18+

vek21.penzgtu.ru

ISSN 2221-951X

XXI век: ИТОГИ ПРОШЛОГО И ПРОБЛЕМЫ НАСТОЯЩЕГО плюс

2019

№ 2 (46) Т. 8

технические науки

XXI век: ИТОГИ ПРОШЛОГО И ПРОБЛЕМЫ НАСТОЯЩЕГО плюс

№ 2 (46) Т. 8 2019

Основан в 2011 г.

18+

XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего *плюс*

Том 8
№ 2 (46)
2019

Журнал выходит
4 раза в год

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
Ефремова Сания Юнусовна, доктор биологических наук, профессор
Мотовилов Олег Константинович, доктор технических наук, доцент
Пащенко 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
Алексеев Геннадий Валентинович, доктор технических наук, профессор
Алехина Марина Анатольевна, доктор физико-математических наук, профессор
Андреев Юрий Александрович, доктор технических наук
Антипов Сергей Тихонович, доктор технических наук, профессор
Базарнова Юлия Генриховна, доктор технических наук, профессор
Богданов Андрей Владимирович, доктор технических наук, доцент
Бурахта Вера Алексеевна, доктор химических наук, профессор
Васенев Иван Иванович, доктор биологических наук, профессор
Васильев Андрей Витальевич, доктор технических наук, профессор
Голуб Ольга Валентиновна, доктор технических наук, профессор
Громов Юрий Юрьевич, доктор технических наук, профессор
Давыденко Наталия Ивановна, доктор технических наук, доцент
Зинкин Сергей Александрович, доктор технических наук, доцент
Квятковская Ирина Юрьевна, доктор технических наук, профессор
Косников Юрий Николаевич, доктор технических наук, профессор
Кручинина Наталия Евгеньевна, доктор технических наук, профессор
Мамедова Тарана Аслан кызы, доктор технических наук, доцент
Маскевич Сергей Александрович, доктор физико-математических наук, профессор
Махмудова Любовь Ширваниевна, доктор технических наук, профессор
Михеев Михаил Юрьевич, доктор технических наук, профессор
Первухина Елена Львовна, доктор технических наук, профессор
Петрова Ирина Юрьевна, доктор технических наук, профессор
Прохоров Сергей Антонович, доктор технических наук, профессор
Рыбаков Анатолий Валерьевич, доктор технических наук, доцент
Рыжаков Виктор Васильевич, доктор технических наук, профессор
Стороженко Павел Аркадьевич, член-корреспондент Российской академии наук, доктор химических 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
Школьникова Марина Николаевна, доктор технических наук, доцент

Ответственный секретарь
Жарова Олеся Сергеевна, кандидат философских наук

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:
О.С. Жарова

Технический редактор:
О.С. Жарова

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 24.05.2019.
Выход в свет 06.06.2019.
Формат 60X84 1/8
Печать ризография.
Усл. печ. л. 24,32.
Тираж 100 экз. Заказ № 1779.

© ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет, 2019

Типография «Копи-Ризо»,
440000, г. Пенза, ул. Каляева, 7 В
Тел. (841-2) 56-25-09.
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, 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, профессор
(Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук, Новосибирская область, Новосибирский район, р.п. Краснообск, Россия)
Пащенко Дмитрий Владимирович, доктор технических наук, профессор, проректор по науке
(Пензенский государственный технологический университет, г. Пенза, Россия)
Политаева Наталья Анатольевна, доктор технических наук, профессор, профессор Высшей школы биотехнологии и пищевых технологий
(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)
Алексеев Геннадий Валентинович, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Процессы и аппараты пищевых производств»
(Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, информатики и оптики, г. Санкт- Петербург, Россия)
Алехина Марина Анатольевна, доктор физико-математических наук, профессор, заведующий кафедрой «Математика и физика»
(Пензенский государственный технологический университет, г. Пенза, 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)
Богданов Андрей Владимирович, доктор технических наук, доцент, заведующий кафедрой «Переработка сельскохозяйственной продукции и безопасность жизнедеятельности»
(Южно-Уральский государственный аграрный университет, г. Челябинск, Россия)
Бурахта Вера Алексеевна, доктор химических наук, профессор, проректор по научной работе
(Западно-Казахстанский инновационно-технологический университет, г.Уральск, Республика Казахстан)
Васенев Иван Иванович, доктор биологических наук, профессор, заведующий кафедрой «Экология» (РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, г. Москва, Россия)
Васильев Андрей Витальевич, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Химическая технология и промышленная экология»
(Самарский государственный технический университет, г. Самара, Россия)
Голуб Ольга Валентиновна, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры товароведения и экспертизы товаров
(Сибирский университет потребительской кооперации, г. Новосибирск, Россия)
Громов Юрий Юрьевич, доктор технических наук, профессор,
декан факультета «Информационные технологии»
(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)

Зинкин Сергей Александрович, доктор технических наук, доцент,
профессор кафедры «Вычислительная техника»
(Пензенский государственный университет, г. Пенза, Россия)
Квятковская Ирина Юрьевна, доктор технических наук, профессор, директор института информационных технологий и коммуникаций
(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,
заведующий кафедрой «Промышленная экология»
(Российский государственный химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева, г. Москва, 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. Миллионщикова, г.Грозный, Чеченская Республика)
Михеев Михаил Юрьевич, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Информационные технологии и системы»
(Пензенский государственный технологический университет, г. Пенза, Россия)
Первухина Елена Львовна, доктор технических наук, профессор,
заведующий кафедрой информационных систем
(Севастопольский государственный университет, г. Севастополь, Россия)
Петрова Ирина Юрьевна, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Системы автоматизированного проектирования»
(Астраханский инженерно-строительный институт, 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)
Рыбаков Анатолий Валерьевич, доктор технических наук, доцент
(Академия гражданской защиты МЧС России, г. Москва, Россия)
Рыжаков Виктор Васильевич, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры «Техническое управление качеством»
(Пензенский государственный технологический университет, г. Пенза, Россия)
Стороженко Павел Аркадьевич, член-корреспондент Российской академии наук, доктор химических наук, профессор, генеральный 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)
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»
(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, заведующий кафедрой «Физика»
(Московский авиационный институт, г. Москва, Россия)
Школьникова Марина Николаевна, доктор технических наук, доцент, профессор кафедры биотехнологии
(Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова, г. Бийск, Россия)

СОДЕРЖАНИЕ

Колонка редактора.....12

ИНФОРМАТИКА, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И УПРАВЛЕНИЕ

ПРОГРАММНО-ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ДЛЯ АНАЛИЗА ПУБЛИКАЦИЙ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ В СОЦИАЛЬНЫХ СЕТЯХ
Пащенко Дмитрий Владимирович, Мартышкин Алексей Иванович, Синев Михаил Петрович, Трокоз Дмитрий Анатольевич.....14

МОНИТОРИНГ И СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ ИНФОРМАЦИИ ЭЛЕКТРОННЫХ СМИ ДЛЯ ПРЕДПРИЯТИЙ ОБОРОННО-ПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА РОССИИ
Комаров Виталий Николаевич, Рощин Сергей Михайлович.....22

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ФОРМИРОВАНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ ОПЦИОННЫМ ПОРТФЕЛЕМ СТРУКТУРИРОВАННОГО ПРОДУКТА
Фатьянова Маргарита Эдуардовна, Трифонов Андрей Юрьевич.....26

БАЗОВАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ЭЛЕКТРОННОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ УНИВЕРСИТЕТА НА ОСНОВЕ ОБЛАЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ
Васин Леонид Анатольевич.....31

МОДЕЛИРОВАНИЕ РЕКОНФИГУРИРУЕМОЙ СИСТЕМЫ С АППАРАТНЫМ ДИСПЕТЧЕРОМ ЗАДАЧ И РАСПРЕДЕЛЕННОЙ ОЧЕРЕДЬЮ ПО ОБСЛУЖИВАЮЩИМ УЗЛАМ
Мартышкин Алексей Иванович.....37

ОЦЕНКА ВОЛАТИЛЬНОСТИ КАЧЕСТВА РАБОЧЕЙ СИЛЫ
Затепякин Олег Аркадьевич, Ясинский Дмитрий Юрьевич.....43

МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ МНОГОСТОРОННЕГО ТЕСТИРОВАНИЯ WEB-СЕРВЕРА
Смирнов Дмитрий Сергеевич, Шашков Борис Дмитриевич.....49

МЕТОДЫ ДИАГНОСТИКИ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ГАЗОТУРБИННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ В ПРОЦЕССЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ И ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ
Коваль Станислав Иванович.....53

МЕТОДЫ АНАЛИЗА КОРОТКОГО ВРЕМЕННОГО РЯДА ДЛЯ КАРТ ШУХАРТА
Прокофьев Олег Владимирович, Голубкова Илонна Валерьевна.....59

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ КОНКУРЕНЦИИ РАСТЕНИЙ
Ганичева Антонина Валериановна, Ганичев Алексей Валерианович.....64

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА УПРАВЛЕНИЯ ОПЦИОННЫМ ПОРТФЕЛЕМ
Фатьянова Маргарита Эдуардовна.....68

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ
Авдеева Марина Олеговна, Румянцева Нина Вячеславовна, Русскова Ирина Германовна, Доронин Александр Сергеевич.....74

АВТОМАТИЗАЦИЯ ОЦЕНКИ СООТВЕТСТВИЯ ЛЕТНО-ТЕХНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК АВИАЦИОННЫХ ТРЕНАЖЕРОВ ХАРАКТЕРИСТИКАМ ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА
Квятковский Юрий Григорьевич, Ремонтов Андрей Петрович, Колесникова Светлана Викторовна.....79

ПРИМЕНЕНИЕ СИГНАЛОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДОВ ПСИХОФИЗИЧЕСКОГО ИМИТИРОВАНИЯ
Роганов Владимир Робертович, Кувшинова Ольга Александровна.....83

АДАПТИВНЫЙ ТАКТОВЫЙ ГЕНЕРАТОР ДЛЯ АППАРАТА МЕДИЦИНСКОЙ ДИАГНОСТИКИ
Чулков Валерий Александрович.....87

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОДОВОЛЬСТВЕННЫХ ПРОДУКТОВ

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОДУКЦИИ ИЗ ПЛОДОВ РЯБИНЫ КРАСНОЙ, ПОЛУЧЕННОЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ ЭНЕРГИИ КАВИТАЦИИ
Нициевская Ксения Николаевна, Мотовилов Олег Константинович, Мотовилов Константин Яковлевич, Щербинин Вячеслав Вадимович.....92

РАЗРАБОТКА ОБОГАЩЕННЫХ ОМЕГА-3 МЯСНЫХ ПОЛУФАБРИКАТОВ И РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЮ В ФИТНЕС-ИНДУСТРИИ
Асфондьярова Ирина Владимировна, Дубкова Надежда Владимировна, Сагайдаковская Елизавета Сергеевна.....99

ОСОБЕННОСТИ ПОДГОТОВКИ СЫРЬЯ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ДИСТИЛЛЯТОВ ИЗ МАНДАРИНОВ
Дубинина Елена Васильевна, Крикунова Людмила Николаевна, Трофимченко Владимир Александрович.....104

АНАЛИЗ ПРЕДПОЧТЕНИЙ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ В ОТНОШЕНИИ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ ДЕСЕРТНЫХ СОУСОВ
Аверьянова Елена Витальевна, Белоусова Дарья Дмитриевна.....110

ТЕХНИЧЕСКОЕ РЕШЕНИЕ ПОВЫШЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ХЛЕБА ПРИ ВОЙСКОВОМ ХЛЕБОПЕЧЕНИИ
Кононов Александр Валерьевич.....116

ОБОСНОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КИНОА В ПРОИЗВОДСТВЕ РЫБНЫХ ПОЛУФАБРИКАТОВ И ИССЛЕДОВАНИЕ ИХ ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ СВОЙСТВ
Асфондьярова Ирина Владимировна, Демченко Вера Артемовна, Кучерявенко Маргарита Андреевна..122

ОСОБЕННОСТИ АМЕРИКАНСКОЙ ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ (НА ПРИМЕРЕ МОЛОЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА)
Вельдина Юлия Васильевна, Вольникова Елена Александровна.....127

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЦИОНАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ, МАТЕРИАЛОВ И ТЕХНОЛОГИЙ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ ПЛАНЕТАРНО-ЦЕВОЧНЫХ ЗАЦЕПЛЕНИЙ РЕДУКТОРОВ
Липов Александр Викторович, Большаков Герман Сергеевич, Носков Кирилл Андреевич.....131

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ УЛЬТРАЗВУКА НА КАЧЕСТВО НЕПАСТЕРИЗОВАННОГО ПИВА
Давадов Фазрудин Давудович, Гернет Марина Васильевна, Грибкова Ирина Николаевна, Борисенко Ольга Александровна, Янкевич Сергей Владимирович.....136

ИССЛЕДОВАНИЕ ФРАКЦИОННОГО СОСТАВА БЕЛКОВ КУКУРУЗНОГО ЖМЫХА
Матвеева Юлия Аникториевна, Чернова Елена Викторовна, Баженова Ирина Анатольевна, Доморощенкова Мария Львовна, Демьяненко Татьяна Федоровна.....140

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА КОМПАКТИРОВАНИЯ ВЛАГОСОДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ РАСТИТЕЛЬНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ НА ПРИМЕРЕ СВЕЖЕГО СВЕКЛОВИЧНОГО ЖОМА
Авроров Валерий Александрович, Редченко Мария Александровна.....145

PASS ONLINE-РАСЧЕТ БИОАКТИВНОСТИ ОКИСЛЕННЫХ ПОЛИФТОРАЛКИЛОВЫХ ЭФИРОВ СМОЛЯНЫХ КИСЛОТ
Базарнова Юлия Генриховна, Попова Лариса Михайловна, Аронова Екатерина Борисовна.....150

ФАКТОР ПИТАНИЯ ПРИ ГЛЮТЕН ЧУВСТВИТЕЛЬНОЙ ЭНТЕРОПАТИИ
Тиунов Владислав Михайлович, Чугунова Ольга Викторовна.....155

О СНИЖЕНИИ ЭНЕРГОЗАТРАТ ПРИ СУШКЕ СВЕКЛОВИЧНОГО ЖОМА
Мурашкина Оксана Александровна, Редченко Мария Александровна,
Авроров Валерий Александрович.....160

О СОВЕРШЕНСТВОВАНИИ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ПЕКТИНОСОДЕРЖАЩИХ ПИЩЕВЫХ ВОЛОКОН ИЗ СВЕКЛОВИЧНОГО ЖОМА
Сарафанкина Елена Александровна, Авророва Людмила Александровна,
Редченко Мария Александровна, Авроров Валерий Александрович.....165

О ПРЕССОВАНИИ СВЕЖЕГО СВЕКЛОВИЧНОГО ЖОМА
Редченко Мария Александровна, Авроров Валерий Александрович.....170

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ДРОЖЖЕВОГО ТЕСТА, ЖАРЕННЫХ ВО ФРИТЮРЕ
Рогозин Илья Павлович.....174

БЕЗОПАСНОСТЬ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА

БЕЗОПАСНОСТЬ ШЛАМОНАКОПИТЕЛЕЙ С ТОКСИЧНЫМИ СТОЧНЫМИ ВОДАМИ
Васильева Елена Викторовна, Фёдоров Виктор Матвеевич, Яковенко Елена Александровна.....178

ПРОГРАММА ПОВЫШЕНИЯ УРОВНЯ ГРАМОТНОСТИ ДЕТЕЙ В ОБЛАСТИ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ
Виноградов Олег Станиславович, Виноградова Наталья Александровна, Буренчева Елена Игоревна,
Оськин Виталий Сергеевич, Книгин Максим Николаевич.....184

МОДЕЛЬ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО РИСКА ПО ФАКТОРУ ТЯЖЕСТИ ТРУДА В СТРОИТЕЛЬСТВЕ
Ульянов Алексей Игоревич, Каверзнева Татьяна Тимофеевна.....159

ФАКТОРЫ СНИЖЕНИЯ ТЕХНОГЕННОЙ НАГРУЗКИ ПРИ ФИЛЬТРАЦИИ ГАЛИТОВЫХ ОТХОДОВ
Виноградова Наталья Александровна, Виноградов Олег Станиславович,
Высотин Николай Алексеевич, Зимин Сергей Юрьевич, Полудняков Александр Иванович.....193

ОРГАНИЗАЦИЯ ТРУДОУСТРОЙСТВА ВЫПУСКНИКОВ НАПРАВЛЕНИЯ «ТЕХНОСФЕРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ» НА ПРЕДПРИЯТИЯ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО СЕКТОРА
Назарова Ольга Михайловна, Гарькин Игорь Николаевич, Антошкин Денис Иванович,
Ураев Александр Олегович, Девина Лилия Ризаевна.....198

ОТНОШЕНИЕ К ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СПЕЦИАЛИСТОВ В ОБЛАСТИ ТЕХНОСФЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ
Бочкарева Людмила Петровна, Бодин Олег Николаевич, Белушкина Ольга Александровна,
Богаткина Екатерина Викторовна, Потапова Светлана Николаевна.....202

ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО РИСКА НА ПРИМЕРЕ РАБОТНИКА СТЕКЛОВОЛОКОННОГО ПРОИЗВОДСТВА
Румянцева Нина Вячеславовна, Каверзнева Татьяна Тимофеевна, Русскова Ирина Германовна,
Авдеева Марина Олеговна.....208

МЕТОДИКА СНИЖЕНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО РИСКА ПО ФАКТОРУ ТЯЖЕСТИ ТРУДА
Ульянов Алексей Игоревич, Каверзнева Татьяна Тимофеевна.....214

ОЦЕНКА И ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОСФЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА
Донцов Сергей Александрович.....218

АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ ПРОБЛЕМ СИСТЕМЫ ОТБОРА ВАХТОГО ПЕРСОНАЛА
Свиридова Татьяна Валерьевна, Боброва Ольга Борисовна, Некеров Евгений Алексеевич.....223

АНАЛИЗ СИТУАЦИИ ПО ВНЕДРЕНИЮ РАЗДЕЛЬНОГО СБОРА МУСОРА И ЕГО УТИЛИЗАЦИИ НА ПРИМЕРЕ НЕКОТОРЫХ ГОРОДОВ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Русскова Ирина Германовна, Румянцева Нина Вячеславовна, Авдеева Марина Олеговна, Шлепцова Анастасия Александровна.....229

ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТЬ СОЗДАНИЯ ЦЕНТРОВ ОБУЧЕНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НА ПОТЕНЦИАЛЬНО ОПАСНЫХ ОБЪЕКТАХ
Назарова Ольга Михайловна, Сайфетдинова Марьям Кяримовна, Ураев Александр Олегович, Девина Лилия Ризаевна, Реброва Надежда Юрьевна.....233

АНАЛИЗ ГОТОВНОСТИ СТУДЕНТОВ НАПРАВЛЕНИЙ ПОЖАРНОЙ И ТЕХНОСФЕРНОЙ ЕЗОПАСНОСТИ К ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ
Бочкарева Людмила Петровна, Бодин Олег Николаевич, Белушкина Ольга Александровна, Богаткина Екатерина Викторовна, Потапова Светлана Николаевна.....238

ТЕХНОЛОГИЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ КОМПОЗИТНЫХ РАСТВОРОВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ ТОННЕЛЕЙ ДЛЯ ЗАКРЕПЛЕНИЯ ГРУНТОВ
Зубрев Николай Иванович, Матвеева Тамара Владимировна, Панфилова Марина Ивановна, Устинова Марина Владимировна, Коростелева Анна Владимировна.....244

