосибирск, 23–25 сентября 2019 года / Под редакцией Д.О. Соколовой. – Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2019. – С. 121-122. – EDN XVTYVR.

11. Stewart G.L., Courtright S.H., Manz. C.C. Self-Leadership: A Paradoxical Core of Organizational Behavior// Annual Review of Organizational Psychology and Organizational Behavior. - 2019. - Vol. 6. - P. 47-67. DOI: 10.1146/annurev-org-psych-012218-015130

12. Нарусова, Е.Ю. Определение необходимых личностных качеств руководителя для обеспечения безопасного труда работников / Е.Ю. Нарусова, В.Г. Стручалин, А.Н. Степанов // Безопасность труда в промышленности. – 2021. – № 8. – С. 91-95. – DOI 10.24000/0409-2961-2021-8-91-95. – EDN GQZFRD.

13. Development of a mathematical model to determine the profile of worker profession in railway company / A. Zavyalov, V. Aksenov, E. Volkova [et al.] // Proceedings of the 2018 IEEE Conference of Russian Young Researchers in Electrical and Electronic Engineering, ElConRus 2018, St. Petersburg and Moscow, 29 января – 01. 2018 года. – St. Petersburg and Moscow: Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., 2018. – P. 1964-1968. – DOI 10.1109/EIConRus.2018.8317495. – EDN MAYXTV.

14. Локтева, О.С. Снижение влияния человеческого фактора на основе определения эмоционального состояния работника путем обработки его изображений / О.С. Локтева, А.М. Завьялов, Д.А. Локтев // Наука и техника транспорта. – 2021. – № 2. – С. 95-100. – EDN EMGWQR.

15. Цифровизация как способ снижения влияния «Человеческого фактора» на безопасность труда / А.И. Коровина, Ю.В. Кронгард, А.В. Семочкин, А.М. Завьялов // Техносферная безопасность городских агломераций : Сборник международной школы-конференции, Москва, 14–16 декабря 2020 года. – Москва: Российский университет транспорта, 2021. – С. 20-25. – EDN JPXRZC.

16. Долгополов, С.В. Возможность снижения человеческого фактора за счёт развития профессиональных психофизиологических качеств работников / С.В. Долгополов, А.М. Завьялов // Техносферная безопасность городских агломераций : Сборник международной школы-конференции, Москва, 14–16 декабря 2020 года. – Москва: Российский университет транспорта, 2021. – С. 129-135. – EDN GLKJQD.

17. Фомина, Н.Б. Влияние человеческого фактора на безопасность трудовой деятельности в транспортной отрасли / Н.Б. Фомина, Д.Б. Агапова, Т.Т. Горохова // Гигиена, экология и риски здоровью в современных условиях : Материалы XI межрегиональной научно-практической интернет - конференции молодых ученых и специалистов Роспотребнадзора с международным участием, Саратов, 14–16 апреля 2021 года. – Саратов: Общество с ограниченной ответственностью Издательство «КУБиК», 2021. – С. 177-179. – EDN YPVERJ.

18. Снижение уровня профессионального выгорания на основе учета личностных особенностей при формировании рабочих групп / Е.Ю. Нарусова, В.Г. Стручалин, Э.Н. Стрельникова, И.В. Парулева // Безопасность труда в промышленности. – 2021. – № 9. – С. 45-49. – DOI 10.24000/0409-2961-2021-9-45-49. – EDN HJTTQR.

Статья поступила в редакцию 16.05.2022

Статья принята к публикации 20.06.2022

УДК 331.45

DOI: 10.46548/21vek-2022-1158-0036

АНАЛИЗ И ОЦЕНКА ТРУДОВОГО ПРОЦЕССА ПОЖАРНЫХ ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ

© Автор(ы) 2022

SPIN: 8427-9622

AuthorID: 79973

ORCID: 0000-0001-8427-3732

ScopusID: 70003434846

ТИМОФЕЕВА Светлана Семеновна, доктор технических наук, профессор кафедры,
заведующий кафедрой «Промышленной экологии и БЖД»*Иркутский национальный исследовательский технический университет
(664074, Россия, г. Иркутск, улица Лермонтова, 83, e-mail: timofeeva@istu.edu)*

SPIN: 9577-9080

AuthorID: 295422

ORCID: 0000-0003-0353-035X

ScopusID: 57200439037

ГАРМИШЕВ Владимир Викторович, кандидат технических наук, доцент,
доцент кафедры «Промышленной экологии и БЖД»*Иркутский национальный исследовательский технический университет
(664074, Россия, г. Иркутск, улица Лермонтова, 83, e-mail: diamant1959@mail.ru)***ВЕЦЕЛИС Ольга Викторовна**, аспирант*Иркутский национальный исследовательский технический университет
(664074, Россия, г. Иркутск, улица Лермонтова, 83, e-mail: vecelis@inbox.ru.)*

Аннотация. В настоящее время Иркутская область входит в число регионов Сибирского Федерального округа с высоким уровнем реализации экономических и социальных последствий пожаров. На основании краткосрочного анализа за 2016-2021 гг. выполнены исследования оперативно-служебной деятельности пожарно-спасательных гарнизонов, расположенных на территории Иркутской области. Используя методы математической статистики, выполнены исследования и дана оценка трудового процесса пожарных по основным показателям деятельности: количество потушенных пожаров, время занятости на пожарах, количество спасённых и эвакуированных при пожарах людей. Предложенная методология позволила дать интегрированную оценку трудового процесса пожарных пожарно-спасательных гарнизонов Приангарья. По результатам проведения интегральной оценки трудового процесса пожарных по показателям оперативной деятельности пожарно-спасательных гарнизонов Иркутской области установлено, что в течение исследуемого периода наибольшая нагрузка на одного пожарного установлена в Иркутском, Шелеховском, Братском, Зиминском, Усть-Илимском, Усольском и Черемховском пожарно-спасательных гарнизонах. В данных гарнизонах все четыре показателя боевой работы пожарных значительно превышают средние значения по области. В качестве мероприятий, направленных на минимизацию тяжести и напряженности трудового процесса пожарных, предложено осуществить перераспределение штатной численности пожарно-спасательных гарнизонов с учётом расчетной нагрузки на одного пожарного.

Ключевые слова: пожары, труд пожарных, пожарно-спасательный гарнизон, тяжесть трудового процесса.

**ANALYSIS AND EVALUATION OF THE LABOR PROCESS OF FIREFIGHTERS
OF THE IRKUTSK REGION**

© The Author(s) 2022

TIMOFEEVA Svetlana Semenovna, doctor of technical sciences,
head of the Department of «Industrial Ecology and Safety and Health»**GARMISCHEV Vladimir Victorovich**, candidate of technical sciences,
associate professor of the Department of «Industrial Ecology and Safety and Health»**VETSELIS Olga Victorovna**, post-graduate student the Department of «Industrial Ecology and Safety and Health»*Irkutsk National Research Technical University
(664074, Russia, Irkutsk, street Lermontova 83,**e-mail: timofeeva@istu.edu, diamant1959@mail.ru, vecelis@inbox.ru.)*

Abstract. Based on the results of a short-term analysis for 2016-2020 of the operational and service activities of the fire and rescue garrisons of the Irkutsk region, using the average statistical method of research, an assessment of the labor process of firefighters is given according to the main indicators of the activity of one firefighter (the number of extinguished fires, the time of employment on fires, the number of people rescued and evacuated during fires, the time of work in personal protective equipment of respiratory organs). A methodology is proposed and an integrated assessment of the labor process of firefighters in the Angara region is given. It is established that the distribution of the workload of

firefighters among combat units is different, however, in most fire and rescue garrisons it does not exceed the average regional indicator. The highest indicators are found in 7 fire and rescue garrisons.

Keywords: fires, the work of firefighters, fire and rescue garrison, the severity of the labor process.

Для цитирования: Тимофеева С.С. Анализ и оценка трудового процесса пожарных иркутской области / С.С. Тимофеева, В.В. Гармышев, О.В. Вецелис // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2022. – Т. 11. – № 2(58). – С. 207-211. – DOI: 10.46548/21vek-2022-1158-0036.

Введение. В настоящее время вопрос защиты населения и территорий субъектов Российской Федерации от пожаров является особенно актуальным. Это обусловлено ускорением научно-технического прогресса, связанным с освоением новых процессов производства возрастающего количества современных горючих веществ и материалов, влияния негативных сторон человеческого фактора, недооценка вопросов пожаровзрывобезопасности, административные правонарушения и преступления способствуют росту пожаров, приносящих огромный материальный ущерб экономике России, региону [1-4].

Изучение материалов работ [5-9] позволило сделать вывод, что Иркутская область имеет в последние годы самые высокие и устойчивые показатели социально-экономических последствий техногенных пожаров среди 10 субъектов РФ Сибирского Федерального округа. На территории Прибайкалья в течение 2016-2021 гг. в среднем возникало более 4-х тыс. пожаров, с ущербом 428,1 млн. рублей на пожарах ежегодно погибало 226 и травмировалось 199 человека, при этом уничтожалось до 1298 объектов и строений различного функционального назначения [5, 8, 9].

В тушении пожаров принимают участие пожарные различных видов пожарной охраны, которые объединены в пожарно-спасательные гарнизоны. Всего на территории Иркутской области расположено 33 пожарно-спасательных гарнизона, объединяющих 119 пожарно-спасательных частей и их филиалов (отдельных постов). Ежедневно на боевое дежурство заступает около 1,5 тысяч пожарных. Общая численность профессиональных пожарных в регионе составляет свыше 4-х тысяч человек [10,11].

По результатам оценки производственного риска при выполнении работ по тушению пожаров, изложенной в работе [11], опасности, обусловленные тяжестью и напряженностью труда пожарных, признаны неприемлемыми. Вместе с тем, следует отметить, что частота и длительность воздействия этих опасностей на организм пожарных напрямую зависит от численности пожарно-спасательных гарнизонов, а также показателей их оперативной работы на пожарах. При оценке профессиональных рисков для пожарных установлено, что существует корреляционная зависимость между трудовыми потерями личного состава и тяжестью нарушения здоровья [12,13]. В работах [14-19] представлены наиболее часто применяемые методики оценки профессиональных рисков, их достоинства и недостатки.

Целью настоящей работы является проведение

многофакторного исследования боевой работы пожарных и оценка нагрузки на одного участника тушения пожаров в каждом пожарно-спасательном гарнизоне Иркутской области.

Методология. Объектом исследования является деятельность пожарно-спасательных гарнизонов Иркутской области. Исходными данными исследования послужили статистические данные об оперативно-служебной деятельности Главного управления МЧС России по Иркутской области [8,9]. В качестве непрерывного временного отрезка исследования принят интервал с 2016 по 2021 годы. В работе был применен среднестатистический метод исследования для оценки трудового процесса пожарных на региональном уровне.

Результаты. На основе сведений о штатной численности пожарно-спасательных гарнизонов [8,9] и данных об оперативной обстановке с пожарами [5-7] нами проведен анализ боевой работы по тушения пожаров в пожарно-спасательных гарнизонах Иркутской области за 2016-2021 гг. по следующим показателям: среднегодовое количество пожаров, потушенных одним пожарным в год; среднегодовое время занятости на пожарах одного пожарного в год; среднегодовое количество людей, эвакуированных при пожарах одним пожарным в год; среднегодовое количество людей, спасенных при пожарах одним пожарным в год. Количество пожаров, потушенных одним пожарным i -го пожарно-спасательного гарнизона

($n_{1\text{пож}}^i$) определялось следующим образом:

$$n_{1\text{пож}}^i = \frac{n_{\text{пож}}^i}{N_{\text{л/с}}^i}, \quad (1)$$

где $n_{\text{пож}}^i$ – количество потушенных пожаров i -м пожарно-спасательным гарнизоном, ед.;

$N_{\text{л/с}}^i$ – количество личного состава i -м пожарно-спасательным гарнизоном, задействованного в тушении пожаров, чел.

Важно отметить, что время занятости на пожарах одного пожарного в год i -го пожарно-спасательного гарнизона ($\tau_{1\text{пож}}^i$) определяем по формуле:

$$\tau_{1\text{пож}}^i = \frac{\tau_{\text{общ}}^i}{N_{\text{л/с}}^i} \quad (2)$$

где $\tau_{\text{общ}}^i$ – общее время занятости, личного состава i -го пожарно-спасательного гарнизона на пожарах в течение одного года, час.

Общее время занятости личного состава i -го пожарно-спасательного гарнизона на пожарах в течение одного года ($\tau_{\text{общ}}^i$) определим по формуле:

$$\tau_{\text{общ}}^i = \tau_{\text{пож}}^i \cdot n_{\text{пож}}^i, \quad (3)$$

где $\tau_{\text{пож}}^i$ – среднее время занятости на одном пожаре i -го пожарно-спасательного гарнизона, час.