ИНДИКАТОРНЫЕ РАСТВОРЫ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗАГРЯЗНЁННОСТИ ПОВЕРХНОСТЕЙ ОБЪЕКТОВ ГИДРАЗИНОМ И ЕГО ПРОИЗВОДНЫМИ
Пашинин Валерий Алексеевич, Зубрев Николай Иванович, Панфилова Марина Ивановна, Панфилова Ирина Сергеевна, Леонова Данута Амброжьевна.....248

ОЦЕНКА ОПАСНОСТИ ДОБАВОК КОМПОЗИТНОГО РАСТВОРА НА ЗДОРОВЬЕ ТОННЕЛЬНЫХ РАБОТНИКОВ
Панфилова Марина Ивановна, Зубрев Николай Иванович, Ефремова Сания Юнусовна, Панфилова Ирина Сергеевна, Крошечкина Ирина Юрьевна.....253

CONTENT

Editor column.....12

INFORMATION SCIENCE, COMPUTING DEVICES AND CONTROLING

SOFTWARE-INFORMATION SYSTEM FOR THE ANALYSIS OF PUBLICATIONS OF USERS IN SOCIAL NETWORKS
Pashchenko Dmitry Vladimirovich, Martyshkin Alexey Ivanovich, Sinev Mihail Petrovich, Trokoz Dmitrii Anatolevich.....14

MONITORING AND SYSTEM ANALYSIS OF INFORMATION ELECTRONIC MEDIA FOR ENTER- PRISES OF THE MILITARY-INDUSTRIAL COMPLEX OF RUSSIA
Komarov Vitaly Nikolaevich, Roshchin Sergey Mikhailovich.....22

IMPROVING DYNAMIC MODEL OF FORMATION AND MANAGEMENT OF STRUCTURED PROD- UCT OPTIONAL PORTFOLIO
Fatyanova Margarita Eduardovna, Trifonov Andrey Yurevich.....26

THE BASIC ORGANIZATION OF THE UNIVERSITY'S ELECTRONIC INFORMATION EDUCATIONAL ENVIRONMENT BASED ON CLOUD TECHNOLOGIES
Vasin Leonid Anatolyevich.....31

MODELING OF A RECONFIGURABLE SYSTEM WITH A HARDWARE CONTROLLER OF TASKS AND A DISTRIBUTED TURN ON SERVICE NODES
Martyshkin Alexey Ivanovich.....37

THE VOLATILITY ESTIMATE OF THE WORKFORCE QUALITY
Zatepyakin Oleg Arkadievich, Yasinsky Dmitry Yuryevich.....43

METHODOLOGY FOR THE MULTILATERAL TESTING OF A WEB SERVER
Smirnov Dmitry Sergeevich, Shashkov Boris Dmitrievich.....49

DIAGNOSTIC METHODS FOR DETERMINING THE TECHNICAL CONDITION OF GAS TURBINE ENGINES DURING OPERATION AND MAINTENANCE
Koval Stanislav Ivanovich.....53

METHODS OF ANALYSIS OF SHORT TIME SERIES FOR CARDS SHEWHART
Prokofev Oleg Vladimirovich, Golubkova Ilonna Valerevna.....59

MATHEMATICAL MODEL OF THE COMPETITION OF PLANTS
Ganicheva Antonina valerianovna, Ganichev Alexey Valerianovich.....64

IMITATION MODELING OF MANAGEMENT PROCESS OPTIONAL PORTFOLIO
Fatyanova Margarita Eduardovna.....68

THE USE OF SIMULATION METHOD FOR EVALUATION OF EMERGENCY SITUATIONS
Avdeeva Marina Olegovna, Rumyantseva Nina Vyacheslavovna, Russkova Irina Germanovna, Doronin Alexander Sergeevich.....74

AUTOMATION CONFORMITY ASSESSMENT OF PERFORMANCE CHARACTERISTICS OF FLIGHT SIMULATORS WITH THE CHARACTERISTICS OF THE AIRCRAFT
Kvyatkovsky Yuri Grigoryevich, Remontov Andrey Petrovich, Kolesnikova Svetlana Viktorovna.....79

THE APPLICATION OF THE SIGNALS USING THE METHODS OF PSYCHO-PHYSICAL SIMULATION
Roganov Vladimir Robertovich, Kuvshinova Olga Aleksandrovna.....83

THE INTERPOLATING PWM MODULATORS FOR SIGNAL TRANSMISSION AND CONVERSION TECHNIQUE
Chulkov Valery Alexandrovich.....87

FOOD TECHNOLOGY

THE STUDY OF PRODUCTION OF FRUITS OF MOUNTAIN ASH RED, OBTAINED WITH THE USE OF THE ENERGY OF CAVITATION
Nitievskaya Ksenia Nikolaevna, Motovilov Oleg Konstantinovich, Motovilov Konstantin Yakovlevich, Shcherbinin Vyacheslav Vadimovich.....92

DEVELOPMENT ENRICHED WITH OMEGA-3 MEAT PRODUCTS AND RECOMMENDATIONS FOR THEIR USE IN THE FITNESS INDUSTRY
Asfondyarova Irina Vladimirovna, Dubkova Nadezhda Vladimirovna, Sagaidakovskaia Elizaveta Sergeevna.....99

THE FEATURES OF PREPARATION OF THE RAW MATERIALS IN THE PRODUCTION OF DISTILLATES FROM MANDARINS
Dubinina Elena Vasilyevna, Krikunova Ludmila Nikolaevna, Trofimchenko Vladimir Alexandrovich.....104

THE ANALYSIS OF PREFERENCES OF CONSUMERS CONCERNING SPECIALIZED DESSERT SAUCES
Averyanova Elena Vitalyevna, Belousova Darya Dmitriyevna.....110

TECHNICAL DECISION TO IMPROVE THE INDICATORS OF BREAD QUALITY AT MILITARY BAKERY
Kononov Alexander Valerievich.....116

A FEASIBILITY STUDY OF THE USE OF QUINOA IN THE PRODUCTION OF FISH SEMI-FIN- ISHED PRODUCTS AND INVESTIGATION OF THEIR CONSUMER PROPERTIES
Asfondyarova Irina Vladimirovna, Demchenko Vera Artemovna, Kucheryavenko Margarita Andreevna.....122

THE PECULIARITIES OF AMERICAN FOOD INDUSTRY (AT THE EXAMPLE OF DAIRY FARMING)
Veldina Yuliya Vasiyevna, Volnikova Elena Aleksandrovna.....127

DETERMINATION OF RATIONAL PARAMETERS, MATERIALS AND MANUFACTURING TECHNOLOGIES FOR ELEMENTS OF THE PLANETARY-CYCLOID GEARING REDUCERS
Lipov Alexander Viktorovich, Bolshakov German Sergeevich, Noskov Kirill Andreevich.....131

STUDY THE ULTRASOUND EFFECT ON UNPASTEURIZED BEER QUALITY
Davadov Fazrudin Davudovich, Gernet Marina Vasil'evna, Gribkova Irina Nikolaevna, Borisenko Olga Alekseevna, Yankevich Sergey Vladimirovich.....136

STUDY OF PROTEIN FRACTION COMPOSITION OF CORN GERM OIL CAKE
Matveeva Yuliya Aniktorievna, Chernova Elena Viktorovna, Bazhenova Irina Anatolyevna, Domoroshchenkova Maria Lvovna, Demyanenko Tatyana Fedorovna.....140

MODELING THE PROCESS OF COMPACTION OF MOISTURE-CONTAINING WASTES OF PLANT ORIGIN FOR EXAMPLE FRESH SUGAR BEET PULP
Avrorov Valery Alecsandrovish, Redchenko Maria Alexandrovna.....145

PASS ONLINE-CALCULATION OF THE BIOACTIVITY OF OXIDIZED POLYFLOORALTHYL ESTERS OF RESIN ACIDS
Bazarnova Julia Genrihovna, Popova Larisa Mihaylovna, Aronova Ekaterina Borisovna.....150

NUTRITION FACTOR WHEN GLUTEN SENSITIVE SENSORY ENTEROPATHY
Tiunov Vladislav Mikhailovich, Chugunova Olga Viktorovna.....155

ON REDUCING ENERGY CONSUMPTION WHEN DRYING BEET PULP
Murashkina Oxana Alecsandrovna, Redchenko Maria Alexandrovna, Avrorov Valery Alecsandrovish, Avrorov Gleb Valerievich.....160

ON THE IMPROVEMENT OF PRODUCTION TECHNJLOGY OF PECTIN CONTAINING FOOD FIBERS FROM SUGAR BEET PULP
Sarafankina Elena Alexsandrovna, Avrorova Lyudmila Alexsandrovna, Redchenko Maria Alexandrovna, Avrorov Valery Alexsandrovich.....165

ON PRESSING OF FRESH SUGAR BEET PULP
Redchenko Maria Alexandrovna, Avrorov Valery Alexsandrovich.....170

IMPROVEMENT OF TECHNOLOGY FOR OBTAINING PRODUCTS FROM YEAST DOUGH, DEEP FRIED
Rogozin Ilya Pavlovich.....174

HUMAN ACTIVITY SAFERY

THE SAFETY OF THE TAILINGS POND WITH TOXIC SEWAGE
Vasilyeva Elena Viktorovna, Fedorov Victor Matveevich, Yakovenko Elena Alexandrovna.....178

PROGRAM OF INCREASING THE LEVEL OF LITERACY OF CHILDREN IN THE FIELD OF FIRE SAFETY
Vinogradov Oleg Stanislavovich, Vinogradova Natalia Aleksandrovna, Burencheva Elena Igorevna, Oskin Vitaly Sergeevich, Knigin Maxim Nikolaevich.....184

OCCUPATIONAL RISK ACCUMULATION MODEL BY FACTOR OF LABOR SEVERITY IN CONSTRUCTION
Uljanov Aleksey Igorevich, Kaverzneva Tatyana Timofeevna.....189

FACTORS TO REDUCE TECHNICAL LOADING AT FILTERING OF GALITE WASTES
Vinogradova Natalia Aleksandrovna, Vinogradov Oleg Stanislavovich, Vysotin Nikolay Alekseevich, Zimin Sergey Yurievich, Poludnyakov Alexander Ivanovich.....193

ORGANIZATION OF EMPLOYMENT OF GRADUATES OF THE DIRECTION "TECHNICAL SPHERE SAFETY" TO THE ENTERPRISES OF THE AGRO-INDUSTRIAL SECTOR
Nazarova Olga Mikhailovna, Garkin Igor Nikolaevich, Antoshkin Denis Ivanovich, Devina Liliya Rizaevna, Uraev Alexander Olegovich.....198

ATTITUDE TO PROFESSIONAL ACTIVITY OF SPECIALISTS IN THE FIELD OF TECHNOSPHERIC SAFETY
Bochkareva Lyudmila Petrovna, Bodin Oleg Nikolayevich, Belushkin Olga Alexandrovna, Bogatkina Ekaterina Viktorovna, Potapova Svetlana Nikolayevna.....202

APPROACHES TO THE ASSESSMENT OF OCCUPATIONAL RISK ON THE EXAMPLE OF THE EMPLOYEE OF THE FIBERGLASS MANUFACTURING
Rumyantseva Nina Vyasheslavovna, Kaverzneva Tatyana Timofeevna, Russkova Irina Germanovna, Avdeeva Marina Olegovna.....208

TECHNIQUE TO REDUCE OCCUPATIONAL RISK BY FACTOR OF LABOR SEVERITY
Uljanov Aleksey Igorevich, Kaverzneva Tatiana Timofeevna.....214

ASSESSMENT AND ENSURING TECHNOSPHERE SAFETY AT OPERATION OF THE ROLLING STOCK
Dontsov Sergey Aleksandrovich.....218

STUDY OF EXISTING PROBLEMS SHIFT PERSONNEL SELECTION SYSTEM
Sviridova Tatyana Valeryevna, Bobrova Olga Borisovna, Nekerov Evgeny Alekseevich.....223

ANALYSIS OF THE SITUATION FOR THE IMPLEMENTATION OF SEPARATE COLLECTION OF WASTE AND ITS RECYCLING ON THE EXAMPLE OF SOME CITIES OF THE RUSSIAN FEDERATION
Russkova Irina Germanovna, Rumyantseva Nina Vyacheslavovna, Avdeeva Marina Olegovna, Shleptsova Anastasia Aleksandrovna.....229

EXPEDIENCY OF CREATING VOCATIONAL SAFETY TRAINING CENTERS AT POTENTIALLY HAZARDOUS FACILITIES
Nazarova Olga Mikhailovna, Sayfetdinova Maryam Kyarimovna, Uraev Alexander Olegovich, Devina Liliya Rizaevna, Rebrova Nadezhda Yuryevna.....233

ANALYSIS OF READINESS OF STUDENTS DIRECTIONS FIRE AND TECHNOSPHERE SAFETY ACTIVITIES IN EMERGENCY SITUATIONS
Bochkareva Lyudmila Petrovna, Bodin Oleg Nikolayevich, Belushkin Olga Alexandrovna, Bogatkina Ekaterina Viktorovna, Potapova Svetlana Nikolayevna.....238

TECHNOLOGY OF PREPARATION COMPOSITE SOLUTIONS USED IN THE CONSTRUCTION OF TUNNELS FOR SOIL CONSOLIDATION
Zubrev Nikolay Ivanovich, Matveeva Tamara Vladimirovna, Panfilova Marina Ivanovna, Marina Vladimirovna Ustinova, Korosteleva Anna Vladimirovna.....244

DISPLAY SOLUTIONS FOR ASSESSING CONTAMINATION OF SURFACES OBJECTS OF HYDRAZINE AND ITS DERIVATIVES
Pashinin Valery Alekseevich, Zubrev Nikolay Ivanovich, Panfilova Marina Ivanovna, Panfilova Irina Sergeevna.....248

RISK ASSESSMENT OF ADDITIVES OF THE COMPOSITE SOLUTION ON THE HEALTH OF THE TUNNEL WORKERS
Panfilova Marina Ivanovna, Zubrev Nikolay Ivanovich, Panfilova Irina Sergeevna, Efremova Saniya Yunusovna, Kroshechkina Irina Yurievna.....253

ЭФФЕКТИВНЫЕ МЕТОДЫ ПРОИЗВОДСТВА И ГЛУБОКОЙ ПЕРЕРАБОТКИ АГРАРНОЙ ПРОДУКЦИИ ДЛЯ ПИЩЕВОЙ И ПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ СИБИРИ

В структуре промышленного производства России доля пищевой и перерабатывающей промышленности составляет порядка 15%. Наравне с металлургическим производством и топливной промышленностью она входит в число лидеров по выпуску промышленной продукции. Индекс производства пищевых продуктов ежегодно составляет 106-107%. Это связано с увеличенным спросом на мясную, молочную, рыбную и другие виды продукции, удовлетворяется же он не в полной мере. Потребление населением некоторых из основных продуктов питания значительно ниже рекомендуемых норм. Среднедушевое потребление таких важнейших продуктов, как мясо и мясопродукты, молоко и молокопродукты, рыба и рыбопродукты, яйцо, остается ниже рекомендуемых медицинских норм потребления.

Пищевая и перерабатывающая промышленность является инвестиционно привлекательной, о чем свидетельствует рост вложений в основной капитал за счет всех источников финансирования. Основной удельный вес инвестиций приходится на машины и оборудование – 56%. Бюджетные средства составляют 0,5%.

Значительная часть пищевой промышленности России сосредоточена в руках транснациональных корпораций, которые могут контролировать и розничные цены на продукты питания и закупочные цены на сельхозсырье. Доля иностранного капитала в пищевой промышленности уже составляет 60% и продолжает устойчиво расти. Наибольшая доля рынка принадлежит иностранным корпорациям: почти 60% рынка переработки молока, более 70% соковой продукции, порядка 80% замороженных овощей и фруктов, более 90% плодовоовощной консервации. Отечественные компании пока сохраняют лидерство на рынках мясопереработки и хлебобулочных изделий, однако в данных сегментах также прослеживается общий для всех подотраслей тренд – поглощение более мелких компаний крупными корпорациями, в том числе – западными.

Модернизация пищевой и перерабатывающей промышленности за последние годы осуществляется в основном на базе импортируемого технологического оборудования, что создает дополнительные риски по развитию отраслей промышленности. Для отраслей, вырабатывающих социально значимые продукты питания, целесообразно техническое перевооружение и реконструкцию проводить с использованием отечественного оборудования, выпуск которого должен восстановить российский машиностроительный комплекс.

Однако темпы обновления основных производственных фондов в ряде отраслей пищевой и перерабатывающей промышленности недостаточны, чтобы в полной мере обеспечивать внутренний рынок отечественной продукцией на основе импортозамещения. Производственные мощности мукомольно-крупяной, хлебопекарной, сахарной, молочной, мясной промышленности в настоящее время в основном морально и физически устарели и не полностью загружены, что связано с дефицитом сельскохозяйственного сырья.

Увеличение производства продукции животноводства и растениеводства в рамках реализации «Государственной программы развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на период 2013-2020 гг.» выявило наличие диспропорций в объемах производства сырья и имеющихся производственных мощностей по его своевременной переработке.

Одним из факторов устойчивого развития пищевой и перерабатывающей промышленности, включая комплекс организационно-экономических и технологических мер, направленных на повышение эффективности отрасли является широкое использование достижений науки и техники. Сибирским научно-исследовательским и технологическим институтом, входящим в состав Сибирского федерального научного центра агробиотехнологий РАН разработаны:

- концепция интенсификации процессов переработки биосырья, основанная на механическом разрушении его структуры, увеличении удельной поверхности контакта и активизации гидроаэродинамического взаимодействия энергоносителя и объекта обработки. На этой основе разрабатывались принципиально новые высокоэффективные технологии и оборудование по производству пищевых животных жиров, сухих животных кормов, переработки сахарной свеклы на сахарный сироп и сахар и другие разработки;

- унифицированная поточная линия для подготовки картофеля к хранению, на посадку и реализацию, состоящая из отдельных модулей. Она позволяла выполнять в едином потоке ряд операций: сепарацию вороха картофеля, разделение на фракции, гидросортировку, протравливание семенной фракции, просушку с одновременным калиброваниием, накопление в бункерах и загрузку в транспортные средства;

- технологическая линия приготовления высокобелковой мясокостной пасты, мясокостных гранул и комбикормов для свиней и птицы, кормов для непродуктивных животных;

- технологии переработки растительного и животного сырья на обезвоженные продукты и полуфабрикаты;

- разработаны НД и технологии производства:

- продуктов из мяса аборигенного скота северных территорий (оленей, яков, якутских лошадей, маралов) копчено-запеченных, сырокопченых, варено-копченых;

- колбас сырокопченых, полукопченых, варено-копченых;

- технология переработки зерновых крахмалоносов на кормовые и пищевые сахаропродукты с использованием элементов нанобиотехнологий: кавитации, ионизации и ферментации с использованием роторно-пульсационных и газо-вихревых установок, что позволило существенно ускорить процесс биоконверсии. Отличительными особенностями предлагаемой технологии является: возможность организации производства сахаросодержащих кормовых добавок в сельскохозяйственных предприятиях из собственного сырья, использование разных видов зернового крахмалсодержащего сырья (рожь, пшеница, ячмень, овес, тритикале) в т.ч. некондиционного и вторичного, простота и универсальность аппаратурного оформления, широкий диапазон типоразмеров, экологичность, энерго- и ресурсосбережение.