Количество людей, эвакуированных ($N_{\text{эв 1 пожар}}^i$) и спасённых ($N_{\text{спас 1 пожар}}^i$) одним пожарным i -го пожарно-спасательного гарнизона, определялось следующим образом:

$$N_{\text{эв 1 пожар}}^i = \frac{N_{\text{эв}}^i}{N_{\text{л/с}}^i}, \quad (4)$$

$$N_{\text{спас 1 пожар}}^i = \frac{N_{\text{спас}}^i}{N_{\text{л/с}}^i}, \quad (5)$$

где $N_{\text{эв}}^i$ – общее количество эвакуированных при

пожаре людей в год в i -м пожарно-спасательном гарнизоне, чел.;

$N_{\text{спас}}^i$ – общее количество спасённых при пожаре людей в год в i -м пожарно-спасательном гарнизоне, чел.

Принимая во внимание данные статистики боевой работы на пожарах пожарно-спасательными гарнизонами Иркутской области за 2016 – 2021 гг. [8, 9], а также формулы 1-5 в работе представлены среднегодовые сравнительные показатели трудовой деятельности пожарных, которые представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Среднегодовые сравнительные показатели трудовой деятельности пожарных в пожарно - спасательных гарнизонах Иркутской области за 2016-2021 гг.

Пожарно-спасательный гарнизон	Количество потушенных пожаров 1 пожарным, ед. · год ⁻¹ · 10 ⁻²	Время занятости по тушению пожара 1 пожарным, час. · год ⁻¹	Количество людей, эвакуированных 1 пожарным, чел. · год ⁻¹ · 10 ⁻²	Количество людей, спасённых 1 пожарным, чел. · год ⁻¹ · 10 ⁻²
Аларский	73,75	1,681	3,44	2,08
Ангарский	65,63	0,803	64,86	25,32
Балаганский	63,33	0,865	6,00	4,44
Баяндаевский	51,84	0,763	2,45	2,72
Бодайбинский	42,27	0,849	65,98	17,53
Боханский	45,88	0,748	3,29	2,35
Братский	155,14	3,124	114,95	25,43
Жигаловский	62,58	1,464	3,23	4,30
Заларинский	95,32	1,638	44,26	2,13
Зиминский	139,49	2,074	158,97	21,94
Иркутский	160,81	2,526	305,41	65,50
Казачинско-Ленский	52,86	1,073	108,81	1,59
Катангский	13,14	0,147	4,00	3,81
Качугский	106,88	1,769	13,75	6,25
Киренский	50,77	0,976	53,23	3,59
Куйтунский	111,60	2,527	159,60	3,33
Мамско-Чуйский	10,16	0,133	44,76	2,12
Нижнеилимский	108,92	1,097	72,70	2,70
Нижнеудинский	111,32	1,413	14,21	9,22
Нукутский	78,46	1,472	5,13	3,42
Ольхонский	38,21	0,798	7,14	2,38
Осинский	92,24	1,666	6,53	2,04
Слюдянский	83,73	1,770	32,99	16,67
Тайшетский	72,40	1,105	24,09	12,48
Тулунский	196,98	3,656	98,37	9,69
Усть-Кутский	96,03	1,078	80,15	16,79
Усть-Удинский	41,33	0,719	7,56	2,22
Усольский	153,78	2,285	60,38	35,25
Усть-Илимский	111,45	2,191	74,70	57,63
Черемховский	154,91	2,512	66,79	12,53
Чунский	65,25	0,676	12,37	9,32
Шелеховский	175,79	2,754	124,47	32,89
Эхирит-Булагатский	107,78	1,393	67,78	2,47

Важно отметить, что в настоящее время в рамках государственно-нормативного законодательства нет методики оценки трудового процесса по показателям оперативной деятельности личного состава пожарно-спасательных гарнизонов. В этой связи нами предлагается выполнить такую оценку, чтобы оценить в каких пожарно-спасательных гарнизонах

Иркутской области приходится наибольшая нагрузка на пожарных.

Для этого нами предлагается ранжировать результаты оценки по каждому из оценочных критериев по приоритетности трудового процесса исходя из количества пожарно-спасательных гарнизонов. При оценке деятельности подразделений

принимались значения показателей, приведенных в таблице 1, и присваивались показатели приоритета оперативной деятельности следующим образом: наибольшему значению присваивалось 33 балла,

менее большому – 32 балла и т.д. в зависимости от количества пожарно-спасательных гарнизонов (всего 33). Результаты оценки трудового процесса приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Интегральная оценка трудового процесса по показателям приоритета оперативной деятельности пожарно-спасательных гарнизонов Иркутской области за 2016-2021 гг.

Пожарно-спасательный гарнизон	Показатель приоритета оперативной деятельности одного пожарного				Суммарный показатель приоритета	Интегральное значение приоритетности трудового процесса
	по количеству потушенных пожаров	по времени занятости при тушении пожара	по количеству эвакуированных людей	по количеству спасённых людей		
Аларский	15	22	4	3	44	25
Ангарский	13	8	20	28	69	16
Балаганский	11	10	7	17	45	24
Баяндаевский	8	6	1	11	26	27
Бодайбинский	5	9	21	26	61	18
Боханский	6	5	3	7	21	30
Братский	30	32	29	29	120	3
Жигаловский	10	18	2	16	46	23
Заларинский	19	20	16	5	60	19
Зиминский	27	25	31	27	110	5
Иркутский	31	29	33	33	126	1
Казачинско-Ленский	9	12	28	1	50	21
Катангский	2	2	5	15	24	28
Качугский	21	23	12	18	74	12
Киренский	7	11	18	14	50	21
Куйтунский	26	30	32	12	100	9
Мамско-Чуйский	1	1	17	4	23	29
Нижеилимский	23	14	24	10	71	14
Нижеудинский	24	17	13	19	73	13
Нукутский	16	19	6	13	54	20
Ольхонский	3	7	9	8	27	26
Осинский	18	21	8	2	49	22
Слюдянский	17	24	15	24	80	11
Тайшетский	14	15	14	22	65	17
Тулунский	33	33	27	21	114	4
Усть-Кутский	20	13	26	25	84	10
Усть-Удинский	4	4	10	6	24	28
Усольский	28	27	19	31	105	7
Усть-Илимский	25	26	25	32	108	6
Черемховский	29	28	22	23	102	8
Чунский	12	3	11	20	46	23
Шелеховский	32	31	30	30	123	2
Эхирит-Булагатский	22	16	23	9	70	15

По результатам проведения интегральной оценки трудового процесса пожарных по показателям оперативной деятельности пожарно-спасательных гарнизонов Иркутской области установлено, что в течение исследуемого периода наибольшая нагрузка на одного пожарного установлена в Иркутском, Шелеховском, Братском, Зиминском, Усть-Илимском, Усольском и Черемховском пожарно-спасательных гарнизонах. В данных гарнизонах все четыре показателя боевой работы пожарных значительно превышают средние значения по области.

Так, в Иркутском гарнизоне количество пожаров,

потушенных одним пожарным, превышает областной показатель на 44%, время занятости на пожарах одного пожарного – на 40%, количество эвакуированных людей – в 5,3 раза, а количество спасённых людей – 5,12 раз. В Шелеховском гарнизоне превышение данных показателей достигает значений 48%, 45%, 2,14 раза и 2,57 раза соответственно. В Братском гарнизоне установлены показатели, аналогичные значениям Шелеховского пожарно-спасательного гарнизона.

Следует отметить, что в Тулунском гарнизоне показатели боевой работы пожарных превышают

средне областные по трём значениям из четырёх, однако по количеству пожаров, потушенных одним пожарным и по времени занятости на пожарах одним пожарным данный гарнизон является абсолютным лидером. Нагрузка на одного пожарного этого гарнизона по данным показателям превышает средние значения по области более чем в 2 раза.

В ходе исследования установлено, что в 12 пожарно-спасательных гарнизонах (Балаганском, Баяндаевском, Боханском, Жигаловском, Катангском, Киренском, Мамско-Чуйском, Нукутском, Ольхонском, Тайшетском, Усть-Удинском, Чунском) показатели боевой работы не превышают средние показатели по региону ни по одному из значений. Наименьшая нагрузка на одного пожарного приходится в Боханском, Мамско-Чуйском, Катангском и Усть-Удинском гарнизонах.

Выводы. В статье представлено применение методики оценки профессиональных рисков по следующим показателям: среднегодовое количество пожаров, потушенных одним пожарным в год; среднегодовое время занятости на пожарах одного пожарного в год; среднегодовое количество людей, эвакуированных при пожарах одним пожарным в год; среднегодовое количество людей, спасенных при пожарах одним пожарным в год. Метод отличается конкретностью и приоритетностью мероприятий по их минимизации.

Показано, что распределение трудовой нагрузки на пожарных в пожарно-спасательных гарнизонах Иркутской области существенно различается. При этом в большинстве подразделений, а это 70%, она не превышает средний показатель по области.

По результатам проведения интегральной оценки трудового процесса по четырем показателям оперативной деятельности установлено, что наибольшая нагрузка на одного пожарного зафиксирована: в Иркутском, Шелеховском, Братском, Зиминском, Усть-Илимском, Усольском и Черемховском пожарно-спасательных гарнизонах. В данных гарнизонах все показатели боевой работы пожарных значительно превышают средние значения по области.

Применение методики расчета профессиональных рисков, позволяющей учитывать нагрузку на одного пожарного, позволит сократить уровень травматизма и смертности от несчастных случаев во время выполнения служебных обязанностей, а также улучшить условия труда и обеспечить право на безопасные условия труда. Предлагаем осуществить перераспределение штатной численности пожарно-спасательных гарнизонов с учётом расчетной нагрузки на одного пожарного.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Тимофеева С.С., Гармышев В.В. Оценка техногенных и пожарных рисков Байкальского региона: монография. Иркутск: Изд-во ИРНИТУ, 2019. – 184 с.
2. Таранушина И.И., Попова О.В. Метод оценки профессиональных рисков как элемент концепции безопасности производства // Безопасность труда в промышленности. – 2019. – № 7. – С. 74-80.

3. Алексанин С.С., Бобринев Е.В., Евдокимов В.И., Кондашов А.А., Мухина Н.А., Харин В.В. Медико-статистические показатели смертности сотрудников Государственной противопожарной службы России (1996–2015 гг.) // Медико-биологические и социально-психологические проблемы безопасности в чрезвычайных ситуациях. – 2018. – № 4. – С. 5-26.

4. Risk Management Practices in the Fire Service [Электронный ресурс] // FEMA, 2018. P. 11. – Режим доступа: https://www.usfa.fema.gov/downloads/pdf/publications/risk_management_practices.pdf (дата обращения 13.05.2022).

5. О состоянии защиты населения и территорий Российской Федерации от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера: гос. доклад. М.: ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2016-2021 гг.

6. Матюшин Ю.А., Четчина Т.А., Гончаренко В.С. Обстановка с пожарами в Российской Федерации в 2019 году // Пожарная безопасность. – 2020. – № 1. – С. 105-127.

7. Чебуханова М.А., Четчина Т.А., Гончаренко В.С. Обстановка с пожарами в Российской Федерации в 2020 году // Пожарная безопасность. – 2021. – № 1. – С. 81-98.

8. Материалы «О состоянии оперативно-служебной деятельности Управления надзорной деятельности и профилактической работы в Иркутской области». Статистические сборники. – Иркутск: ГУ МЧС России по Иркутской области, 2016-2021 гг.

9. Главное управление МЧС России по Иркутской области [Электронный ресурс]. URL: <https://38.mchs.gov.ru> (20.03.2022).

10. Строевая записка территориального пожарно-спасательного гарнизона Иркутской области. Иркутск: ГУ МЧС России по Иркутской области, 2021. – 6 с.

11. Вецелис, О.В., Тимофеева С.С., Гармышев В.В. Анализ и оценка производственных рисков при тушении пожаров // Безопасность - 21: материалы докладов XXVI Всерос. студенч. науч.-практ. конф. с междунар. участием «Проблемы экологической и промышленной безопасности современного мира». – Иркутск: Изд-во ИРНИТУ, 2020. – С. 75-77.

12. Харисов Г.Х., Фирсов А.В. Обоснование оптимального значения индивидуального пожарного риска в Российской Федерации // Безопасность жизнедеятельности. – 2018. – № 7(211). – С. 36-42.

13. Харин В.В., Бобринев Е.В., Удавцова Е.Ю., Кондашов А.А., Шавырина Т.А. Оценка профессионального риска и тяжести нарушений здоровья в подразделениях Федеральной противопожарной службы МЧС России. Медико-биологические и социально-психологические проблемы безопасности в чрезвычайных ситуациях. – 2021. – №2. – С. 62-69.

14. Карпенко Ю.В. Исследование отечественного и зарубежного опыта оценки профессиональных рисков, влияющих на здоровье работников // Научный руководитель. – 2018. – № 1 (25). – С. 125-137.

15. Латыпова Р.Р., Хаит Д.Д., Кандыбко А.П. Зарубежный опыт оценки рисков // Актуальные проблемы экономики и управления. – 2018. – № 3 (19). – С. 75-77.