В настоящее время основные исследования по хранению и переработке сельскохозяйственной продукции в мировой практике направлены на разработку пишевых био- и нанотехнологий. В связи с этим, в Программе развития Сибирского федерального научного центра агробиотехнологий на 2016-2020 гг. по направлению «хранение и переработка сельскохозяйственной продукции», основное внимание уделено разработке и усовершенствованию биотехнологий получения функциональных продуктов питания, полуфабрикатов, пищевых и кормовых добавок, кормов с заданными свойствами на основе биологических активных соединений и биокомпозиций из сырья растительного и животного происхождения, а также отходов и малоценного сырья.

Это позволит:

- для человека проводить коррекцию и профилактику патологических состояний человека с использованием функциональных и специализированных пищевых продуктов в рационе различных групп населения; отказаться от импорта ряда пищевых продуктов и добавок (пищевых паток и др.);

- для сельскохозяйственных животных, птицы и промышленного рыбоводства снизить дефицит кормового белка, затраты кормов на единицу продукции, отказаться от импортных премиксов, содержащих вещества антибиотической и гормональной природы; повысить продуктивность, качество получаемой продукции, устойчивость агропромышленного комплекса.

Мотовилов О.К.

Мотовилов Олег Константинович, *доктор технических наук, доцент, руководитель Сибирского научно-исследовательского и технологического института переработки сельскохозяйственной продукции Сибирского федерального научного центра агробиотехнологий Российской академии наук.*

В 2004 году защитил кандидатскую диссертацию по специальности 05.18.04 – «Технология мясных, молочных, рыбных продуктов и холодильных производств». В 2007 получил диплом доцента по специальности 05.18.04 – «Технология мясных, молочных, рыбных продуктов и холодильных производств». В 2012 году защитил докторскую диссертацию по специальности 05.18.15 – «Технология и товароведение пищевых продуктов и функционального и специализированного назначения и общественного питания».

Тематика научных исследований посвящена актуальным проблемам разработки научных основ новых ресурсосберегающих высокоэффективных технологий переработки и хранения продукции с целью получения экологически безопасных продуктов функционального питания различных групп населения Сибири.

Наличие богатого экспериментального материала позволило получить 27 авторских свидетельств и патентов, издать 7 рекомендации, одобренных научно-техническими советами, и утвердить 22 технических условий (ТУ) на новые кормовые добавки и пищевые продукты.

Автор 165 научных работ, 6 монографий и книг, 7 методических рекомендаций и наставлений. Подготовил 4 кандидата наук.

В настоящее время является членом двух диссертационных советов по защите докторских и кандидатских диссертаций.

УДК 004.67

ПРОГРАММНО-ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ДЛЯ АНАЛИЗА ПУБЛИКАЦИЙ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ В СОЦИАЛЬНЫХ СЕТЯХ

© 2019

Пащенко Дмитрий Владимирович, доктор технических наук, профессор, проректор по научной работе
Пензенский государственный технологический университет
(440039, Россия, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11, e-mail: dmitry.pashcenko@gmail.com)
Мартышкин Алексей Иванович, кандидат технических наук, доцент,
доцент кафедры «Вычислительные машины и системы»
Пензенский государственный технологический университет
(440039, Россия, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11, e-mail: alexey314@yandex.ru)
Синев Михаил Петрович, кандидат технических наук, доцент,
доцент кафедры «Вычислительная техника»
Пензенский государственный университет
(440026, Россия, г. Пенза, улица Красная, 40, e-mail: mix.sinev@gmail.com)
Трокоз Дмитрий Анатольевич, кандидат технических наук, доцент,
доцент кафедры «Вычислительная техника»
Пензенский государственный университет
(440026, Россия, г. Пенза, улица Красная, 40, e-mail: dmitriy.trokoz@gmail.com)

Аннотация. Статья посвящена рассмотрению вопроса создания программно-информационной системы для анализа публикаций пользователей в социальных сетях. Актуальность представляемой темы заключается в том, что в последнее время наблюдается повсеместное проникновение информационных технологий, в частности социальных сетей, в жизнь современного общества. Объект исследования – современные программные средства на основе технологий анализа публикаций пользователей в социальных сетях. Предмет исследования представляет собой математические модели отображения социальных сетей и методы их анализа. Цель работы – проектирование и разработка программно-информационной системы для анализа публикаций пользователей в социальных сетях, необходимой для решения задачи составления рейтинга публикаций пользователей, записей в сообществах и т.п. Показаны основные этапы синтеза программного средства: разработка серверной и клиентской части, приведены соответствующие схемы и UML-диаграммы, а также представлены задачи, которые решаются во время исследований. Продемонстрированы результаты работы предлагаемой программно-информационной системы и определены возможности ее применения. В заключении сделаны выводы по проделанной работе.

Ключевые слова: анализ социальных сетей, большие данные, веб-сайт, взаимодействие участников, визуализация данных, извлечение данных из соцсетей, информационные технологии, количественная оценка, открытые источники, пользователь, программные компоненты, программное средство, социальная сеть ВКонтакте.

SOFTWARE-INFORMATION SYSTEM FOR THE ANALYSIS OF PUBLICATIONS OF USERS IN SOCIAL NETWORKS

© 2019

Pashchenko Dmitry Vladimirovich, doctor of technical sciences, professor, vice-rector for scientific work
Penza State Technological University
(440039, Russia, Penza, Baidukov passage / Gagarin St., 1a / 11, e-mail: dmitry.pashcenko@gmail.com)
Martyshkin Alexey Ivanovich, candidate of technical sciences, docent,
associate Professor of sub-department «Computers and systems»
Penza State Technological University
(440039, Russia, Penza, Baydukov Proyezd / Gagarin St., 1a/11, e-mail: alexey314@yandex.ru)
Sinev Mihail Petrovich, candidate of technical Sciences,
associate Professor of sub-department «Computer engineering»
Penza State University
(440026, Russia, Penza, Krasnaya St., 40, e-mail: mix.sinev@gmail.com)
Trokoz Dmitrii Anatolevich, candidate of technical Sciences, associate Professor, associate Professor of sub-department «Computer engineering»
Penza State University
(440026, Russia, Penza, Krasnaya St., 40, e-mail: dmitriy.trokoz@gmail.com)

Abstract. The article is devoted to the consideration of the issue that concerns the research of the existing means of collecting and analyzing data from social networks. The relevance of the research topic being presented is that recently there has been a widespread penetration of information technologies, in particular social networks, into the life of modern society. The object of the research is modern software based on the analysis of user pub-

lications in social networks. The subject of research is a mathematical model of displaying social networks and methods for analyzing them. The goal of the work is to design and develop a software and information system for analyzing user publications in social networks, which is necessary to solve the problem of compiling a rating of user publications, community entries, etc. The main stages of software synthesis are shown: development of the server and client parts, corresponding schemes and UML diagrams are presented, and tasks that are solved during the research are presented. The results of the proposed software and information system are demonstrated and the possibilities of its application are determined. At the end of the work given some conclusions.

Keywords: analysis of social networks, big data, website, interaction of participants, data visualization, data extraction from social networks, information technology, quantification, open sources, user, software components, software, social network VKontakte.

Введение. Еще в середине 1800-х годов в своих книгах русский писатель, философ и общественник Владимир Одоевский (1803-1869) активно предсказывал появление популярных сегодня социальных сетей и сети Интернет [1]. Непосредственно понятие «социальная сеть» обрело свою сущность спустя почти век, в 1954 г. Этот термин был введен в обиход социологом Джеймсом Барнсом [2,3]. Однако это были лишь первые шаги к современному представлению глобальной сети и Всемирной паутины [4].

Постановка задачи. Актуальность темы исследования статьи заключается в том, что в последнее время наблюдается тенденция повсеместного проникновения информационных технологий (активное внедрение технологии «Big Data») в жизнь современного общества и в частности социальных сетей [5,6,7,8]. Происходящее можно оценить, как с положительной, так и с отрицательной стороны, ведь помимо появления новых потенциальных угроз могут быть освоены новые возможности в различных областях жизни общества [9,10] и [11, 12]. Непосредственно в статье приведена программно-информационная система, позволяющая проводить анализ публикаций пользователей социальных сетей, аналоги которой были рассмотрены в обзоре [13,14,15] и [16,17,18].

В работе программная система подразделяется, на клиентскую и серверную части. В классической архитектуре «клиент-сервер» три основные части приложения распределяются по двум физическим модулям [19] (рисунок 1).

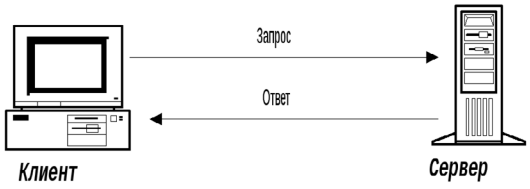


Рисунок 1 – Классическая клиент-серверная архитектура

Каждый из указанных подходов обладает недостатком:

- в первом случае (вся обработка информации осуществляется сервером) возникает проблема описания и отладки встроенных процедур;
- во втором случае (неоправданно перегружается сеть из-за передачи необработанных данных) усложняется изменение и поддержание системы, т.к. исправление ошибки или замена алгоритма вычислений требует одновременной полной замены всех интерфейсных программ, иначе последует несогласованность данных.

Для устранения отмеченных недостатков используются многоуровневые клиент-серверные модели (рисунок 2), которые более интеллектуально распределяют модули обработки данных, выполняющиеся на одном или нескольких отдельных серверах [19].

В данной работе программное средство использует трехуровневую архитектуру, а значит, состоит из трех компонент: клиента, сервера приложений и сервера базы данных [19]. Результат разработки структуры базы данных представлен на рисунке 3.

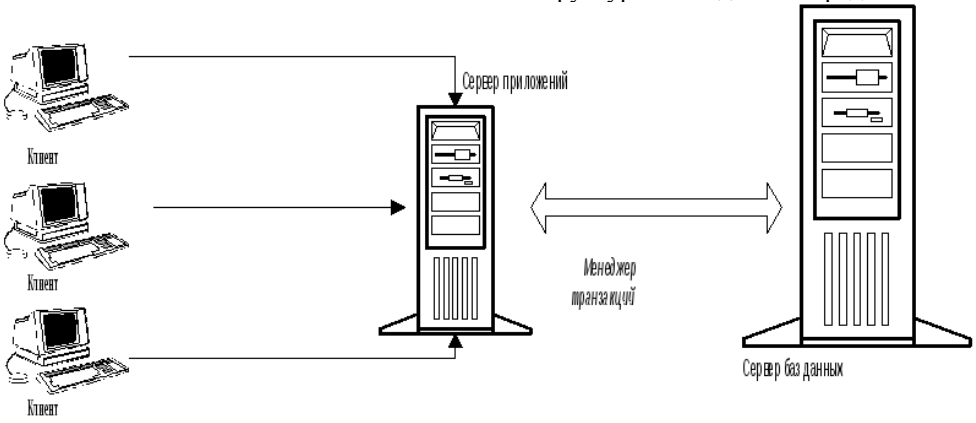


Рисунок 2 – Многоуровневая клиент-серверная архитектура

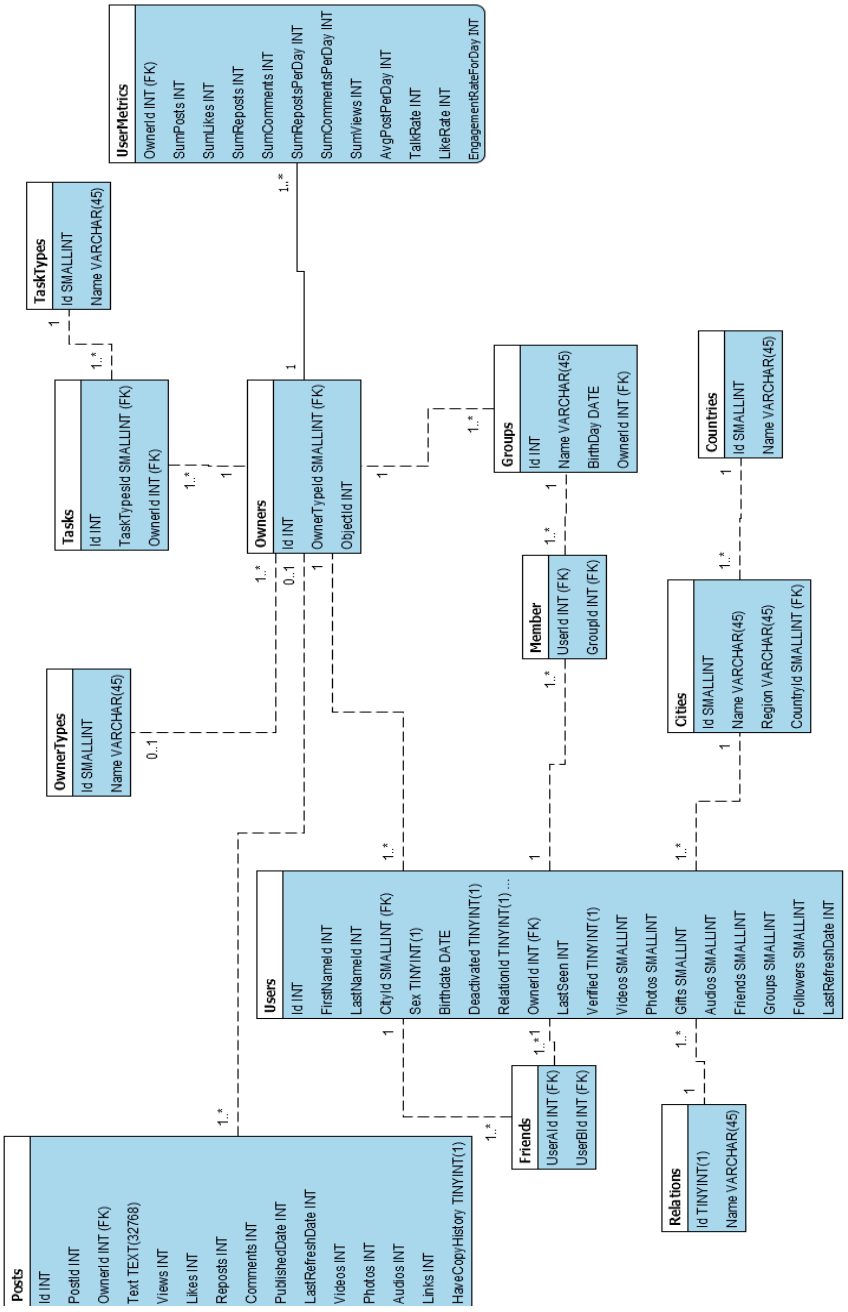


Рисунок 3 – Структура базы данных

Разработка серверной части.

Серверная часть должна выполнять следующие функции:

- получать содержимое публикаций пользователей из социальной сети;
- анализировать полученные публикации с помощью различных фильтров;
- формировать отчеты на основе анализа полученных данных;
- хранить полученные данные в базе данных;
- обеспечивать выполнения запросов от клиентской части.

Язык разработки серверной части: Python.

Таким образом, разработку серверной части можно разделить на разработку несколько модулей, каждый из которых будет выполнять отдельную функцию. В результате разработки были созданы следующие модули: взаимодействия с ВКонтакте; взаимодействия с клиентом; выполнения клиентских задач; обработки данных. Рассмотрим их по отдельности.

Модуль взаимодействия с ВКонтакте.

Получить публикации пользователей из социальной сети ВКонтакте можно несколькими способами:

- воспользоваться API ВКонтакте [20], который

позволяют получить массив структурированных данных от сервера ВКонтакте;

• создавать программное средство для сбора данных со страниц пользователей.

Первый вариант является наиболее предпочтительным т.к. для него не требуется создавать отдельного программного средства, но вместе с тем несет ограничения, связанные с работой API ВКонтакте.

Модуль взаимодействия с клиентом.

Взаимодействие с клиентской частью реализуется посредством сокетов. Сокет (англ. socket – разъем) – программный интерфейс для обеспечения обмена данными между процессами. Процессы при данном обмене могут исполняться как на одном устройстве, так и на различных устройствах, связанных между собой сетью.

В момент старта серверной части создается сокет, ожидающий подключения, и в случае создания соединения происходит обмен между серверной и клиентской частями.

Модуль выполнения клиентских задач.

Данный модуль является арбитром для других модулей программы. Он принимает задачи клиентской части от модуля взаимодействия с клиентом, определяет задачи для модулей обработки данных и взаимодействия с ВКонтакте.

Модуль обработки данных.

Занимается расчетами количественных характеристик для публикаций пользователей, а также отвечает за взаимодействие с базой данных и выполняет задачи, поставленные модулем выполнения клиентских задач.

Перед созданием программного кода была создана UML-диаграмма классов для серверной части (рисунок 4).

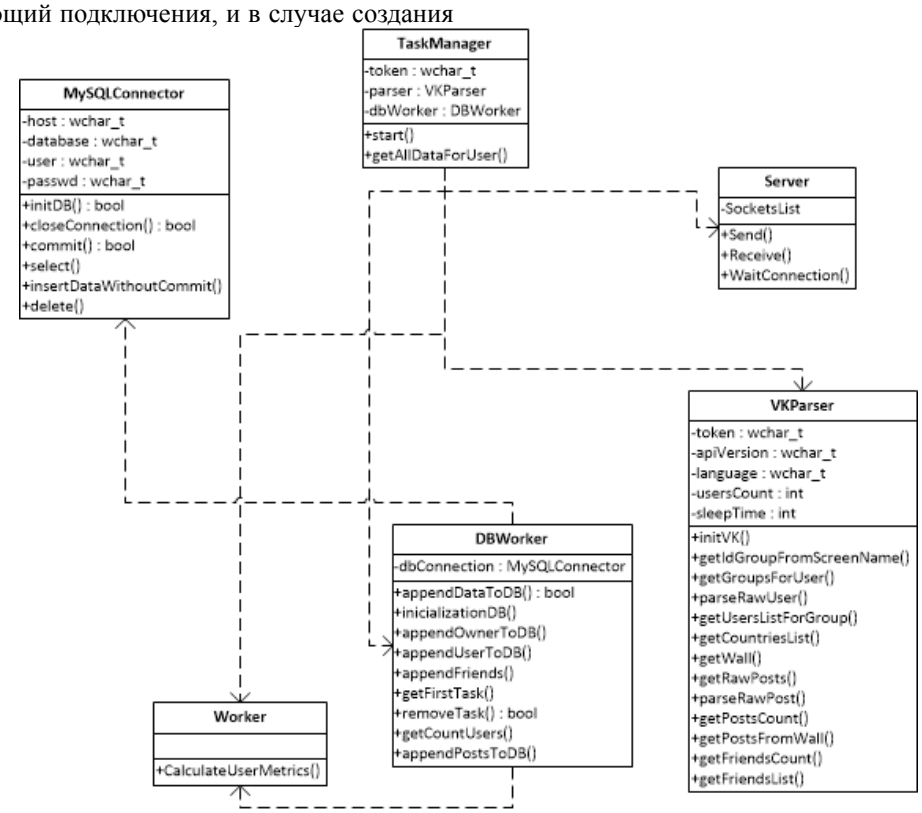


Рисунок 4 – Диаграмма классов для серверной части

Разработка клиентской части

В рамках данной работы клиентская часть должна выполнять следующие функции:

• формировать запросы для серверной части;

• выводить отчеты по полученным публикациям.

Клиентская часть должна обладать интуитивным графическим интерфейсом пользователя.

Язык разработки: C++ с библиотеками Qt.

По аналогии с серверной частью, клиентская часть была разделена на модули:

- управления;
- визуализации данных;
- взаимодействия с сервером.