16. Тимофеева С.С. Современные методы оценки профессиональных рисков и их значение в системе управления охраной труда // XXI век. Техносферная безопасность. – 2016. – № 1. – С. 14–24.

17. Файнбург Г.З. Методы оценки профессионального риска и их практическое применение (от метода Файна-Кинни до наших дней) // Безопасность и охрана труда. – 2020. – № 2 (83). – С. 25–41.

18. Харин В.В., Бобринев Е.В., Удавцова Е.Ю. Оценка интегрального показателя нарушений состояния здоровья личного состава МЧС России // Медико-биологические и социально-психологические проблемы безопасности в чрезвычайных ситуациях. – 2018. – № 1. – С. 49–56.

19. Brushlinsky N.N., Ahrens M., Sokolov S.V., Wagner P. World of Fire Statistics: Report [Electronic resource] / Center for Fire Statistics of CTIF. 2020. № 25. 31 p. URL: https://ctif.org/sites/default/files/2020-06/CTIF_Report25.pdf.

Статья поступила в редакцию 23.05.2022

Статья принята к публикации 20.06.2022

УДК 614.84

DOI: 10.46548/21vek-2022-1158-0037

ПУТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ПРОТИВОПОЖАРНОЙ ЗАЩИТЫ ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ С МАССОВЫМ ПРЕБЫВАНИЕМ ЛЮДЕЙ

© Автор(ы) 2022

ORCID: 0000-0002-6867-8657

КУЛАГА Надежда Викторовна, преподаватель кафедры надзорной деятельности

*Дальневосточная пожарно-спасательная академия – филиал Санкт-Петербургский университет
государственной противопожарной службы МЧС России*

(690922, Россия, Владивосток, остров Русский, поселок Аякс, 27, e-mail: nadin1808@mail.ru)

ORCID: 0000-0003-1125-4287

МАЛЬЦЕВ Сергей Владимирович, старший преподаватель кафедры надзорной деятельности

*Дальневосточная пожарно-спасательная академия – филиал Санкт-Петербургский университет
государственной противопожарной службы МЧС России*

(690922, Россия, Владивосток, остров Русский, поселок Аякс, 27, e-mail: inboxmsv@mail.ru)

Аннотация. Пожарная безопасность является одним из видов общественной безопасности, который включает в себя комплекс отношений, обеспечивающий состояние пожаробезопасной жизнедеятельности общества, защищенность личности, сохранность материальных и культурных ценностей от пожаров и их последствий. Этот факт объясняет повышение интереса со стороны ученых к проблемам пожарной безопасности. С учетом вышеизложенного цель статьи заключается в обосновании направлений усовершенствования противопожарной защиты общественных зданий с массовым пребыванием людей. В процессе исследования проблемы пожарной безопасности рассмотрены в концептуальной и практической плоскостях. В качестве перспективных направлений развития пожарной безопасности общественных зданий с массовым пребыванием людей выделена необходимость перехода на итеративный детерминированный процесс принятия решений в процессе проектирования систем защиты от пожара и использование концепции пожарного отсека. Отдельное внимание уделено организации пожарных отсеков в разных типах зданий. Так, отмечено, что для высотных сооружений массового пребывания людей целесообразно использовать вертикальное разделение отсеков, включающее лестницы, шахты лифтов и монтажные шахты. Если здание не высокое, в данном случае следует использовать горизонтальное разделение.

Ключевые слова: здание, пожар, безопасность, защита, эвакуация, сигнализация, скопление людей, опасность, риск, оценка, проектирование, лестница.

WAYS TO IMPROVE THE FIRE PROTECTION OF PUBLIC BUILDINGS WITH MASS OCCUPANCY

© The Author(s) 2022

KULAGA Nadezhda Viktorovna, lecturer of the department of supervisory activities graduate student

MALTSEV Sergej Vladimirovich, lecturer of the department of supervisory activities

*Far Eastern Fire and Rescue Academy – St. Petersburg University of the State Fire Service
of the Ministry of Emergency Situations of Russia*

(690922, Russia, Vladivostok, Russian island, Ajaks settlement, 27, e-mails: nadin1808@mail.ru, inboxmsv@mail.ru)

Abstract. Fire safety is one of the types of public safety, which includes a complex of relations, providing the state of fire-safe life activity of society, protection of the person, safety of material and cultural values from fires and their consequences. This fact explains the increasing interest on the part of scientists to the problems of fire safety. In view of the above, the purpose of the article is to substantiate the directions of improvement of fire protection of public buildings with mass stay of people. In the course of the research problems of fire safety are considered in conceptual and practical planes. The necessity of transition to an iterative deterministic decision-making process in the course of designing fire protection systems and the use of the concept of fire compartment is singled out as a promising direction of development of fire safety in public buildings with mass stay of people. Particular attention is paid to the organization of fire compartments in different types of buildings. Thus, it is noted that for high-rise constructions of mass stay of people it is expedient to use a vertical division of compartments including stairways, elevator shafts and assembly shafts. If the building is not high, in this case you should use horizontal separation.

Keywords: building, fire, security, protection, evacuation, signaling, crowding, danger, risk, assessment, design, stairs.

Для цитирования: Кулага Н.В. Пути совершенствования противопожарной защиты общественных зданий с массовым пребыванием людей / Н.В. Кулага, С.В. Мальцев // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2022. – Т. 11. – № 2(58). – С. 212-216. – DOI: 10.46548/21vek-2022-1158-0037.

Введение. Пожары и их последствия сегодня представляют серьезную проблему для многих стран мира, с увеличением пожаров возрастают экономические и экологические убытки от них, растет число погибающих в результате людей. Только за последнее десятилетие XX ст. в мире каждый год возникало от восьми до десяти миллионов пожаров разного происхождения, в результате которых ежегодно умирало около 70 тыс. человек [1]. Такая же ситуация наблюдается и в начале XXI ст. В 2019 г. в 35 странах мира, где проживает 1,4 млрд. человек, каждые 12 секунд происходило чрезвычайное происшествие с возгоранием [2].

Из общего количества произошедших ежегодно пожаров большая часть из них приходится на общественные здания с массовым пребыванием людей (жилые дома, торгово-развлекательные центры, учебные заведения, религиозные организации), поэтому вопрос их безопасности является достаточно актуальным.

Основная задача пожарной безопасности общественных зданий заключается в снижении рисков пожара на объекте, а в случае его возникновения – обеспечении защиты людей, материальных ценностей от опасных факторов пожара [3]. На сегодняшний день приходится констатировать тот факт, что существующие меры противопожарной защиты не всегда обеспечивают адекватный уровень пожарной безопасности в зданиях, дают возможность эффективно реализовать стратегию по снижению рисков возгорания и не в полной мере учитывают современные проблемы реагирования на случайное или преднамеренное возгорание.