Клиентская часть позволяет с помощью серверной получить следующие данные:

- оценка публикаций группы в социальной сети за определенный период;
- общая статистика по публикациям заданного числа пользователей, определенного города.

Перед созданием программного кода была создана UML-диаграмма классов для клиентской части (рисунок 5).

Результаты работы программного средства и анализ полученных данных

Результатом разработки является программная система, обладающая структурой, представленной на рисунке 6.

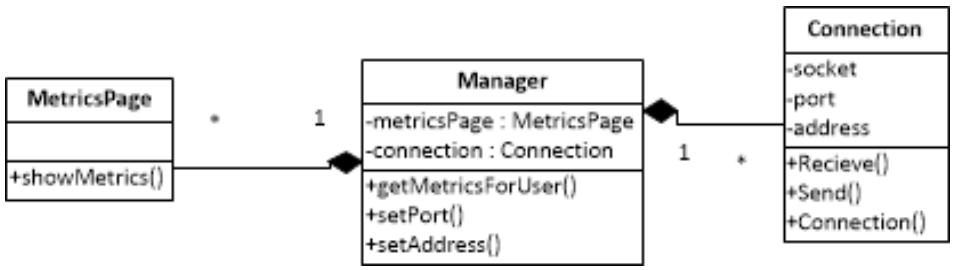


Рисунок 5 – Диаграмма классов для клиентской части

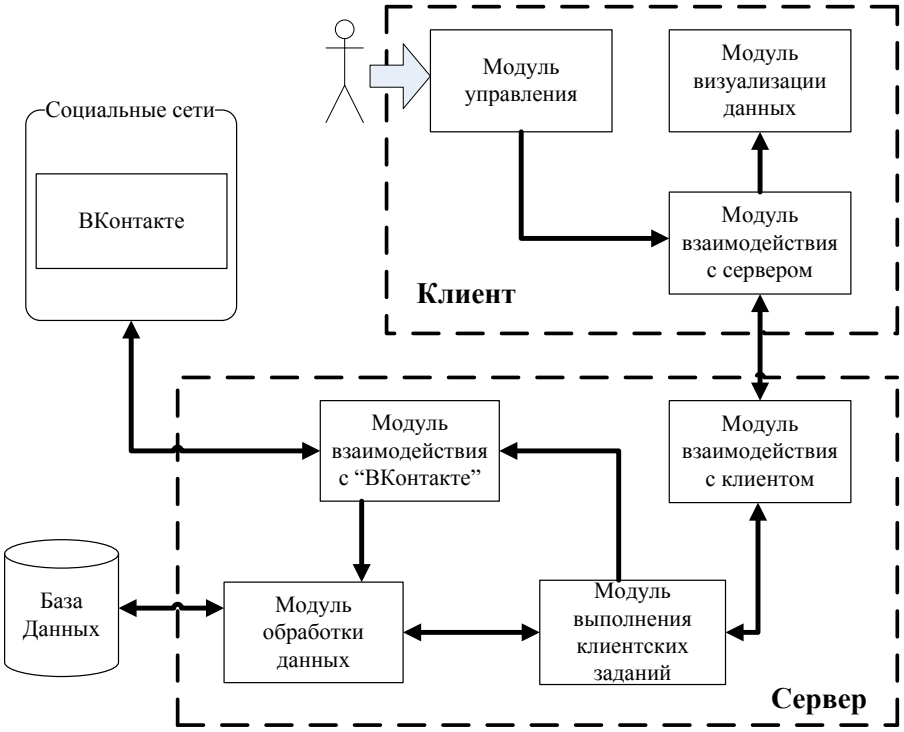


Рисунок 6 – Структура программной системы

Серверную часть можно запустить с различными параметрами, приведенными в таблице 1.

В случае запуска сервера без обязательных параметров, он выведет справочную информацию и прекратит работать (рисунок 7).

Таблица 1 – Описание запускаемых для серверной части команд

Параметр	Описание
Обязательные	
--port PORT, -p PORT	Установка номера порта, который будет прослушиваться сервером
--token TOKEN, -t TOKEN	Установка значения ключа доступа, для получения данных из ВКонтакте
--user USER, -u USER	Установка имени учетной записи для доступа к базе данных
--pass PASSWORD, -p PASSWORD	Установка пароля учетной записи для доступа к базе данных
Запросы	
--task TASKTYPE, -tk TASKTYPE	Установка типа запроса для получения данных(Варианты: g – для группы, u - пользователей)
--name NAME, -n NAME	Установка параметра, в зависимости от типа запроса либо ссылка на группу либо название города
-fd FIRST_DATE	Установка даты с которой будет осуществляться сбор(Формат:"ГГГГ.ММ.ДД")
-ld LAST_DATE	Установка даты до которой будет осуществляться сбор
-c COUNT	Установка требуемого числа пользователей для сбора
Другие	
--help, -h	Вывод справочной информации по параметрам запуска

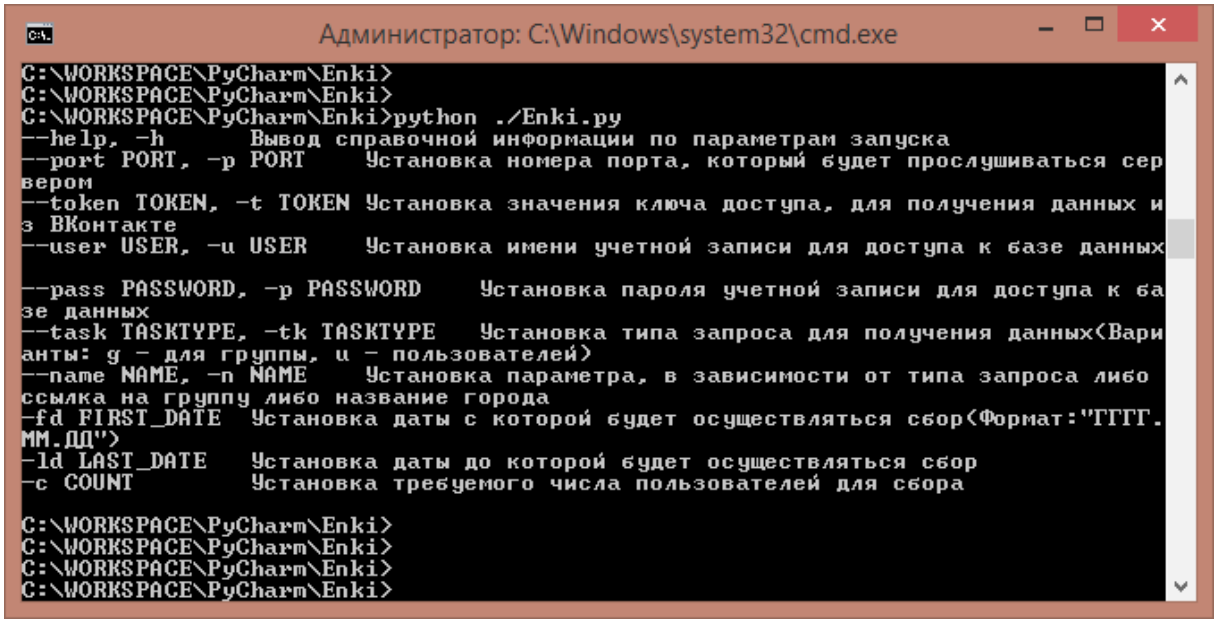


Рисунок 7 – Запуск сервера без параметров

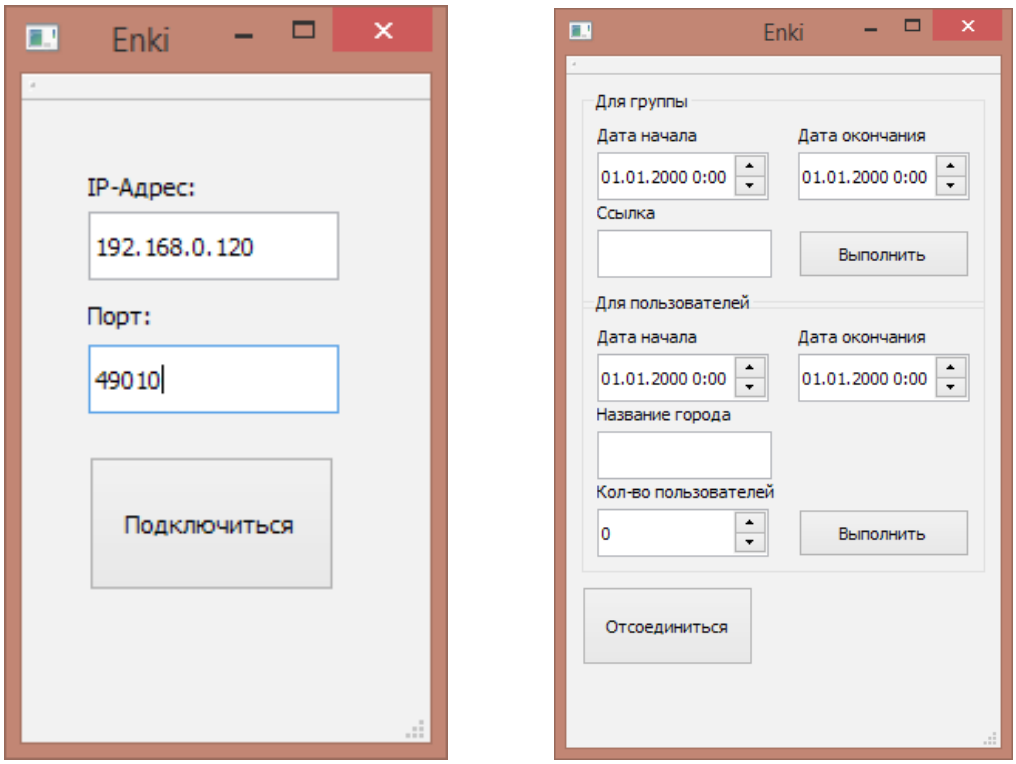
Во время старта клиентской части пользователю предлагается ввести ip-адрес и порт где располагается сервер (рисунок 8, а). В случае успешного соединения с сервером появится меню с дальнейшими возможными действиями (рисунок 8, б).

Предлагается две возможности: сбор данных о публикациях для группы по ее веб-адресу или общий сбор данных по публикациям пользователей социальной сети, указавшим свой город.

Результаты работы программы.

В качестве примера для анализа была выбрана группа: “Пенза новости”, расположенная по веб-адресу: «https://vk.com/news_pnz» (рисунок 9).

После завершения работы программы получаем результаты в формах вывода отчета анализа публикаций для группы из социальной сети ВКонтакте (рисунок 10,а) и анализ публикаций пользователей социальной сети ВКонтакте (рисунок 10,б).



а) б)

Рисунок 8 – Форма подключения к серверу для клиента (а); меню выбора задач для анализа (б)

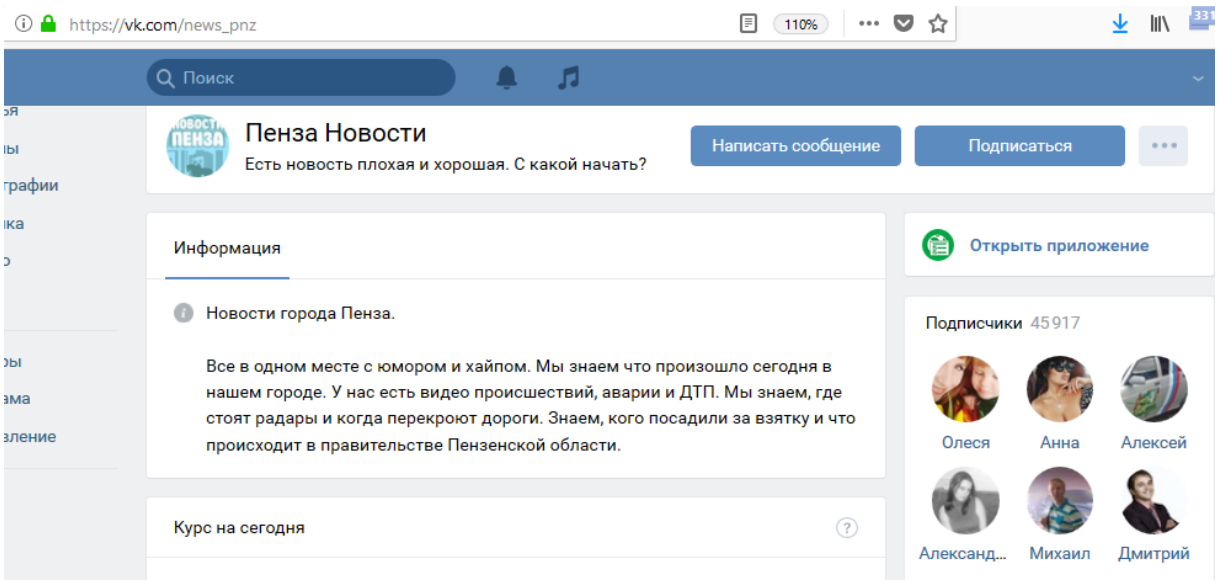
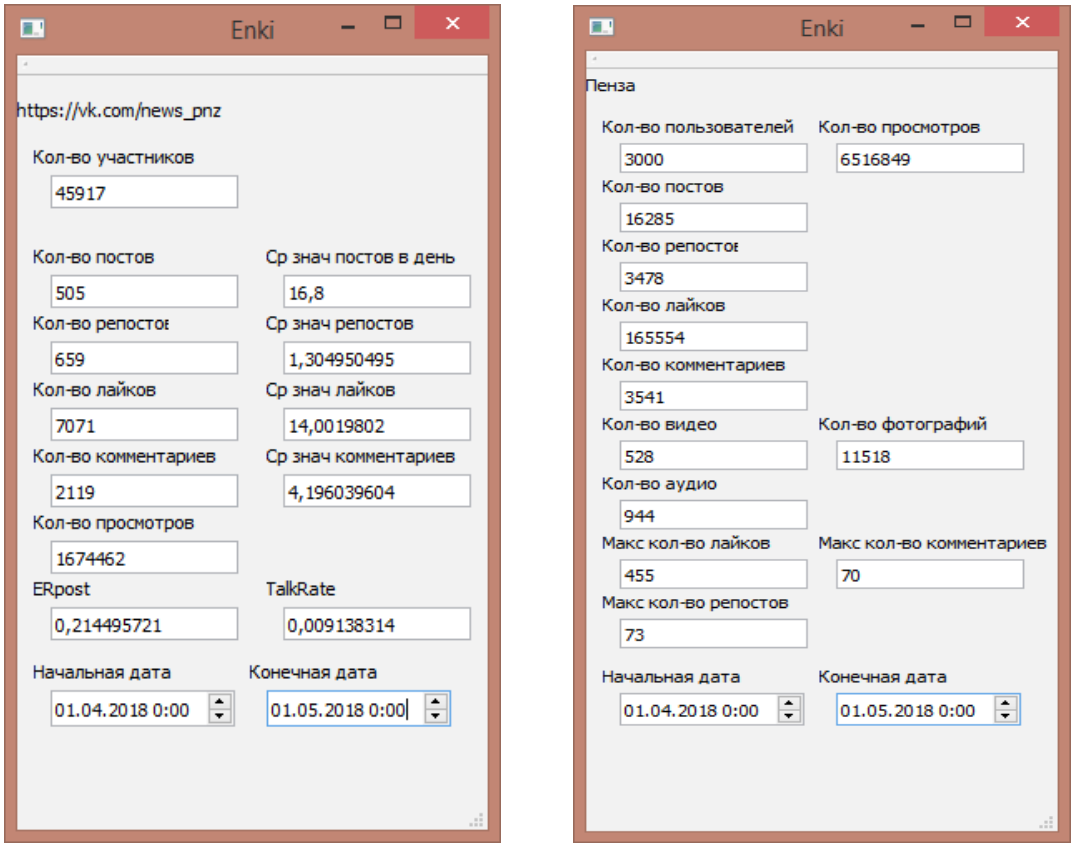


Рисунок 9 – Страница группы в социальной сети



а) б)

Рисунок 10 – Форма вывода отчета анализа публикаций для группы из социальной сети ВКонтакте (а); форма вывода отчета анализа публикаций пользователей социальной сети ВКонтакте (б)

По полученным данным (рисунок 10, а) можно сделать вывод, что в данной группе в день в среднем выпускается 16 публикаций. На каждую публикацию приходится: 14 отметок «Нравится» и 331 просмотров. У публикации в среднем оставляют 4 комментария и делают одну пересылку.

Для анализа публикаций пользователей (рисунок 10, б) были взяты пользователи, указавшие своим городом Пензу. Размер выборки 3000 пользователей, временные границы с 1 апреля 2018 по 1 мая 2018.

По полученным данным можно сделать вывод, что в среднем на пользователя в месяц приходится 5 публикаций. На каждую публикацию приходится: 10 отметок “Нравится” и 400 просмотров. Только почти каждую 5 публикация комментируют и пе-

ресылают. К публикациям чаще всего прикрепляют изображения реже звуковые файлы и еще реже видео.

Заключение. На основе проделанной работы можно сделать ряд выводов.

1. Рассмотрены архитектуры программных комплексов вида клиент-сервер. Выбрана трехуровневая архитектура клиент-сервер.

2. Выбрана СУБД MySQL и разработана структура данных для нее.

3. Разработаны клиентская и серверная части программно-информационного средства.

4. Разработано программно-информационное средство, позволяющее извлекать данные из социальных сетей, обрабатывать их с помощью фильтров по дате и по городу вероятного расположения пользователя, а также создавать отчеты по обработанным данным.

5. Произведен анализ публикаций из группы в социальной сети, а также отдельно произведен анализ публикаций пользователей социальной сети ВКонтакте.

6. Установлено, что разработанное специализированное программно-информационное средство имеет практическую ценность, выраженную в возможности его применения для определения количественных характеристик публикаций пользователей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Одоевский В.Ф. 4338-й год М.: Огонек, 1926 – 64 с.

2. White H.S. Identity and control: How social formations emerge. 2nd ed. Princeton, NJ: Princeton University Press, 2008.

3. John Arundel Barnes. Class and Committees in a Norwegian Island Paris. Article in Human Relations 7(1):39-58 · February 1954. DOI: 10.1177/001872675400700102.

4. Грановеттер М. Сила слабых связей // Экономическая социология. – 2009. – № 4. – С. 32–47.

5. Базенков Н.И. Обзор информационных систем анализа социальных сетей / Н.И. Базенков, Д.А. Губанов. // Управление большими системами. – 2013. – 41. – С. 357–394.

6. Новые методы работы с большими данными: победные стратегии управления в бизнес-аналитике: научно-практический сборник / под ред. А.В. Шмида. М.: ПАЛЬМИРА, 2016. – 528 с.

7. Силен Д., Мейсман А. Основы Data Science и Big Data. Python и наука о данных. СПб.: Питер, 2017. – 336 с.

8. Давыденко В.А., Ромашкина Г.Ф., Чуканов С.Н. Моделирование социальных сетей // Вестник Тюменского государственного университета. 2005. – №1. – С. 68–79.

9. Губанов Д.А., Новиков Д.А., Чхартишвили А.Г. Социальные сети: модели информационного влияния, управления и противоборства. – М.: Издво физико-математической литературы, 2010. – 228 с.

10. Тимонин А.Ю., Бождай А.С. Использование технологий Big Data для построения социального профиля человека на основе открытых источников // Вестник Пензенского государственного университета. – 2015. – № 2 (10). – С. 140–144.

11. Реутов Е.В., Реутова М.Н., Колпина Л.В., Бояринова И.В. Эффективность социальных сетей в региональном сообществе // Социологические исследования. – 2011. – № 1. – С. 79–88.

12. Реутов Е.В. Социальные сети в региональном сообществе: монография / Реутов Е.В.,Колпина Л.В., Реутова М.Н., Бояринова И.В.; отв. ред. Е.В. Реутов. Белгород: Константа, 2011. – С. 80–88.

13. Коршунов А., Белобородов И., Бузун Н., Аванесов В., Пастухов Р., Чихрадзе К., Козлов И., Гомзин А., Андрианов И., Сысоев А., Ипатов С., Филоненко И., Чуприна К., Турдаков Д., Кузнецов С. Анализ социальных сетей: методы и приложения // Труды Института системного программирования РАН. 2014. Т. 26. № 1. С. 439–456.

14. Чураков А.Н. Анализ социальных сетей // СоцИс. – 2001. – № 1. – С. 109–121

15. Батура Т.В. Методы анализа компьютерных социальных сетей // Вестник НГУ. Серия: Информационные технологии. – Том 10, – выпуск 4. 2012.

16. Davern M. Social networks and economic sociology: A proposed research agenda for a more complete social science // American Journal of Economics & Sociology, 1997. Vol. 56. Issue 3. P. 287–302.

17. Charu C. Aggarwal. Social Network Data Analytics. 2011. 520.

18. Исследование текстовой информации с помощью DataExplorer / Центр компетенции по технологии IBM Big Data. – М, 2014. – 23 с.

19. Борри Х. Firebird; руководство разработчика баз данных. Пер. с англ. – СПб.: БХВ-Петербург, 2006. – 1104 с.

20. Документация | Разработчикам | ВКонтакте [Электронный ресурс] // Документация. На этой странице приведены ссылки на самые востребованные разделы документации API.. URL: https://vk.com/dev/manuals (дата обращения: 25.03.2019).

Статья публикуется при поддержке гранта РФФИ «Конкурс на лучшие проекты фундаментальных научных исследований» (Грант № 19-07-00516 А).

Статья поступила в редакцию 01.04.2019
Статья принята к публикации 22.05.2019

УДК 004.853

МОНИТОРИНГ И СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ ИНФОРМАЦИИ ЭЛЕКТРОННЫХ СМИ ДЛЯ ПРЕДПРИЯТИЙ ОБОРОННО-ПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА РОССИИ

© 2019

Комаров Виталий Николаевич, аспирант
АНО ДПО «НОЦ ВКО «Алмаз-Антей»
ПАО «Машиностроительный завод имени М.И. Калинина, г. Екатеринбург»
(620017, Россия, Свердловская обл., г. Екатеринбург, пр. Космонавтов, 18, e-mail: zik343008@mail.ru)
Рощин Сергей Михайлович, кандидат технических наук, доцент
Брянский государственный технический университет
(241035, Брянская область, г. Брянск, бульвар 50 лет Октября, 7, e-mail: roschinsm@ya.ru)

Аннотация. В статье рассмотрена проблема информационного влияния современных электронных средств массовой информации на общество в целом и на предприятия оборонно-промышленного комплекса России в частности. Показана необходимость организации постоянного автоматизированного мониторинга и системного анализа информации в электронных средствах массовой информации в сети Интернет. Рассмотрены существующие методы и средства мониторинга: службы поиска (каталоги, поисковые системы и метапоисковые системы) и системного анализа информации. Предложено использование метапоисковых систем для построения информационной системы мониторинга и системного анализа информации. Показана необходимость создания хранилищ данных и появляющиеся в связи с этим возможности интеллектуального анализа информации (*Data Mining* – добыча данных, *Knowledge Discovery in Databases* – обнаружение знаний в базах данных). Сформулированы цель и задачи дальнейшего исследования. Предложена концептуальная модель автоматизированной системы мониторинга и системного анализа информации электронных средств массовой информации для предприятий оборонно-промышленного комплекса России. Представлено описание основных блоков системы.

Ключевые слова: мониторинг СМИ, системный анализ, информационная безопасность, система мониторинга и анализа информации, интеллектуальный анализ данных, интеллектуальные методы и алгоритмы, поддержка принятия решений.

MONITORING AND SYSTEM ANALYSIS OF INFORMATION ELECTRONIC MEDIA FOR ENTERPRISES OF THE MILITARY-INDUSTRIAL COMPLEX OF RUSSIA

© 2019

Komarov Vitaly Nikolaevich, post-graduate student
postgraduate studies "Almaz – Antey" Air and Space Defence Corporation", Joint Stock Company
Public Joint-stock Company "Kalinin Machinery Plant, Yekaterinburg" (PJCS "MZIK")
(620017, Russia, Sverdlovsk region, Ekaterinburg, etc. Cosmonauts, 18, e-mail: zik343008@mail.ru)
Roshchin Sergey Mikhailovich, Candidate of Technical Sciences, associate Professor
Bryansk State Technical University
(241035, Russia, Bryansk region, Bryansk, Boulevard 50 let Oktyabrya, 7, e-mail: roschinsm@ya.ru)

Abstract. The article deals with the problem of information influence of modern electronic media on society in General and enterprises of the military-industrial complex of Russia in particular. The necessity of continuous automated monitoring and system analysis of information in the electronic media on the Internet is shown. Reviewed existing methods and monitoring tools: the search service (directories, search engines and a metasearch engine) and system analysis of information. The use of metasearch systems for building an information system for monitoring and system analysis of information is proposed. The necessity of creating data warehouses and the emerging opportunities of information mining (Data Mining, knowledge discovery in databases) are shown. The purpose and objectives of further research are formulated. The conceptual model of the automated system of monitoring and system analysis of information of electronic mass media for the enterprises of military-industrial complex of Russia is offered. The description of the main blocks of the system is presented.

Keywords: media monitoring, system analysis, information security, information monitoring and analysis system, data mining, intelligent methods and algorithms, decision support.

Введение. В современном мире электронные средства массовой информации (СМИ), выполняя функцию источников информации, нередко выступают в качестве объектов и средств манипулирования общественным мнением и местом действия информационного противоборства [1]. Уже сейчас можно видеть, как они стали существенным инструментом информационного влияния на общество и даже полем информационных войн на межгосударственном уровне. Данный факт не может не тревожить, поскольку возникает реальная угроза РФ в сфере информационной безопасности.

Президент РФ В.В. Путин в ходе прямой линии 15 июня 2017 заявил, что Интернет и СМИ используются для информационных вбросов, а также для политической борьбы [2]. Годом ранее 25

апреля 2016 года на «Форуме действий. Регионы» в Йошкар-Оле В.В. Путин согласился с тем, что против России действительно идет информационная война [3].

По словам начальника Генштаба Вооруженных сил РФ (2004-2008 годы) генерала армии Ю.Н. Балуевского: «Победа в информационном противоборстве в реалиях сегодняшнего мира приобретает подчас большее значение, чем победа в классической войне с применением оружия» [4].

Предприятия оборонно-промышленного комплекса (ОПК) России в такой ситуации не являются исключением и также подвергаются информационному воздействию. Для обеспечения их нормальной работы необходимо, что называется, «держать руку на пульсе» и в постоянном режиме проводить мониторинг и анализ материалов СМИ.

По данным Роскомнадзора на начало 2018 года в нашей стране количество действующих электронных СМИ составило порядка 25000 [5]. Такое количество источников информации невозможно отследить в ручном режиме.

В решении подобных задач могут помочь автоматизированные информационные системы, предназначенные для выявления в СМИ основных информационных поводов, информационных атак недостоверной и негативной информации, аномальной активности по новостным темам, а также первоисточников распространения информации.

Вышесказанное служит предпосылкой для создания системы мониторинга и системного анализа информации электронных СМИ для предприятий ОПК.

В настоящей статье рассмотрены существующие методы и средства мониторинга и системного анализа информации, предлагается описание концептуальной модели системы, что даёт возможность ее разработки.

Методы и средства мониторинга и анализа информации новостных источников

Под мониторингом информации электронных СМИ в данной работе понимается процесс систематического отслеживания сообщений по определенной тематике в новостных интернет-источниках (новостных сайтах) и её сбора для дальнейшей обработки. Современные системы информационного поиска позволяют проводить мониторинг информации в сети Интернет и в какой-то степени её анализировать. Данные системы, предназначенные для поиска информации (рисунок 1) подразделяются на каталоги, поисковые системы и метапоисковые системы [6]. Из рисунка 1 видно, что при разработке информационной системы мониторинга и системного анализа информации наибольший интерес представляют метапоисковые системы, поскольку они используют функционал как каталогов, так и поисковых систем.

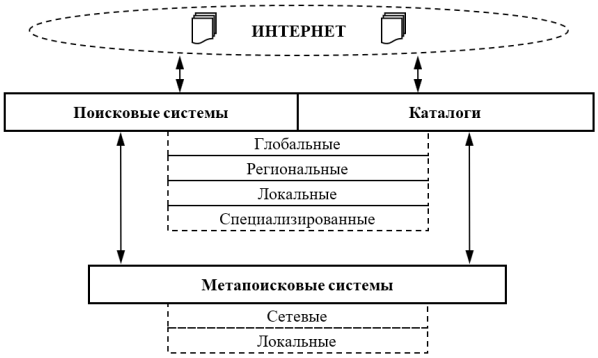


Рисунок 1 – Организация систем информационного поиска Интернета

Стратегия и широта охвата различными поисковыми системами информационных ресурсов Интернета сильно различаются, что приводит к разноречивым ответам на одинаковый запрос пользователя, это объясняет появление метапоисковых систем (рисунок 2). Специфическая особенность работы метапоисковых систем заключается в интеграционном подходе к взаимодействию с различными поисковыми системами, который позволяет объединить результаты поиска информации из разных поисковых систем и получить более полную картину необходимой информации и уменьшить время её поиска, что очень эффективно на начальных этапах поиска [8].

Для дальнейшего использования, собранной в результате мониторинга информации, её необходимо проанализировать: структурировать, классифицировать, объединить похожую информацию, подобрать ключевые слова, исключить недостоверную информацию, выявить новую информацию (относительно уже известной), установить связи. Только после этого собранная информация будет пригодна для создания отчетов, принятия управленческих решений. Исходя из вышесказанного, системный анализ информации можно представить как комплекс процессов обработки информации, основные из них – индексирование, классификация, кластеризация.

После проведения системного анализа информация направляется пользователю. Современные поисковые системы предоставляют результаты поиска в виде перечня найденных информационных ресурсов по степени релевантности, то есть соответствия запросу пользователя. Как правило, поисковая выдача представляет собой тысячи, а то и десятки тысяч найденных ресурсов, большой объем данных затрудняет проведение оперативного анализа полученной информации [5]. Создание хранилищ полученных данных для последующего качественного их анализа существенно расширяют возможности обработки информации. Построение хранилищ данных (ХД) помимо создания архивов информации и формирования отчетов предоставляет дополнительные возможности использования методов интеллектуального анализа данных и применения средств, упрощающих поиск информации.

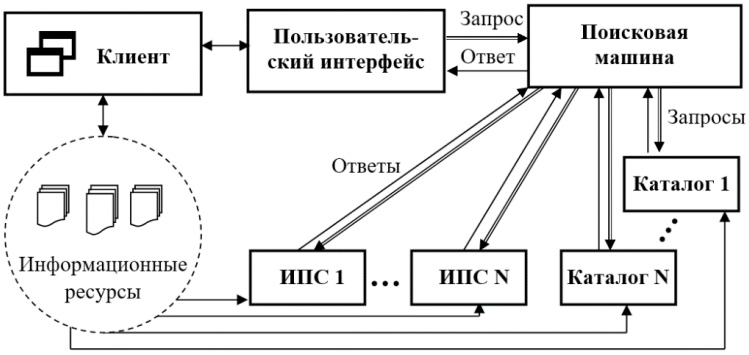


Рисунок 2 – Структура метапоисковой системы

Основными компонентами архитектуры хранилища данных являются OLAP-сервер, отвечающий за хранение данных и OLAP-клиент, который позволяет проводить аналитическую обработку данных [6,7].

Концепция системы мониторинга и системного анализа информации электронных СМИ для предприятий ОПК

Проведенный обзор позволяет сформулировать задачи дальнейшего исследования для разработки информационной системы мониторинга и системного анализа информации электронных СМИ в среде Интернет на предприятиях ОПК:

– разработать структурную модель системы;

– разработать модули (подсистемы) сбора, обработки, хранения, анализа данных, поддержки принятия решений, визуализации;

– разработать методы и алгоритмы интеллектуального анализа информации;

– программная реализация системы.

Функционал системы предполагает:

1) описание предметной области;
2) отбор информации из электронных СМИ в сети Интернет;
3) индексирование собранной информации;
4) предварительная обработка информации;
5) структурирование (кластеризация, классификация) информации;
6) хранение и управление информацией в хранилище данных;
7) выборка информации из хранилища, релевантной запросу пользователя;
8) представление (визуализация) информации пользователю в удобном для восприятия виде;
9) формирования аналитических, статистических отчетов по собранной и обработанной информации;
10) построение прогнозов развития ситуаций;
11) формулирование вариантов принятия корректирующих решений по результатам мониторинга и анализа данных для лица, принимающего решение (ЛПР).

На рисунке 3 показана обобщенная структурная схема системы мониторинга и системного анализа информации электронных СМИ.

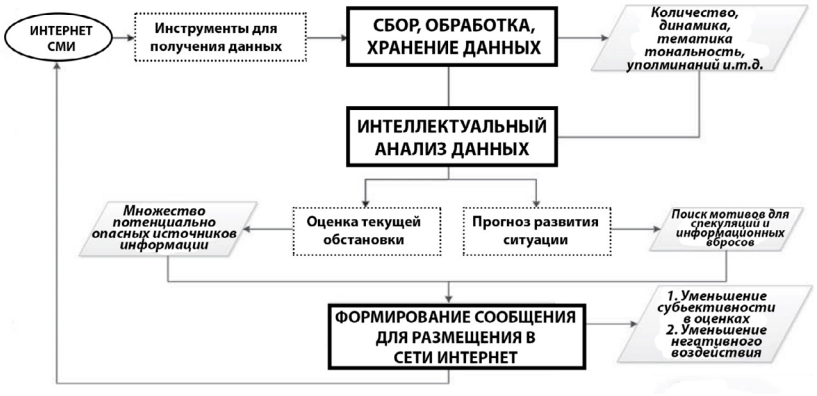


Рисунок 3 – Обобщенная структурная схема системы

Первый блок системы представляет собой подсистему сбора, обработки и хранения данных интернет-ресурсов. Он собирает данные по определенным параметрам и производит оценку различных статистических показателей, включая тональность сообщения. Этот блок заносит все данные в хранилище данных.

Второй блок системы предназначен для анализа данных интернет-ресурсов с целью оценки информационного поля вокруг предприятия, тематик, лежащих в сфере интересов предприятия, руководителей и т.п. Оценка информационного поля включает в себя: оценку текущей информационной обстановки (негативная, позитивная, нарастает

социальное напряжение, требуется вмешательство органов власти и т.п.) и прогноз развития складывающейся обстановки под воздействием различных факторов [9]. Работа данного блока основывается на технологии *Data Mining* – одной из современных метатехнологий, предназначенной для переработки сырой информации с целью получения продуктивных знаний [10].

Третий блок выполняет функцию системы поддержки принятия решений при формировании информационного поля вокруг предприятия. Он выступает как советующая система, которая позволяет ЛПР сформировать информационную кампанию в СМИ [9].

Заключение. В современном мире скорость распространения информации велика, поэтому крайне необходимо своевременно реагировать на все информационные поводы, анализируя и ранжируя их по степени возможного причинения вреда. Крайне важно в данных реалиях обеспечить стабильную работу стратегических предприятий страны, обеспечив своевременное реагирование на любое информационное воздействие. Рассмотренная концепция информационной системы мониторинга и системного анализа информации электронных СМИ может стать серьёзным инструментом для предприятий ОПК России в части обеспечения информационной безопасности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Губанов Д.А. Социальные сети: модели информационного влияния, управления и противоборства / Д.А. Губанов, Д.А. Новиков, А.Г. Чхартишвили; ред. чл.-корр. РАН Д.А. Новикова. – М.: Издательство физико-математической литературы, 2010. – 228 с.

2. The Insider [Электронный ресурс]: URL: https://theins.ru/news/60496 (дата обращения: 26.10.2018).

3. Информационное агентство REGNUM [Электронный ресурс]: URL: https://regnum.ru/news/2125314.html (дата обращения: 26.10.2018).

4. РИА Новости [Электронный ресурс]: URL: https://ria.ru/defense_safety/20170222/1488617708.html (дата обращения: 26.10.2018).

5. Федеральное агентство по печати и массовым коммуникациям [Электронный ресурс]: URL: http://www.fapmc.ru/rospechat/newsandevents/media/2018/04/item23.html (дата обращения: 26.10.2018)

6. Аверченков В.И. Мониторинг и системный анализ информации в сети Интернет / В.И. Аверченков, С.М. Рощин. – Брянск: БГТУ, 2012. – 160 с.

7. Аверченков В.И. Мониторинг и системный анализ информации в сети Интернет: монография / В.И. Аверченков, С.М. Рощин. – Брянск: БГТУ, 2006. – 160 с.

8. Аверченков В.И. Система формирования знаний в среде Интернет / В.И. Аверченков и др. – М.: ФЛИНТА, 2016. – 182 с.

9. Белоусов Р.Л. Концептуальная модель системы мониторинга и анализа данных интернет-ресурсов / Р.Л. Белоусов, Н.К. Сороковой, А.А. Моторков // T-Comm: Телекоммуникации и транспорт. – 2015. – Том 9. – №10. – С. 50–54.

10. Дюк В.А. Применение технологий интеллектуального анализа данных в естественнонаучных, технических и гуманитарных областях / В.А. Дюк, А.В. Флегонтов, И.К. Фомина // Известия российского государственного педагогического университета им. А. И. Герцена. – 2011. – №138. – С. 77–87.

11. Аверченков В.И. Автоматизация анализа распределенной информации в среде Интернет / В.И. Аверченков, В.В. Мирошников, С.М. Рощин // Материалы международной конференции по телекоммуникациям «1EEE/1CC 2001» 13–15 июня 2001 г., – СПб.: СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2001. – С. 416–420.

12. Аверченков В.И. Индексирование и поиск мультимедийных документов в Интернете / В.И. Аверченков, В.В. Мирошников, С.М. Рощин // Научный сервис в сети Интернет: Труды Всероссийской научной конференции (24–29 сентября 2001 г., г. Новороссийск). – М.: МГУ, 2001. – С. 124–126.

13. Аверченков В.И. Информационный поиск в сети Интернет: учебное пособие / В.И. Аверченков, В.В. Мирошников, С.М. Рощин, под общ. ред. В.И. Аверченкова. – Брянск: БГТУ, 2001. – 204 с.

14. Аверченков В.И. Автоматизация мониторинга и системного анализа распределенной проблемно-ориентированной информации в среде Интернет / В.И. Аверченков, С.М. Рощин // Труды Всероссийской научно-методической конференции «Телематика’2004» (7-10 июня 2004 г.). – СПб.: Изд-во Регионального образовательного центра, 2004. – С. 220–221.

15. Аверченков В.И. Система формирования знаний / В.И. Аверченков, С.М. Рощин // Материалы международной конференции. В 3-х т. Т.1. / ВолгГТУ. – Волгоград, 2004. – С. 10 – 15.