В связи с этим особую актуальность на сегодняшний день приобретает задача разработки и внедрения многоуровневого комплекса мероприятий пожарной безопасности, который основан на концепции приоритетности охраны жизни и здоровья людей. Необходимость и высокая практическая значимость решения обозначенной задачи обуславливает выбор темы данной статьи.

Научные исследования проблемы обеспечения пожарной безопасности сегодня сформировались как самостоятельное научное направление, объединяющее многочисленных как отечественных, так и зарубежных авторов.

Так, практические аспекты защиты от пожаров общественных зданий и сооружений, рассматриваются в работах Куанова Р.А., Сметанкиной Г.И., Дороховой О.В. [4], Прошиной О.М. [5], Маштакова В.А., Удавцовой Е.Ю. [6], Wu Weilin [7], Jinpeng Zhao [8], Kim Minju [9].

Анализу причин пожаров и их последствий, в частности, в жилищном секторе, на конкретных объектах хозяйствования посвящены труды Лоскутовой А.А. [10], Левиной И.В. [11], Feng Fu [12], An Weiguang [13], Jinlong Men [14].

Исследование особенностей конструктивных схем общественных зданий через призму пожарной безо-

пасности входит в круг научных интересов Варнакова Д.В., Хвостова А.И., Невасева А.С. [15], Выставкиной Е.В. [16], Гафаровой К.Ю. [17].

Однако, несмотря на имеющиеся труды и наработки проблематика обеспечения пожарной безопасности общественных зданий полностью не решена, поскольку в научной литературе доминирует технический и технологические аспекты защиты от пожаров. Также открытыми остаются вопросы разработки адекватной методики оценки рисков пожарной безопасности. Особого внимания заслуживает обоснование экономически эффективных систем пожаротушения и рациональных подходов к проектированию систем пожарной безопасности, которые могут быть либо комплексными, либо индивидуальными, но обязательно должны учитывать особенности объекта, в частности площадь, назначение помещений, конструктивные характеристики, материалы, которые использовались при строительстве, наличие легковоспламеняющихся веществ.

Методология. Цель статьи заключается в обосновании направлений усовершенствования противопожарной защиты общественных зданий с массовым пребыванием людей. Используемые в исследовании методы, методики и технологии – анализ, синтез, индукция, дедукция, абстрагирование, систематизация, группировка, обобщение.

Результаты. Пожарная опасность в общественных зданиях с массовым пребыванием людей может быть определена как потенциальная возможность случайного или преднамеренного возгорания, угрожающая сохранности жизни людей, целостности конструкций и имущества в здании [18]. В свою очередь пожарная безопасность представляет собой совокупность методов предотвращения или предупреждения возникновения пожара, комплекс мер по управлению ростом и последствиями случайных или преднамеренных пожаров при сохранении возникающих убытков на приемлемом уровне [19].

Для выработки научно обоснованных и эффективных путей усовершенствования противопожарной защиты общественных зданий с массовым пребыванием людей представляется целесообразным кратко обозначить ключевые проблемы в данной сфере.

Итак, проблемы обеспечения пожарной безопасности общественных зданий с массовым пребыванием людей на сегодняшний день обусловлены двумя типами факторов – концептуальными и практическими. Концептуальные проблемы связаны с организацией и системными вопросами функционирования пожарной безопасности, а именно с выбором наиболее приемлемой для конкретной ситуации, условий и зданий комбинации активных и пассивных систем противопожарной защиты.

С практической точки зрения можно отметить следующий ряд проблемных моментов. Наиболее часто в общественных зданиях с массовым пре-

быванием людей фиксируется нарушение достаточности и проходимости путей эвакуации, неработоспособность механизмов противопожарного водоснабжения, неисправность или вообще отсутствие автоматических систем пожарной безопасности и оповещения, нарушения при использовании электрооборудования, а также недостаточное обеспечение объектов огнетушителями. Кроме того, в помещениях зачастую не работают системы дымоудаления и подпора воздуха, пожарной сигнализации; сигналы от приемно-контрольных устройств систем противопожарной автоматики не

выведены на объединенные диспетчерские службы. В результате ремонта и демонтажа датчиков пожарной сигнализации самими обитателями задания система противопожарной сигнализации находится в нерабочем состоянии во время пожара.

В результате совокупного действия этих проблем в общественных зданиях с массовым пребыванием людей более трети пожаров вызвано нарушением правил пожарной безопасности при устройстве и эксплуатации электроустановок, четвертая часть пожаров возникла в результате поджогов, более подробная информация приведена на рисунке 1.

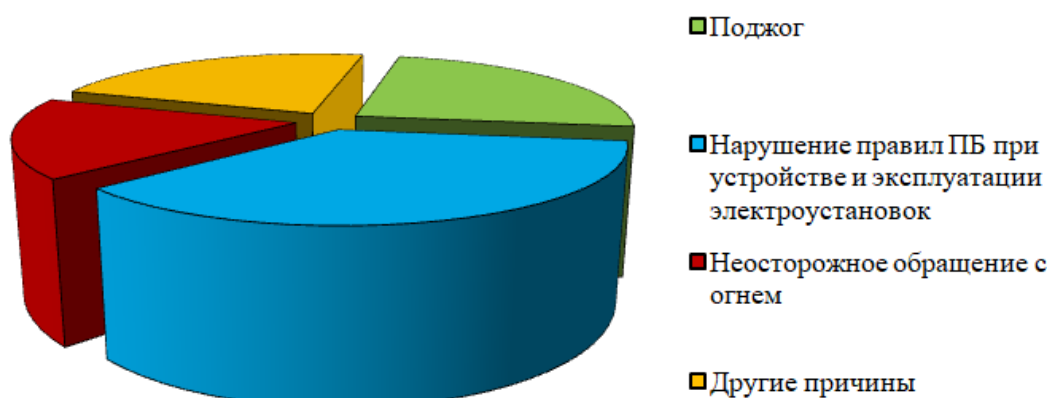


Рисунок 1 – Причины возникновения пожаров в общественных зданиях в России в 2020 году [20]

Обсуждение. Учитывая вышеизложенное, не подлежит сомнению тот факт, что перспективы развития и усовершенствования систем пожарной безопасности в общественных зданиях должны включать в себя ряд мер и целенаправленных действий на концептуальном и практическом уровнях.