16. Аверченков В.И. Информационный поиск в Интернете: учебное пособие / В.И. Аверченков, С.М. Рощин, Ю.Т. Трифанков; под общ. ред. В.И. Аверченкова. – Брянск: БГТУ, 2002. – 304 с.

17. Утка В.Г. Методика поиска информационных ресурсов в сети Интернет / В.Г. Утка, С.М. Рощин // Брянский медицинский вестник, № 5(10), 2003. – С. 85–90.

18. Рощин С.М. Системный подход к исследованию методов индексирования информации // Практика системного анализа. – Кострома: 2002. – С. 15–20.

19. Солтон Дж. Динамические библиотечно–информационные системы. – М.: Мир, 1979. – 560 с.

20. Крупник А. Поиск в Интернете: самоучитель (знакомство, работа, развлечение). – СПб.: Питер, 2001. – 272 с.

Статья поступила в редакцию 25.03.2019
Статья принята к публикации 22.05.2019

УДК 51-77 + 330.43

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ФОРМИРОВАНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ ОПЦИОННЫМ ПОРТФЕЛЕМ СТРУКТУРИРОВАННОГО ПРОДУКТА

© 2019

Фатьянова Маргарита Эдуардовна, аспирант
Исследовательской школы физики высокоэнергетических процессов
Национальный исследовательский Томский политехнический университет
(634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, e-mail: mef1@tpu.ru)
Трифонов Андрей Юрьевич, доктор физико-математических наук, профессор,
руководитель отделения математики и информатики Школы базовой инженерной подготовки
Национальный исследовательский Томский политехнический университет
(634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, e-mail: atrifonow@tpu.ru)

Аннотация. Несмотря на ежегодные совершенствования финансовых инструментов Московской биржей, темпы развития портфельного инвестирования в России нельзя назвать быстрыми. Имеется ряд сложностей, с которыми сталкивается частный инвестор: низкая ликвидность, ограниченный набор инструментов срочного рынка, асинхронность работы с основными мировыми торговыми площадками. Особый интерес представляет формирование наиболее сложных финансовых продуктов – структурированных продуктов, которые объединяют в себе безрисковый и рисковый портфели. Как правило, рисковый портфель – это финансовый портфель, содержащий опционные или фьючерсные контракты. Анализ публикаций и результатов исследований по данной тематике показывает необходимость совершенствования моделей формирования и управления опционным портфелем для их корректного применения в условиях реального биржевого рынка. Также имеется потребность разрешения общего противоречия, заключающегося в том, что существующие математические модели не учитывают определяющих факторов биржевого рынка, таких как суммарное гарантийное обеспечение финансового портфеля, транзакционные расходы, ликвидность финансовых инструментов, цены покупки и продажи активов. Целью данной работы является совершенствование динамической модели Абрамова А.М. и Голембиовского Д.Ю. и ее адаптация к условиям биржевого рынка России. В результате проведения исследования предложена динамическая модель формирования и управления опционным портфелем, которая учитывает все необходимые показатели биржевого рынка, что позволяет провести ее апробацию в торговом терминале в режиме реального времени.

Ключевые слова: многоэтапное стохастическое программирование, динамическая модель, финансовый продукт, опционный портфель, гарантийное обеспечение.

IMPROVING DYNAMIC MODEL OF FORMATION AND MANAGEMENT OF STRUCTURED PRODUCT OPTIONAL PORTFOLIO

© 2019

Fatyanova Margarita Eduardovna, Postgraduate Student
of Research School of High-Energy Physics
National Research Tomsk Polytechnic University
(634050, Russia, Tomsk, Lenina avenue, 30, e-mail: mef1@tpu.ru)
Trifonov Andrey Yurevich, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor,
Head of Division for Mathematics and Computer Sciences School of Core Engineering Education
National Research Tomsk Polytechnic University
(634050, Russia, Tomsk, Lenina avenue, 30, e-mail: atrifonow@tpu.ru)

Abstract. The development of portfolio investment in Russia cannot be called rapid, despite the annual list of improvements in financial instruments and procedures conducted by the Moscow Exchange. A private investor faces a number of difficulties: low liquidity, a limited set of instruments on the derivatives market, asynchronous working hours with major global trading platforms. Of particular interest is the formation of the most complex financial products - structured products that combine risk-free and risky portfolios. As a rule, a risk portfolio is a financial portfolio containing option contracts. Analysis of publications and research results showed the lack of the possibility of correctly applying models in the real exchange market conditions. There is a need to resolve a general contradiction, which can be specified as: currently, mathematical models do not take into account the presence of the following parameters of the exchange market: total guarantee coverage of the financial portfolio, transaction costs, liquidity of financial instruments, purchase and sale prices of assets. The purpose of this work is to improve and adapt the dynamic model (authors: Abramov A.M., Golembiovsky D.Yu.) to the conditions of the exchange market in Russia. As a result of the study, an improved dynamic model for the formation and management of an option portfolio was proposed, which takes into account the purchase and sale prices of options, the classification and the necessary restrictions for the warranty coverage. The proposed model fully takes into account all the necessary indicators of the

exchange market, which will allow its testing in the trading terminal in real time.

Keywords: multistage stochastic programming, dynamic model, financial product, option portfolio, warranty coverage.

Введение. Позитивным следствием современной экономической ситуации в стране является стремление Московской биржи и брокерских компаний формировать финансовые портфели с минимальным риском и обязательными элементами управления. Это может гарантировать сохранность вложенных денежных средств не только крупных инвесторов, но и населения страны. Особого внимания заслуживают средства для разработки финансовых портфелей с использованием производных инструментов, которые позволяют хеджировать риски, осуществлять операции с высокой доходностью и низкими издержками. Этому способствуют: расширение линейки финансовых продуктов, внедрение новых технологий расчетов и тарифов, изменения в регламентах управления рисками [1-3].

Вместе с тем, на практике развитие портфельного инвестирования в России замедляется такими особенностями Московской биржи, отличающими ее от ведущих мировых биржевых площадок (Япония, Китай, страны ЕС, Великобритания, США), как низкая ликвидность, ограниченный набор инструментов срочного рынка, асинхронность работы с торговыми площадками [4-6].

Анализ последних исследований и публикаций. Существует достаточно много ученых, занимающихся проблемами оптимального управления портфелем деривативов, среди которых можно выделить Dempster M.A.H. [7], Carino D.R. [8], Liu J. [9], Avellaneda A. [10], Gondzio J. [11], Paras A. [12]. Данные работы содержат не только теоретические аспекты формирования и управления портфелем, но и расчетные примеры. При этом открытыми остаются вопросы выявления арбитражных возможностей и учета гарантийного обеспечения.

В работах авторов Yin L. [13], Papahristodoulou C. [14], Gao P.W. [15], Davari-Ardakani H. [16], Testuri C., Uryasev S. [17], Johnson N.L. [18] рассматривается многопериодный подход с возможностью динамического пересмотра портфеля (динамические модели). При этом вопрос периодичности переформирования и соизмеримости рисков дополнительно не исследовался.

В исследованиях Голембиовского Д.Ю. и Абрамова А.М. [19-21] предложена модель многоэтапного стохастического программирования с вероятностными ограничениями. К преимуществам модели относятся возможности ограничения риска и перестройки портфеля, а также учет транзакционных издержек и гарантийного обеспечения. В то же время предложенная модель имеет недостатки. Во-первых, модель предполагает покупку и продажу опциона одного и того же типа и страйка по одинаковой теоретической цене, рассчитанной по формуле Блэка-Шоулса. Данный факт является грубым допущением для реального рынка, поскольку цена покупки опциона не равна цене его продажи. Во-вторых, модель использует параметр волатильности как постоянную величину для всех страйков опционов. На самом деле, каждый страйк опциона имеет собственное значение волатильности, меняющееся со временем. В-третьих, расчет величины гарантийного обеспечения для опциона к продаже не учитывает тип опциона (покрытый или непокрытый). При торгах на реальном рынке величина гарантийного обеспечения проданного покрытого опциона значительно меньше непокрытого.

Таким образом, анализ публикаций и результатов исследований показал необходимость разрешения общего противоречия, которое может быть конкретизировано в виде: на данный момент отсутствуют математические модели, учитывающие такие важные показатели как суммарное гарантийное обеспечение финансового портфеля, транзакционные расходы, ликвидность финансовых инструментов, цены покупки и продажи активов.

Целью данной работы является совершенствование и адаптация динамической модели Голембиовского Д.Ю., Абрамова А.М. [19-21] к условиям биржевого рынка России.

Изложение основного материала исследования. В основу динамической модели управления опционным портфелем [19-21] положена задача многоэтапного стохастического программирования с вероятностными ограничениями [22], которая включает построение дерева сценариев - модели случайного процесса с дискретным распределением. Подробное исследование теоретических и практических аспектов применения сценарного подхода приведено в работе [23]. При этом авторами [19-21] было экспериментально доказано отсутствие возможности арбитража в случае достаточно хорошей аппроксимации деревом сценариев непрерывного процесса изменения цены базового актива.

Рассмотрим задачу формирования оптимального портфеля, состоящего из $x_{\nu,\tau}^{mih}$ и $y_{\nu,\tau}^{mih}$ опционов с ценами покупки $a_{\nu,\tau}^{mih}$ и продажи $b_{\nu,\tau}^{mih}$ и суммарным гарантийным обеспечением $Sg_{\nu,\tau}$. Решение задачи содержит три основных этапа:

1) первоначальное формирование портфеля. Данный этап включает построение дерева сценариев изменения цены базового актива и последующее решение задачи многоэтапного стохастического программирования с вероятностными ограничениями в начальный момент

времени $\tau = 1$;

3) пересмотр портфеля. Этап необходим для осуществления переформирования портфеля в моменты времени $\tau = \overline{2,(T-1)}$. Для этого необходимо построить дерево сценариев с учетом изменившейся текущей цены базового актива и решить задачу многоэтапного стохастического программирования с вероятностными ограничениями;

3) осуществление офсетных сделок. Последний этап необходим для закрытия позиций по опционным контрактам, в том случае, если дата их экспирации не совпадает с периодом времени T;

Введем ряд обозначений для построения динамической модели управления опционным портфелем:

T – количество этапов дерева сценариев;

τ - номер этапа, на котором происходит формирование, переформирование либо совершение офсетных сделок опционного портфеля структурированного продукта, $\tau = \overline{1,T}$;

t_T - количество дней от этапа $\tau = 1$ до этапа $\tau = T$;

N – общее количество всех возможных сценариев на этапе T;

ν - номер сценария, $\nu = \overline{1,N}$;

(ν,τ) - вершина дерева сценариев, соответствующая сценарию ν этапа τ;

P_ν - вероятность реализации сценария ν;

M_τ - множество, содержащее все имеющиеся сроки экспирации опционов на этапе τ;

$\overline{M_\tau}$ - множество, содержащее только сроки экспирации опционов, соответствующие этапу τ, $\overline{M_\tau} \subset M_\tau$;

m - индекс срока экспирации опциона, $m \in M_\tau$;

$I = \{\text{call}, \text{put}\}$ - множество, состоящее из типов опционов колл и пут;

i - индекс соответствующего типа опциона, $i \in I$;

$H_{\nu,\tau}^m$ - множество, состоящее из страйков опционов, имеющих срок экспирации *m* в вершине дерева сценариев (ν,τ);

h - индекс соответствующего страйка опциона, $h \in H_{\nu,\tau}^m$;

$x_{\nu,\tau}^{mih}, y_{\nu,\tau}^{mih}$ - количество опционов для покупки и продажи в вершине (ν,τ), $x_{\nu,\tau}^{mih} \in Z, \quad y_{\nu,\tau}^{mih} \in Z$, $\tau = \overline{1,T}, \nu = \overline{1,N}$, $m \in (M_\tau \setminus \overline{M_\tau}), i \in I, h \in H_{\nu,\tau}^m$;

c - биржевой сбор за регистрацию одной сделки (покупка / продажа);

u - минимальная ожидаемая стоимость опционного портфеля в момент времени T;

$U_{\varphi,\tau}$ - множество сценариев, элементы которого совпадают на этапе τ;

G_τ - число непересекающихся множеств $U_{\varphi,\tau}$, $\varphi = \overline{1,G_\tau}$, $\tau = \overline{1,(T-1)}$, $\nu = \overline{1,N}$. Очевидно, что при $\tau = 1$ число $G_1 = 1$. Если вершина (ν,τ) содержит опционы с датой экспирации, совпадающей с этапом τ, то дальнейшая торговля ими невозможна;

$z_{\nu,\tau}^{mih}$ - число опционов, находящихся в портфеле, до его пересмотра в вершине (ν,τ), $\tau = \overline{1,T}, \ \nu = \overline{1,N}, \quad m \in M_\tau, \quad i \in I, \ h \in H_{\nu,\tau}^m$. Принято называть опционную позицию «короткой», если $z_{\nu,\tau}^{mih} < 0$ и «длинной» в противном случае;

z_0^{mih} - количество опционов, находящихся в портфеле в момент времени $\tau = 1$.

Ликвидационной стоимостью $L_{\nu,\tau}$ будем называть денежную сумму, необходимую для совершения офсетных сделок. Если $L_{\nu,\tau} > 0$, то на счет необходимо внести денежные средства в объеме $L_{\nu,\tau}$. Если $L_{\nu,\tau} < 0$, то в результате совершения офсетных сделок можно получить денежные средства в размере $L_{\nu,\tau}$.

Укажем все необходимые ограничения исходной [19-21] и усовершенствованной динамической модели управления опционным портфелем.

Неотрицательность переменных:

$$x_{\nu,\tau}^{mih} \ge 0, \quad y_{\nu,\tau}^{mih} \ge 0, \quad x_{\nu,\tau}^{mih} \in Z, \quad y_{\nu,\tau}^{mih} \in Z,$$
$$\tau = \overline{1,T}, \nu = \overline{1,N}, \quad m \in (M_\tau \setminus \overline{M_\tau}), i \in I, h \in H_{\nu,\tau}^m.$$

Условия равенства количества покупаемых и продаваемых опционов на этапе τ:

$$x_{\nu_1,\tau}^{mih} = x_{\nu_2,\tau}^{mih}, \quad y_{\nu_1,\tau}^{mih} = y_{\nu_2,\tau}^{mih}, \quad \tau = \overline{1,(T-1)},$$
$$\varphi = \overline{1,G_\tau},$$
$$\nu_1, \nu_2 \in U_{\varphi,\tau}, \quad m \in (M_\tau \setminus \overline{M_\tau}), i \in I, h \in H_{\nu,\tau}^m.$$

Количество опционов в портфеле момент времени $\tau = 1$:

$$z_{\nu,\tau}^{mih} = z_0^{mih}, \quad \tau = 1, \quad \nu = \overline{1,N}, \quad m \in M_\tau,$$
$$i \in I, h \in H_{\nu,\tau}^m.$$

Количество опционов в портфеле до его переформирования:

$$z_{\nu,\tau}^{mih} = z_{\nu,\tau-1}^{mih} + x_{\nu,\tau-1}^{mih} - y_{\nu,\tau-1}^{mih},$$
$$\tau = \overline{2,T}, \nu = \overline{1,N},$$
$$m \in (M_\tau \setminus \overline{M_\tau}) \cap M_{\tau-1}, \ i \in I, h \in H_{\nu,\tau}^m.$$

Общая сумма транзакционных расходов для формирования / переформирования портфеля $C_{\nu,\tau}$:

$$C_{\nu,\tau} = \tilde{n} \cdot \sum_{m \in (M_\tau \setminus \overline{M_\tau})} \sum_{h \in H_{\nu,\tau}^m} \sum_{i \in I} (x_{\nu,\tau}^{mih} + y_{\nu,\tau}^{mih}),$$

$$\tau = 1,\ \nu = \overline{1,N}.$$

Денежная сумма, взимаемая / получаемая после переформирования портфеля $Z_{\nu,\tau}$:

$$Z_{\nu,\tau} = \sum_{m\in\left(M_\tau \setminus \overline{M_\tau}\right)} \sum_{h\in H^m_{\nu,\tau}} \sum_{i\in I} (a^{mih}_{\nu,\tau} \cdot x^{mih}_{\nu,\tau} - b^{mih}_{\nu,\tau} \cdot y^{mih}_{\nu,\tau}) + C_{\nu,\tau}, \quad (1)$$

где $a^{mih}_{\nu,\tau}$, $b^{mih}_{\nu,\tau}$ - цены покупки и продажи опциона в вершине (ν,τ),

$m \in \left(M_\tau \setminus \overline{M_\tau}\right), i \in I, h \in H^m_{\nu,\tau}$, $\tau = 1$, $\nu = \overline{1,N}$.

Денежная сумма $A_{\nu,\tau}$, имеющаяся на счете в момент времени $\tau = 1$ в вершине (ν,τ):

$$A_{\nu,\tau} = A_0,$$

где A_0 - денежная сумма, имеющаяся на счете в момент времени $\tau = 1$, $\nu = \overline{1,N}$.

Денежная сумма, имеющаяся на счете до переформирования портфеля:

$$A_{\nu,\tau} = A_{\nu,\tau-1} - Z_{\nu,\tau-1},\ \tau = \overline{2,T}, \nu = \overline{1,N}.$$

При этом должны выполняться следующие условия:

$$A_{\nu,\tau} \geq 0 \text{ и } A_{\nu,\tau} \geq Z_{\nu,\tau},\ \tau = 1,\ \nu = \overline{1,N}. \quad (2)$$

Ликвидационная стоимость портфеля до его переформирования $L_{\nu,\tau}$:

$$L_{\nu,\tau} = \begin{cases} -\sum_{m\in\left(M_\tau \setminus \overline{M_\tau}\right)} \sum_{h\in H^m_{\nu,\tau}} \sum_{i\in I} (b^{mih}_{\nu,\tau} \cdot z^{mih}_{\nu,\tau}), & z^{mih}_{\nu,\tau} > 0 \\ -\sum_{m\in\left(M_\tau \setminus \overline{M_\tau}\right)} \sum_{h\in H^m_{\nu,\tau}} \sum_{i\in I} (a^{mih}_{\nu,\tau} \cdot z^{mih}_{\nu,\tau}), & z^{mih}_{\nu,\tau} \leq 0 \end{cases}, \quad (3)$$

$\tau = 1$, $\nu = \overline{1,N}$.

Общее гарантийное обеспечение $Sg_{\nu,\tau}$ опционного портфеля в вершине (ν,τ):

$$Sg_{\nu,\tau} = \begin{cases} \sum_{m\in\left(M_\tau \setminus \overline{M_\tau}\right)} \sum_{h\in H^m_{\nu,\tau}} \sum_{i\in I} (Gb^{mih}_{\nu,\tau} \cdot \left(x^{mih}_{\nu,\tau} + z^{mih}_{\nu,\tau}\right) + Gs^{mih}_{\nu,\tau} \cdot y^{mih}_{\nu,\tau}), & z^{mih}_{\nu,\tau} > 0 \\ \sum_{m\in\left(M_\tau \setminus \overline{M_\tau}\right)} \sum_{h\in H^m_{\nu,\tau}} \sum_{i\in I} (Gs^{mih}_{\nu,\tau} \cdot \left(y^{mih}_{\nu,\tau} + z^{mih}_{\nu,\tau}\right) + Gb^{mih}_{\nu,\tau} \cdot x^{mih}_{\nu,\tau}), & z^{mih}_{\nu,\tau} \leq 0 \end{cases}, \quad (4)$$

где $Gb^{mih}_{\nu,\tau}$ - гарантийное обеспечение покупателя опциона в вершине (ν,τ), $Gs^{mih}_{\nu,\tau}$ - базовое гарантийное обеспечение по непокрытым позициям продавца в вершине (ν,τ), $m \in \left(M_\tau \setminus \overline{M_\tau}\right) \cap M_{\tau-1}$, $i \in I, h \in H^m_{\nu,\tau}$, $\tau = \overline{2,T}, \nu = \overline{1,N}$.

Во избежание ситуации недостаточной суммы общего размера гарантийного обеспечения опционного портфеля должно выполняться условие:

$$S_{\nu,\tau} \geq Sg_{\nu,\tau},\ \tau = 1,\ \nu = \overline{1,N}, \quad (5)$$

где $S_{\nu,\tau}$ - сумма денежных средств, необходимая для покрытия общего гарантийного обеспечения портфеля $Sg_{\nu,\tau}$ в вершине (ν,τ).

Общая стоимость опционного портфеля $W_{\nu,\tau}$ до его переформирования:

$$W_{\nu,\tau} = A_{\nu,\tau} - L_{\nu,\tau},\ \tau = 1,\ \nu = \overline{1,N}.$$

Для осуществления хеджирования торговой опционной стратегии от возможных сильных колебаний цены базового актива следует использовать условия:

$$\sum_{m\in\left(M_\tau \setminus \overline{M_\tau}\right)} \sum_{h\in H^m_{\nu,\tau}} \sum_{i\in I} x^{mih}_{\nu,\tau} = \sum_{m\in\left(M_\tau \setminus \overline{M_\tau}\right)} \sum_{h\in H^m_{\nu,\tau}} \sum_{i\in I} y^{mih}_{\nu,\tau},$$
$$i = \{\text{call}\}, \quad (6)$$

$$\sum_{m\in\left(M_\tau \setminus \overline{M_\tau}\right)} \sum_{h\in H^m_{\nu,\tau}} \sum_{i\in I} x^{mih}_{\nu,\tau} = \sum_{m\in\left(M_\tau \setminus \overline{M_\tau}\right)} \sum_{h\in H^m_{\nu,\tau}} \sum_{i\in I} y^{mih}_{\nu,\tau},$$
$$i = \{\text{put}\}, \quad (7)$$

$\tau = 1$, $\nu = \overline{1,N}$.

Критерием оптимизации r^- опционного портфеля является выражение:

$$r^- = \min \sum_{\nu=1}^{N} \alpha_\nu \cdot p_\nu, \quad (8)$$

где переменная α_ν определяется с учетом выполнения указанного ограничения:

$$\alpha_\nu = \begin{cases} 0, & W_{\nu,T} \geq u, \\ 1, & W_{\nu,T} < u, \end{cases}$$

ν – активный сценарий

ν – неактивный сценарий

Заключение. Выявленные недостатки известной динамической модели формирования и управления опционным портфелем не позволяют корректно использовать ее на биржевом рынке. Ввиду этого, динамическая модель была модернизирована для адаптации к условиям биржевого рынка. Усовершенствованная динамическая модель учитывает ограничение риска, плановую перестройку портфеля, требования гарантийного обеспечения и транзакционные расходы.

Научная новизна исследования. Предложенная в данной работе модель отличается от исходной [19-21] наличием:

- цен покупки (ask) и продажи (bid) опционов, соответствующего типа и страйка, позволяющих инвестору самостоятельно осуществлять сделки на покупку или продажу в торговом терминале. В соответствии с этим, ликвидационная стоимость портфеля до его переформирования рассчитывается на основе формулы (3);
- классификации гарантийного обеспечения (гарантийное обеспечение покупателя, базовое гарантийное обеспечение по непокрытым, а также покрытым позициям продавца), позволяющей инвестору учитывать необходимые размеры денежных сумм, находящихся на брокерском счете для самостоятельного осуществления сделок в торговом терминале;
- условия (5) для предотвращения ситуации недостаточной суммы общего размера гарантийного обеспечения опционного портфеля на брокерском счете, которое рассчитывается на основе формулы (4);
- введенного ограничения (2) в математическую

постановку задачи для суммарного гарантийного обеспечения портфеля, позволяющего избежать превышения размера суммарного гарантийного обеспечения портфеля над первоначальной суммой инвестиций;

• добавленных условий (6-7) в матема-тическую постановку задачи для ограничения общего количества продаваемых опционов, позволяющих захеджировать опционный портфель от возможных сильных колебаний цены базового актива.

Также в динамической модели управления опционным портфелем структурированного продукта исключено слагаемое из ограничения (1) критерия оптимизации (8) задачи линейного программирования, имеющееся в исходной модели [19-21], которое приводило к двойному учету ликвидационной стоимости опционного портфеля, что являлось ошибочным предположением

Внесенные изменения позволили адаптировать динамическую модель для практического использования при конструировании опционного портфеля структурированного продукта. Полученные результаты составляют основу для дальнейшего исследования, которое будет посвящено имитационному моделированию процесса управления опционным портфелем финансового продукта, а также апробации динамической модели в торговом терминале в режиме реального времени.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Попова Е.М. Инфраструктурные изменения российского рынка деривативов / Е.М. Попова, Ю.Н. Львова // Известия Санкт-Петербургского государственного экономического университета. – 2017. – №3 (105). – С. 29–33.

2. Пискулов Д.Ю. Российский рынок деривативов в 2016 году: Результаты исследования НФА // Деньги и кредит. – 2017. – №3. – С. 25–32.

3. Жуков С.В. Мировой рынок деривативов: динамика развития в условиях ужесточения регулирования / С.В. Жуков, А.О. Масленников // Деньги и кредит. – 2017. – №12. – С. 91–96.

4. Астахов А.А. Рынок деривативов в России: особенности, проблемы, перспективы / А.А. Астахов, И.В. Воротникова // Финансовая жизнь. – 2018. – №4. – С.75–77.

5. Кригер А.М. Производные финансовые инструменты как катализатор мирового финансового кризиса 2007-2008 гг. // Финансовое право и управление. – 2018. – №1. – С. 52–63.

6. Данилов Ю.В. Российский рынок производных финансовых инструментов: препятствия для развития и меры по их преодолению // Экономическое развитие России. – 2018. – №4. – С. 43–52.

7. Dempster M.A.H. Dynamic portfolio replication using stochastic programming. Cambridge Centre for Financial Research / M.A.H., Dempster, G.W.P. Thompson // University of Cambridge. – 2001.

8. Carino D.R. Multiperiod asset allocation with derivative assets in: Worldwide asset and liability modeling / D.R. Carino, A.L. Turner // Cambridge University Press. – 1998. – P. 182–204.

9. Liu J. Dynamic Asset Allocation with Event Risk / J. Liu, F.A. Longstaff, J. Pan // The Journal of Finance. – 2003. – Vol. 68(1). – P.231–259.

10. Avellaneda M. Calibrating volatility surface via relative entropy minimization / M. Avellaneda, C. Friedman, R. Holemes, D. Sampery // Applied Mathematical Finance. – 1997. – Vol. 4. – P.37–64.

11. Gondzio J. Hedging Options under Transaction Costs and Stochastic Volatility / J. Gondzio, R. Kouwenberg, T. Vorst // Journal of Economic Dynamics and Control. – 2003. – Vol. 27(6). – P. 1045–1068.

12. Avellaneda M. Managing the volatility risk of portfolios of derivative securities: the lagrangian uncertain volatility model / M. Avellaneda, A. Paras // Mathematical Finance. – 1996. – Vol. 3. – P. 21–52.

13. Yin L. Options strategies for international portfolios with overall risk management via multi-stage stochastic programming / L. Yin, L. Han // Annals OR. – 2013. – Vol. 206(1). – P. 557–576.

14. Papahristodoulou, C. Option strategies with linear programming / C. Papahristodoulou // European Journal of Operational Research. – 2004. – Vol. 157(1). – P. 246–256.

15. Gao P.W. Options strategies with the risk adjustment // European Journal of Operational Research. – 2009. – Vol. 192(3). – P. 975–980.

16. Davari-Ardakani H. Multistage portfolio optimization with stocks and options / H. Davari-Ardakani, M. Aminnayeri, A. Seifi // International Transactions in Operational Research. – 2016. – Vol. 23(3). – P. 593–622.

17. Testuri C. On relation between expected regret and conditional value-at-risk / C. Testuri, S. Uryasev // Handbook of Computational and Numerical Methods in Finance. – Boston. – 2004. – P. 361–373.

18. Johnson N.L. Systems of frequency curves generated by methods of translation // Biometrika. – 1949. – Vol. 36(1). – P. 149–176.

19. Голембиовский Д.Ю. Модель управления портфелем опционов / Д.Ю. Голембиовский, А.М. Абрамов // Управление риском. – 2011. – № 4. – С. 43–56.

20. Абрамов А.М. Динамическая оптимизация портфеля опционов на основе полиномиального дерева сценариев // Проблемы анализа риска. – 2012. – № 1(9). – С. 8–23.

21. Голембиовский Д.Ю. Модель оптимизации портфеля производных финансовых инструментов с учетом залоговых ограничений / Д.Ю. Голембиовский, А.С. Долматов // Теория и системы управления. – 2001. – № 3. – С. 75–85.

22. Юдин Д.Б. Математические мето-ды управления в условиях неполной инфор-мации: Задачи и методы стохастического программирования. – Москва: Советское радио, 1974. – 399 с.

23. Семенов М.Е. Применение сценарного подхода для опционной торговли / М.Е. Семенов, М.Э. Фатьянова // Финансовая аналитика: проблемы и решения. – 2019. – № 1. – С. 72–89.

Статья поступила в редакцию 02.04.2019
Статья принята к публикации 22.05.2019

УДК 004.75

БАЗОВАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ЭЛЕКТРОННОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ УНИВЕРСИТЕТА НА ОСНОВЕ ОБЛАЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

© 2019

Васин Леонид Анатольевич, кандидат технический наук, и.о заведующего кафедры «Информационно-вычислительные системы»
Пензенский государственный университет архитектуры и строительства
(440028, Россия, г. Пенза, ул. Германа Титова, 28, e-mail: leo@pguas.ru)

Аннотация. Построение электронной информационной образовательной среды является обязательным требованием к организации образовательного процесса. Основное ее назначение заключается в предоставлении обучающимся комфортной информационной среды для работы с учебными материалами различных категорий, а так же в организации взаимодействия между любыми участниками образовательного процесса. Использование ЭИОС способствует повышению компенсаций обучающихся за счет увеличения времени нахождения в информационном пространстве обучающегося, что приводит к повышению эффективности образовательного процесса при реализации учебным заведением образовательных программ. ЭИОС реализуется как совокупность информационных сервисных служб, которые могут функционировать как самостоятельными, отдельными сервисами, так и в составе интегрированных платформ предоставляющих доступ посредством сети Интернет и классифицируется, как облачные технологии. Преимуществом в использовании облачных технологий является способность управлять различными категориями информационных служб для каждого пользователя или группы пользователей которые структурно сгруппированы в пределах одного облака. В работе показан вариант использования облачных технологий на примере использования открытого и свободно-распространяемого программного пакета owncloud в ЭИОС университета. Проводимое исследование основано на использовании теоретических основ архитектурного проектирования информационных систем, проектировании распределенных систем, использования открытого программного обеспечения, а так же организации информационного взаимодействия в облачных технологиях. Разработана модель электронной информационной образовательной среды с использованием облачных технологий. Показана возможность реализовать на основе облачных технологий базовую часть ЭИОС университета. При этом использование открытого программного пакета owncloud позволяет создать облачную платформу для обмена различной информацией между участниками образовательного процесса и тем самым стать основой ЭИОС. Предложенный способ построения ЭИОС позволяет осуществить переход к использованию облачных технологиям в университете. Дальнейшее их заключается в отказе от монолитных архитектур, к сервисно-ориентированным, по возможности микросервисным архитектурам, реализованным на основе контейнерных технологий.

Ключевые слова: электронная информационная образовательная среда, облачные технологии, информационный обмен, электронные курсы, сервер каталога, файловое хранилище, пользователи.

THE BASIC ORGANIZATION OF THE UNIVERSITY'S ELECTRONIC INFORMATION EDUCATIONAL ENVIRONMENT BASED ON CLOUD TECHNOLOGIES

© 2019

Vasin Leonid Anatolyevich, Candidate of Technical Sciences, Chif of the department «Information and Computing Systems»
Penza State University of Architecture and Construction
(440028, Russia, Penza, German Titov St., 28, e-mail: leo@pguas.ru)

Abstract. Building an electronic information educational environment is a mandatory requirement for the organization of the educational process. Its main purpose is to provide students with a comfortable information environment for working with educational materials of various categories, as well as to organize interaction between any participants in the educational process. The use of EIOS contributes to increasing the compensations of students by increasing the time spent in the information space of the student, which leads to an increase in the efficiency of the educational process during the implementation of educational programs by the educational institution. EIOS is implemented as a set of information service services that can function as independent, separate services, and as part of integrated platforms providing access via the Internet and is classified as cloud technology. The advantage of using cloud technologies is the ability to manage various categories of information services for each user or group of users who are structurally grouped within one cloud. The paper shows the use of cloud technologies by the example of using the open and free-distributed software package owncloud in the EIOS of the university. The research is based on the use of the theoretical foundations of the architectural design of information systems, the design of distributed systems, the use of open source software, as well as the organization of information interaction in cloud technologies. A model of an electronic information educational environment using cloud technologies has been developed. The opportunity to implement the base part of the EIOS of the university on the basis of cloud technologies is shown. At the same time, the use of the open software package of

owncloud allows you to create a cloud platform for the exchange of various information between the participants of the educational process and thus become the basis of EIOS. The proposed method of constructing EIOS allows you to make the transition to the use of cloud technologies at the university. Their further consists in refusal of monolithic architectures, to service-oriented, whenever possible microservice architectures implemented on the basis of container technologies.

Keywords: electronic information educational environment, cloud technologies, information exchange, electronic courses, directory server, file storage, users.

Введение. Современные требования к организации образовательного процесса требуют наличие информационной системы ориентированной на информационную поддержку участников образовательного процесса. Такая система позволяет представить образовательный процесс в новой форме и предоставляет участникам образовательного процесса новые возможности. Согласно ряду публикаций, ЭИОС можно представить как совокупность информационного, программного, аппаратного, технического, учебно-методического обеспечения, с которым участники образовательного процесса имеют постоянных контакт. В процессе её функционирования создается информационное окружения которое обеспечивает комфортные условия для приобретения обучающимися компенсаций различной категории. ЭИОС должна выполнять требования Федерального государственного образовательного стандарта, в частности статьи 26, в которой определены требования к ней [1]. В частности, она должна включать технические средства, различные формы информационного взаимодействия, службы технической поддержки. При этом ЭИОС должна обеспечивать информационную поддержку образовательного процесса, его планирование и мониторинг, разнообразные формы поиска, обработки, анализа и предоставления информации. Необходимо обеспечить долгосрочное хранение и размещение квалификационных работ обучающихся и педагогов, контролируемый доступ к информационным ресурсам, а так же организовывать взаимодействие различных категорий пользователей.

Анализируя требования можно определить выполняемые функции информационной среды [2,3]:

- разработку информационных ресурсов
- доступа к образовательным ресурсам учебного заведения
- информационное взаимодействие между участниками
- гарантированно хранение информационных материалов
- мониторинг образовательной деятельности
- планирование учебного процесса

В ЭИОС существуют две категории пользователей: профессорско-педагогические работники и обучающиеся, по этому необходимо конструировать элементы ЭИОС таким образом что бы учитывались функциональные особенности использования ЭИОС различными участниками образовательного процесса [4-7]. Для этого целесообразно использовать технические средства позволяющие формировать необходимый функциональный контент ЭИОС как для преподавателя, так и для студента, следовательно адаптировать её под индивидуальные требования. Выбор может производится из набора информационных сервисов предоставленных в информационной среде. В такой ЭОИС построение информационных сервизов должно происходить с использованием сервисно-ориентированных архитектур, например облачных, включающих в себя масштабируемые вычислительные и информационные ресурсы [8,9].

Цель исследования заключается в исследовании возможности использования облачных технологий при построении ЭИОС университета. Изучается практическое развертывание облачного файлового хранилища и его интеграцию в состав информационной системы.

Материалы и результаты исследований. В ходе исследования проанализированы публикации посвященные теоретическим основам построения информационных систем, различных системных архитектур. Рассмотрены вопросы касающиеся использованию сервисных служб, в частности облачных технологий.

Одним из технологических направлений развития ЭИОС является использование облачных технологий. Принято считать, что под облачные технологии понимают информационную среду предназначенную для хранения и обработки информации, телекоммуникационные каналы и аппаратные ресурсы, которые предоставляются через Интернет сервисы [10,11]. Используя облачные вычисления можно организовать удобный сетевой доступ к набору вычислительных ресурсов (прикладные серверы различного назначения, вычислительные кластеры, мест хранения данных и приложений) которые студенты или преподаватели могут использовать по своему назначению не зависимо от места нахождения в сети. Также существует возможность построения индивидуального информационного пространства из существующего набора облачных сервисов. Их размещение доступно как на локальных физичезких платформах, так и арендуемых, с использованием внешних технических средств на аутсорсинге, что снижает расходы на владение ЭИОС [12-14]. Но при этом возникает вероятность нарушения информационной защищенности ЭИОС учебного заведения, так как нельзя производить обработку абсолютно всей информации на сторонних облачных сервисах. Аспект информационной безопасности необходимо учитывать при внедрении об-

лачных технологий в учебном заведении.

В общем случае облачные технологии обеспечивают выполнение следующих функций:

- распределенное хранение данных
- распределенную обработку данных
- дистанционный доступ к ресурсам с любых

пользовательских устройств, включая мобильные.

При построении облачных сервисов используется одна из трех основных базовых моделей: платформа как сервис PaaS программное обеспечение как сервис SaaS, инфораструктура как сервис Iaas [10]. В модели Paas обеспечивается предоставления пользователю приложений через сеть Интернет. Пользователям доступны инструментарии аппаратного и программного обеспечения которые необходимы для разработки приложений в качестве сервиса. В модели PaaS происходит размещение технических (аппаратных и программных) средств на собственных вычислительных ресурсах корпоративной инфраструктуре.

Построение облачных сервисов в модели Saas позволяет пользователям использовать программное обеспечение через сеть Интернет и размещенное поставщиком сетевых услуг.

Модель IaaS позволяет обеспечить предоставление ресурсов хранения и обработки данных, систем коллективной работы, коммуникационный функций, например электронной почты. При этом аппаратные ресурсы, включая реальный сетевой адрес и системой хранения данных, могут быть использованы на арендуемой основе.

Существует несколько видов облаков: частое, групповые, публичное и гибридное. Частное или приватное облачные технологии администрирование и эксплуатацию проводит одна организация. Групповые облака являются контролируемые группой пользователей. Общедоступным или публичными облачными ресурсами поддерживает и пользуется группа компаний. Гибридная инфраструктура включает в себя преимущества использования публичного и приватного облака.

На основе облачных технологий модели SaaS реализуется подход созданию сетевых ресурсов для обучения, например Google Apps for Education, в котором представлены необходимые приложения, например текстовые редакторы, электронные таблицы, средства работы с электронной почтой. В последнее время наметился перенос систем электронных курсов также в облачную среду, проект MoodleCloud [15].