На концептуальном уровне представляется целесообразным интегрировать пожарную безопасность в процесс проектирования зданий, поскольку сегодня пожарная безопасность воспринимается как дополнительное ограничение в текущей практике проектирования, а не как параметр проектирования. Для этого необходимо сменить теоретическую основу и отказаться от традиционного линейного проектирования пожарной безопасности, заменив его на итеративный детерминированный процесс принятия решений.

С практической точки зрения для повышения уровня пожарной защиты в общественных зданиях с массовым пребыванием людей целесообразно использовать концепцию пожарного отсека (минимальное использование стекла и по возможности открытых пространств, сокращение топливной нагрузки). В общем понимании пожарный отсек – это здание или часть здания, состоящее из одной или нескольких комнат, пространств или этажей, построенных таким образом, чтобы предотвратить распространение огня на другую часть того же здания или соседнее здание, или из него.

Данная цель достигается за счет обеспечения огнестойкости стен и полов (обычно с огнестойкостью от 30 до 120 минут) и включает специальные меры для устранения любых отверстий в линиях отсеков, таких как двери, остекление, служебные проходы и воздуховоды.

Стена или пол должны оставаться функциональными в течение расчетного периода огнестойкости. Стена или пол отсека не должны трескаться или образовывать отверстия, через которые могут проходить пламя, дым или горячие газы, и, при необходимости, они должны поддерживать соответствующую степень изоляции.

Для высотных общественных зданий с массовым пребыванием людей целесообразно использовать вертикальное разделение отсеков (рис. 2).

При вертикальном разделении ограничение потенциального распространения огня осуществляется через обычные лестницы, шахты лифтов или монтажные шахты. В вертикальных зданиях также целесообразно разделять этажи, закрывая шахты (электрические, телефонные и информационные) с применением жестких или гибких заграждений. Для лотков и электрических кабелей рекомендуется защита сплошной или прерывистой интумесцентной краской.

Если общественное здание – это невысокое строение, тогда используется горизонтальное разделение отсеков (рис. 3).

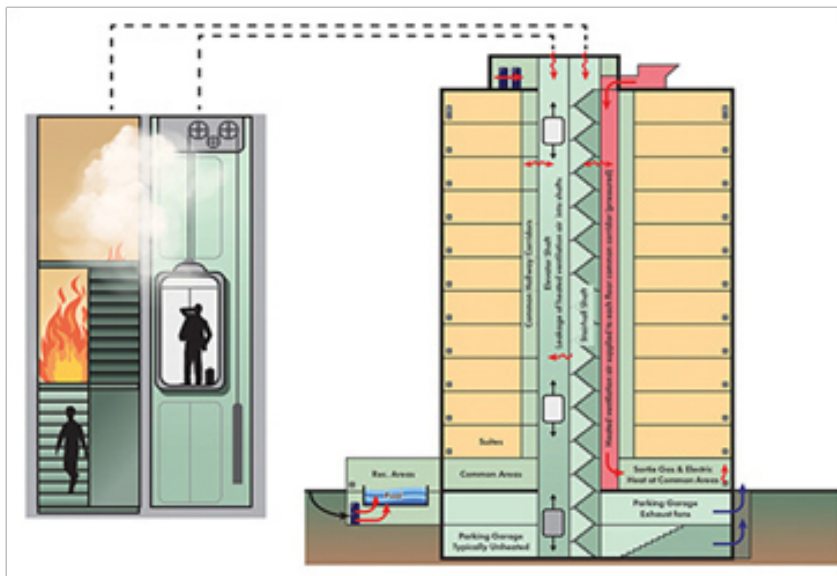


Рисунок 2 – Вертикальное разделение

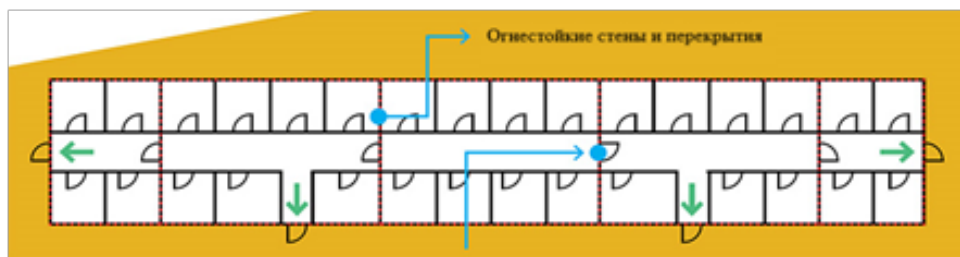


Рисунок 3 – Горизонтальное разделение

Пожарные отсеки могут состоять из одного помещения или нескольких помещений. При возникновении пожара внутри отсека, герметичность помещения может изолировать огонь, предотвращая его распространение на другие помещения. В случае возникновения пожара за пределами отсека, он может оставаться герметичным и потенциально даже защищать находящиеся в нем предметы.

В случае невозможности изменения архитектуры, дополнительные пути выхода должны быть стратегически расположены в здании для улучшения времени эвакуации и, таким образом, повышения безопасности жизни. Во всех существующих домах, где нет возможности оборудовать дополнительные пожарные выходы, можно использовать осветительную краску и специальные знаки выхода, а также обустроить временные пути эвакуации в виде аварийных лестниц.

Независимо то того, используется в здании горизонтальное или вертикальное разделение противопожарные перегородки должны быть выполнены из негорючих материалов или сборки из негорючих материалов для обеспечения нормативной огнестойкости. Кроме того, они должны быть построены таким образом, чтобы удаление или обрушение конструкции с одной стороны не создавало угрозы для поддержки конструкции, с другой стороны.

Вертикальные противопожарные перегородки

должны быть непрерывными между фундаментом, крышей или горизонтальными противопожарными ограждениями, а также через любое скрытое пространство в конструкции пола или крыши. Горизонтальные противопожарные перегородки должны быть непрерывными между наружными стенами и/или вертикальными противопожарными разделками.

Если конструкция крыши общественного здания является горючей с обеих сторон вертикального противопожарного разделения, вертикальное противопожарное разделение должно проходить через конструкцию крыши на высоту не менее 10 см над самой высокой точкой каркаса крыши. Настил должен плотно прилегать к противопожарному разделению. Над настилом крыш, расположенных под углом более двадцати градусов к горизонтали, должны быть построены перекрытия, образующие канты с обеих сторон противопожарного разделения с уклоном не круче 1:4. Горючий настил не должен выступать над верхней частью противопожарного разделения [21].

В том случае, когда конструкция крыши является негорючей с одной или обеих сторон вертикального противопожарного разделения, вертикальное противопожарное разделение может заканчиваться на нижней стороне негорючей конструкции крыши при условии, что стык стены и конструкции крыши является дымонепроницаемым. В местах примыкания

к наружным стенам противопожарные перегородки должны быть дымопроницаемыми. Наружные стены должны быть выполнены из негорючих материалов на расстоянии не менее 50 см с каждой стороны от противопожарного разделения или противопожарное разделение должно выступать через наружную стену не менее чем на 30 см [22].

Если горючие элементы, такие как балки, ригели опираются на вертикальные противопожарные разделения или обрамляют их, обозначенные элементы не должны проходить через стену и должны иметь не менее 10 см сплошного негорючего материала под, по бокам и на концах каждого такого элемента.

Отдельное внимание необходимо уделить технологиям и ресурсам соблюдения пожарной безопасности, которые должны быть сосредоточены на таких четырех основных компонентах: сокращение времени реагирования; разработка новых средств пожаротушения; надлежащее проектирование и планирование; изучение опыта для обновления более совершенных и адаптивных строительных норм и правил.

Выводы. Пожар в общественных зданиях с массовым пребыванием людей представляет серьезную угрозу для жизни, имущества и самой конструкции в целом. Существующая система противопожарной защиты является несовершенной и не позволяет поддерживать в допустимых пределах уровень пожарной безопасности в зданиях, к тому же она ориентируется на минимальные стратегии по снижению угроз и не учитывает современные проблемы в данной сфере.

В процессе исследования проблемы обеспечения защиты зданий с массовым скоплением людей от пожара рассмотрены на концептуальном и практическом уровне.

По результатам исследования было сделано заключение, что для оптимизации состояния пожарной безопасности следует перейти на итеративный детерминированный процесс принятия решений в ходе проектирования систем защиты с целью повышения эффективности превентивных организационных мер. А с практической точки зрения внимание целесообразно уделить технологическим аспектам обеспечения пожарной безопасности, в частности, использованию концепции пожарного отсека.

Перспективные направления дальнейших исследований заключаются в изучении возможностей новых интеллектуальных систем противопожарной защиты, обосновании рациональных подходов к противопожарному проектированию и рассмотрении характеристик новых строительных материалов, имеющих высокий уровень пожароустойчивости.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Газукина О.Н., Сметанкина Г.И., Дорохова О.В. Пожарная безопасность зданий многофункционального назначения // Экономика и социум. – 2019. – № 1-1 (56). – С. 345-348.
2. Engelhardt, Michael D. Directions in structural-fire safety

design for steel buildings // Japan architectural review: international journal of Japan architectural review for engineering and design. – 2022. – № 1. – pp. 20-31.

3. Ветчинина Н.В., Сметанкина Г.И., Дорохова О.В. Обеспечение пожарной безопасности жилых зданий // Экономика и социум. – 2019. – № 1-2. – С. 9-11.

4. Куанов Р.А., Сметанкина Г.И., Дорохова О.В. Система обеспечения пожарной безопасности зданий и сооружений // Экономика и социум. – 2019. – № 1-2 (56). – С. 18-20.

5. Прошина О.М. Организация управления пожарной безопасностью в зданиях образовательного комплекса крупных городов российской федерации // Вестник Российского университета. – 2019. – № 2. – С. 48-56.

6. Маштаков В.А., Удавцова Е.Ю. Влияние норм пожарной безопасности на риск гибели людей при пожарах в жилых зданиях // Современные технологии обеспечения гражданской обороны и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. – 2019. – № 1 (10). – С. 249-252.

7. Wu, Weilin A Trustworthy Classification Model for Intelligent Building Fire Risk // IEEE access: practical innovations, open solutions. – 2022. – V. 10. – pp 10371-10383.

8. Jinpeng, Zhao Discussion on Building Energy Saving and Fire Safety from the perspective of Thermal Insulation Materials // Guangdong hua gong. – 2021. – V. 48. – № 10. – pp. 118-118.

9. Kim, Minju Improvement of standards on fire safety performance of externally insulated high-rise buildings: Focusing on the case in Korea // Journal of building engineering. – 2021. – Volume 35. – pp. 15-19.

10. Лоскутова А.А. Первичные мероприятия обеспечения пожарной безопасности в зданиях торгово-развлекательных центров // Аллея науки. – 2019. – Т. 1. – № 8 (35). – С. 253-256.

11. Левина И.В. Особенности обеспечения пожарной безопасности зданий повышенной этажности // Аграрные конференции. – 2019. – № 6 (18). – С. 1-5.

12. Fire safety design for tall buildings / Feng Fu. Boca Raton: CRC Press, 2021. – 287 p.

13. An, Weiguang Combustion and fire safety of energy conservation materials in building vertical channel: Effects of structure factor and coverage rate // Case studies in thermal engineering. – 2021. – V. 24. – pp. 78-85.

14. Jinlong, Men Study on Emergency Evacuation and Safety Prevention and Control Strategy of High-rise Building Fire based on FDS // Guangdong hua gong. – 2021. – Volume 48. – Number 8. – pp. 106-109.

15. Варнаков Д.В., Хвостов А.И., Неваев А.С. Особенности обеспечения пожарной безопасности фасадов высотных зданий // Modern Science. – 2020. – № 2-2. – С. 308-311.

16. Выставкина Е.В. Пожарная опасность в зданиях: обзор, оценка и тактики увеличения пожарной безопасности // The Scientific Heritage. – 2021. – № 65-3 (65). – С. 59-65.

17. Гафарова К.Ю. Повышение пожарной безопасности модульных зданий // Современная школа России. Вопросы модернизации. – 2021. – № 2. – С. 99-100.

18. Fire safety in residential property: a practical approach for environmental health / Richard Lord. London: Routledge, 2021. – 287 p.

19. Koutsomarkos, Vasileios Tactics, objectives, and choices: Building a fire risk index // Fire safety journal. – 2021. – V. 119. – pp. 34-37.

20. Евтушенко С.И., Лепихова В.А., Ляшенко Н.В., Чибинев Н.Н. Повышение пожарной безопасности зданий и сооружений // Строительство и архитектура. – 2020. – Т. 8. – № 4. – С. 95-100.

21. Ma, Zhongcheng Structural Fire Analysis of One-storey Steel-framed Buildings with Steel Claddings // Cepapers: the online collection for conference papers in civil engineering. – 2021. – V. 4. – № 2-4. – pp. 1213-1222.

22. Compartment sizes, resistance to fire and fire safety project: Work Stream 3 – Construction details – roof voids, cavity barriers and fire/smoke dampers. Department for Communities and Local Government, 2015. – 276 p.

Статья поступила в редакцию 21.03.2022

Статья принята к публикации 20.06.2022