Отдельное направления развития образовательных облачных сервис заключается в возможности предоставления учащемуся виртуальных машин различной специализации через протоколы удаленного рабочего стола. Это позволяет устранить проблему работы с ресурсоемким и лицензионных программным обеспечением. Студенты всегда получают настроенную виртуальную машину, которая позволяет проводит изучение различных технологий программирования и операционных систем, а также могут быть обеспечены специализированными системами проектирования. Так же у них появляется возможность обеспечение работы с виртуальной машиной в режиме администратора, с полным набором. Облачные сервисы виртуальных машин обеспечивают снижение затрат на обслуживание компьютеры в учебных классах по причине отсутствия необходимость их регулярного обслуживания. Неоспоримым преимуществом подобного использования облачных технологий является постоянная доступность к виртуальным машинам позволяющая их использования учащимися в внеурочное время.

Облачные технологии позволяют управлять данными большого количества пользователей в пределах одного облака. Наиболее важными схемами взаимодействия является: деканат – студенты, деканат – преподаватели и студенты – преподаватели. В рамках облачного хранилища создаются массив необходимых данных для каждой из групп пользователей, а так же пересекающиеся данные нескольких разных групп.

В качестве базового элемента ЭИОС может использоваться облачное файловое хранилище, которое обеспечивает хранение и организацию совместной работы с файлами. Облачное хранилище может обеспечить взаимодействие между подразделениями учебного заведения, профессорско-педагогическим составом и обучающимися. Это позволяет осуществлять обмен различными информационными ресурсами между всеми участниками образовательного процесса в зависимости их групповой принадлежности.

На рисунке 1 показана общая модель использования облачного хранилища для ЭИОС образовательного учреждения высшего образования.

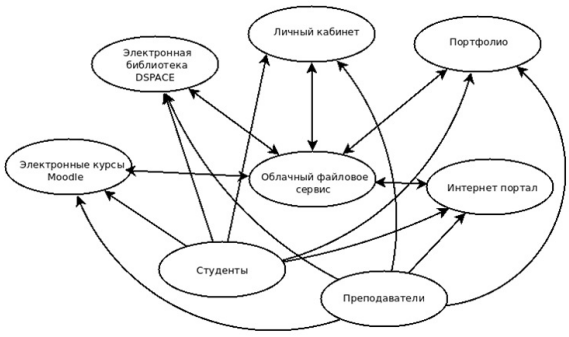


Рисунок 1 – Модель ЭИОС с использованием облачных технологий

В модели показаны информационные ресурсы ЭИОС, участники образовательного процесса, информационные связи, а так же технические средства обеспечивающие функционирования информационных потоков. Информационные связи организованы между потребителями информации, сетевыми сервисными службами, а так же облач-

ным файловым хранилищем. Связи подразделяются на однонаправленные и двунаправленные. Двунаправленный информационный обмен происходит между файловым облачным хранилищем и сетевыми информационными сервисами, которые развернуты на собственных (локальных платформах). Для студентов и преподавателей информационное взаимодействие организуется как через внутренние (внутривузовские средства телекоммуникации), так через Интернет. Все используемые в информационной системе ресурсы подразумевают работу в многопользовательском режиме.

Файловая структура облачного хранилища представляет собой структурированную систему, включающую файловые директории разделенные по названию учебных и производственных подразделения, например деканаты, кафедры библиотека, учебный отдел и учебные группы. Все пользователи включены в соответствующие группы. Администратором облачного сервиса устанавливаются необходимые групповые права доступа на все директории файлового хранилища. В зависимости от групповой принадлежности пользователи получают соответствующие права на работу с файлами находящимися в каталоге.

Для информационного взаимодействия между преподавателями и студентами создаются тематические директории по учебным дисциплинам и номера групп студентов, куда преподаватели могут размещать дополнительные обучающие материалы в зависимости от направления подготовки. В этом случае студенты получают только им предназначенные информационные материалы, а также могут копировать контрольные работы для осуществления проверки преподавателем.

Со стороны деканата также файловые директории используются для размещения информационных материалов. Например тематические анонсы мероприятий, файлы с изменением расписаний занятий, экзаменов, зачетов, а так же объявления от руководство деканатом. Сотрудники учебного отдела осуществляют взаимодействие с преподавателями рассылая им через соответствующие каталоги образцы учебным планов, методические указание для разработки УМКД и другие методические материалы необходимые для организации учебного процесса.

Использование облачное хранилище студентами позволяет предоставить им часть аппаратного и программных ресурсов для осуществления информационной поддержки в процессе обучения на основе его персональной информации которая находится в базе данных пользователей. Можно осуществить привязку необходимых технических средств облачных средств на основе номера группы и тем самым более оптимально разграничивать вычислительные ресурсы и права доступа студентам.

Использование персональных возможностей облачного хранилища и систему зарегистрированных групп позволяет организовывать тематический доступ для групп пользователей, например, можно сформировать временный коллектив работы над одним исследовательским проектом, коллективной статьей и другой аналогичной работой [16-17].

Использование облачных хранилищ данных позволяет создавать доступ к информационным объектам с помощью гиперссылок. При этом можно осуществлять как свободно-доступные ссылки, так и частные (приватные), защищенные ключевым словом.

Описанная модель соответствует необходимым требованиям предъявляемым к ЭИОС и может быть использована при практическом построении информационной образовательной среды на основе облачных сервисов. Облачное хранилище обеспечивает информационную систему хранилищем информации средством их коммуникации, что обеспечивает совместную работу участников образовательного процесса.

Построении облачного файлового сервиса возможно с использованием открытого программного обеспечения, например, программный пакет Owncloud [18]. Он является альтернативой пропритарным сервисам для хранения, таким как Google Drive, Yandex Disk, Dropbox. Его преимущество заключается в полной конфиденциальности информации которую нельзя размещать на публичных облачных хранилищах. Используя owncloud в среде ЭИОС, можно создать приватное облачное хранилище данных и предоставить доступ через сеть Интернет, которое может быть развернуто на платформе Linux, что позволяет использовать операционные системы находящиеся в «Едином реестре российских программ для вычислительных машин и баз данных» [19-20]. Пользователям предоставляются возможности хранения файлов используя облачные структуры, а так же поддержку WebDAV, который позволяет подключать удаленные сетевой каталог, как часть локальной файловой системы. Имеются средства криптографии и синхронизацию данных между клиентам реализованными под распространенные операционные системы. Доступен планировщик задач, адресная книга, фотогалерея, просматривать PDF и ODF файлы. Для администратора облачного сервиса доступны средства администрирования пользователей и групп используя LDAP и OpenID, что позволяет осуществлять использование уже существующей базой пользовательских аккаунтов находящихся в ЭИОС учебного заведения.

При размещении преподавателями и студентами своих документов содержащих авторские работы, инновационные технические разработки, результаты научных экспериментов и другую конфиденциальную информацию, информацию по научным направления. При активации функции шифрование приватная информация становиться доступна только пользователю.

Для работы с облачным сервисом owncloud существует два основных режима: работа из Интернет браузера и работа с помощью клиентов под операционные системы Windows, Linux, Android и IOS [18] . Это позволяет файлам в каталогах оставаться в актуальным состоянии с последними изменениями. Наличие версии клиента под мобильные операционные системы позволяет студентам использовать персональные устройства (смартфоны, планшеты) для доступа к информационным материалам. Это особенно актуально при создании информационного образовательного пространства.

Пользователи облачного файлового сервиса могут отслеживать актуальность файлов, контролировать их изменения. Если возникает необходимость восстановить случайно удаленные файлы пользователю доступен режим восстановление.

Схема взаимодействия облачного хранилища Owncloud в составе ЭИОС учебном заведении приведена на рисунке 2.

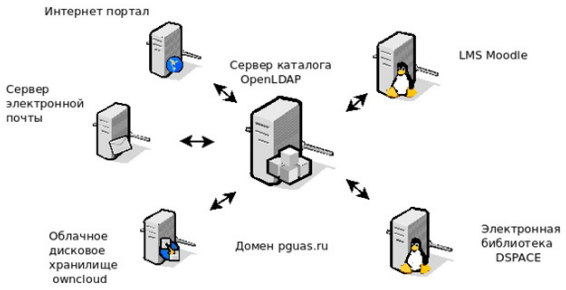


Рисунок 2 – Структурная модель взаимодействия облачного сервиса owncloud в составе ЭИОС

Для физического развертывания ownCloud необходим WEB httpd сервер в котором присутствует поддержка языка программирования PHP и установлена СУБД MySQL или PostgreSQL. Развертывание облачного хранилища возможно в системе виртуализации KVM, OpenVZ, а так же контейнеризации Docker [20-21]. Это позволяет использовать миграцию облачного хранилища в пределах используемых аппаратных платформ и так же проводить процесс резервного копирования и поддерживать актуальное состояние облачного сервиса. Для использования внешней пользовательской базы могут применяться решения сервиса каталогов Acive Directory и LDAP, тем самым позволяет разворачиваемому облачному сервису легко интегрироваться в существующую ЭИОС. Сервер каталога является специализированную базой данных иерархической структуры. На каждом уровне содержится информация о группах пользователь, подразделениях и на нижнем уровне о конкретном пользователе. Это позволяет быстро находить информацию о пользователи при его авторизации в информационных сервисах ЭИОС. При реализации облачного файлового хранилища на базе owncloud рекомендуется использовать сервер каталога реализованных на основе открытого программного обеспечения OpenLDAP, который входит в состав как зарубежных, так и отечественных операционных систем.

Заключение. В работе показан один из способов создания облачного файлового хранилища на основе открытого программного обеспечения в составе электронной информационной образовательной среды. Показано, что:

1. Использование облачных технологий позволяет расширить возможности ЭИОС учебного учреждения.

2. Облачные технологии позволят обеспечить аппаратными и программными ресурсами обучающихся в удаленном режиме информационного взаимодействия.

3. Разработана модель информационных потоков в информационной системе реализованной на облачных технологиях.

4. Использование программного обеспечения owncloud делает возможным развертывание облачного файлового хранилища для обеспечения комфортной работой всех категорий участников образовательного процесса локальном и удаленном режимах работы, а так же с применением персональных мобильных устройств.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации». [Электронный ресурс] URL: https://минобрнауки.рф/документы/2974.

2. Андреев А.А. Современные информационно-образовательные среды. [Электронный ресурс] URL:http://www.p-plib.ru/pedagogika/andreev/andreev9.html

3. Никаноров Р.О., Трубинова Т.С. Облачные технологии: развитие в России // Актуальные проблемы авиации и космонавтики: тез. X Всерос. науч.-практ. конф. Красноярск, 2014. С. 386–387.

4. Атанасян С.Л. Моделирование информационной образовательной среды вуза. [Электронный ресурс] URL: https://cyberleninka.ru/article/n/modelirovanie-informatsionnoy-obrazovatelnoy-sredy-pedagogicheskogo-vuza

5. Авксентьева Е.Ю. Миграция электронного образования в облачную среду. URL http://docplayer.ru/52265695-Migraciya-elektronnogo-obrazovaniya-v-oblachnuyu-sredu-avksenteva-e-yu.html

6. Абрамова О.М. Использование облачных технологий для организации контроля учебной деятельности. [Электронный ресурс] URL https://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-oblachnyh-tehnologiy-dlya-organizatsii-kontrolya-uchebnoy-deyatelnosti

7. Газейкина А.И., Кувина А.С. Применение облачных технологий в процессе обучении школьников. [Электронный ресурс] URL https://cyberleninka.ru/article/n/primenenie-oblachnyh-tehnologiy-v-protsesse-obucheniya-shkolnikov

8. Макарчук Т.А., Минаков В.Ф., Артемьев А.В.

Мобильное обучение на базе облачных сервисов // Современные проблемы науки и образования. 2013. №2.[Электронный ресурс] URL: www.science-education.ru/108-9066

9. Привалов А.Н., Клепиков А.К. Облачные технологии как фактор развития информационнообразовательной среды вуза. [Электронный ресурс] URL: http://www.iiorao.ru/iio/pages/izdat/ison/publication/ison_2012/num_11_2012/Privalov_Klepikov.pdf

10. Курс «Технологии облачных вычислений». Практическая работа 1: Основы облачных вычислений. [Электронный ресурс] // Национальный открытый университет «ИНТУИТ» [Офиц. Сайт]. URL:http://www.intuit.ru/studies/courses/3508/750/lecture/27413?page=4#sect12

11. Общие сведения об облачных вычислениях [Электронный ресурс] – URL: http://www.intuit.ru/studies/courses/12160/1166/lecture/19342

12. Стариченко Б.Е. О построении информационного обеспечения учебного процесса в вузе. Педагогическое образование в России. 2012. No 5. С. 39–44. [Электронный ресурс] URL: https://cyberleninka.ru/article/n/o-postroenii-informatsionnogo-obespecheniya-uchebnogo-protsessa-v-vuze

13. Соловов А.В. Электронное обучение – Новая технология или новая парадигма? // Высшее образование в России. 2006. №11. 104–112.

14. Облачные технологии в образовании. [Электронный ресурс] – URL: http://conhoida.blogspot.ru/p/blog-page_7.html.

15. Артеменко В.Б. Опыт использования облачного сервиса MoodleCloud. [Электронный ресурс] URL: http://elar.urfu.ru/bitstream/10995/54304/1/notv_2017_06.pdf

16. Сейдаметова З.С., Сейтвелиева С.Н. Облачные сервисы в образовании / Крымский инженерно-педагогический университет. – [Электронный ресурс] – URL: ite.kspu.edu/webfm_send/211

17. Шекербекова Ш.Т., Несипкалиев У. Возможности внедрения и использования облачных технологий в образовании//Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2015–№6. С 20–27.

18. Свое облачное хранилище на основе Owncloud. – [Электронный ресурс] URL:https://habr.com/ru/post/154047

19. Риз Дж. Облачные вычисления. СПб.: БХВ-Петербург, 2011.

20. Ткаченко В.А. Облачные вычисления и сервисы на базе облачных вычислений [Электронный ресурс] // Обучение в Интернет [Персональный сайт]. URL: http://www.lessons-tva.info/archive/nov031.html

21. Боттомли Дж. Ажиотаж вокруг контейнеров [Электронный ресурс] // Журнал сетевых решений / LAN. №10, 2014. URL: http://www.osp.ru/lan/2014/10/13043208

22. Docker – Build, Ship, and Run Any App, УДК 004.451 Anywhere. [Электронный ресурс] // Docker [Офиц. сайт]. URL: https://www.docker.com

Статья поступила в редакцию 05.04.2019
Статья принята к публикации 22.05.2019

МОДЕЛИРОВАНИЕ РЕКОНФИГУРИРУЕМОЙ СИСТЕМЫ С АППАРАТНЫМ ДИСПЕТЧЕРОМ ЗАДАЧ И РАСПРЕДЕЛЕННОЙ ОЧЕРЕДЬЮ ПО ОБСЛУЖИВАЮЩИМ УЗЛАМ

© 2019

Мартышкин Алексей Иванович, кандидат технических наук, доцент,
доцент кафедры «Вычислительные машины и системы»
Пензенский государственный технологический университет
(440039, Россия, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11, e-mail: alexey314@yandex.ru)

Аннотация. В статье рассматривается возможность проектирования реконфигурируемой системы с аппаратно реализованным диспетчером задач с распределенной очередью по обслуживающим узлам. Показаны варианты структуры и описаны основные блоки и схемы аппаратного модуля диспетчера задач, выполнен сравнительный анализ известных алгоритмов планирования, применяемых в современных операционных системах, и оценены возможности их реализации в аппаратном диспетчере задач. В ходе исследования установлено, что аппаратная реализация алгоритмов планирования и диспетчеризации позволяет значительно ускорить выбор задачи из списка готовых к выполнению для отведения на нее процессорного времени по сравнению с программной реализацией тех же алгоритмов внутри планировщика операционной системы. Установлено также, что принципы организации устройства непосредственным образом влияют на его быстродействие. Именно организация ресурсов, а не их объем, определяет возможности увеличения скорости работы системы. В заключении сделаны выводы по проделанной работе.

Ключевые слова: реконфигурируемая система, аппаратная реализация, информационная система, процессор, диспетчер задач, алгоритмы планирования, операционная система.

MODELING OF A RECONFIGURABLE SYSTEM WITH A HARDWARE CONTROLLER OF TASKS AND A DISTRIBUTED TURN ON SERVICE NODES

© 2019

Martyshkin Alexey Ivanovich, candidate of technical sciences, docent,
associate Professor of sub-department «Computers and systems»
Penza State Technological University
(440039, Russia, Penza, Baydukov Proyezd / Gagarin St., 1a/11, e-mail: alexey314@yandex.ru)

Abstract. The article discusses the possibility of designing a reconfigurable system with a hardware implemented task manager with a distributed queue for serving nodes. The variants of the structure are shown and the main blocks and diagrams of the hardware module of the task manager are described, a comparative analysis of the known planning algorithms used in modern operating systems is carried out, and the possibilities of their implementation in the hardware task manager are evaluated. The study found that the hardware implementation of scheduling and dispatching algorithms can significantly speed up the selection of tasks from the list of ready-to-run for assigning processor time to it compared to the software implementation of the same algorithms within the operating system scheduler. It was also established that the principles of organization of the device directly affect its speed. It is the organization of resources, and not their volume, that determines the possibility of increasing the speed of the system. Some conclusions are given at the end of the paper.

Keywords: reconfigurable system, hardware implementation, information system, processor, task Manager, scheduling algorithms, operating system.

Введение. Для высокопроизводительных параллельных (в том числе реконфигурируемых (РС) и многопроцессорных (МПС)) систем известны следующие методы реализации подсистемы диспетчеризации задач: с глобальной очередью готовых к обработке задач и с локальной (распределенной) очередью для каждого процессора (ЦП) [1,2]. В РС с глобальной очередью диспетчер задач (ДЗ) реализуется программно посредством вызова этих функций из общей памяти, где расположена операционная система (ОС). Программная реализация делится на два типа: в пространстве ядра ОС и в пространстве пользователя [3].

Постановка задачи. Модель ДЗ с глобальной очередью (рисунок 1) имеет один существенный недостаток, который становится причиной недостаточной производительности системы. Потому, как только ДЗ получает доступ к общей очереди, ЦП требуется выполнить команды для взаимодействия с ДЗ для получения новой задачи, на что тратится сравнительно большое количество процессорного времени [4,5] и [6,7]. Возможно возникновение ситуации, когда в системе имеются свободные ЦП и в очереди есть готовые к обработке задачи, однако они не обрабатываются. В это время ДЗ последовательно работает с каждым свободным ЦП, обращаясь к очереди и назначая ЦП задачу. Пока ДЗ производит свои операции со свободными ЦП, в системе могут освободиться от выполнения задач некоторые ЦП, которые остаются в режиме ожидания, пока ДЗ не начнет их обслуживание.

Чтобы избежать ситуации, когда в системе имеются свободные ЦП, но не происходит обработка готовых к обслуживанию задач, применяется другой метод реализации ДЗ – с распределенной локальной очередью (рисунок 2) [8,9].

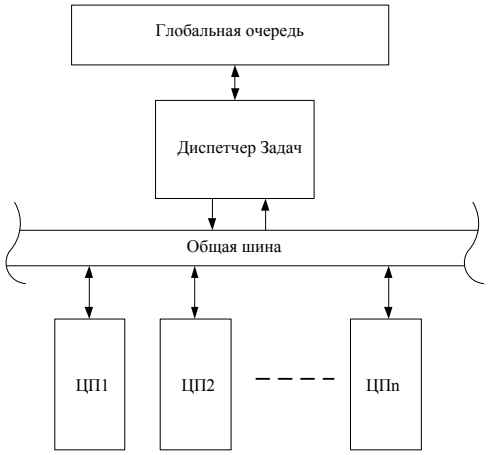


Рисунок 1 – Структурная схема РС с аппаратным ДЗ с глобальной очередью

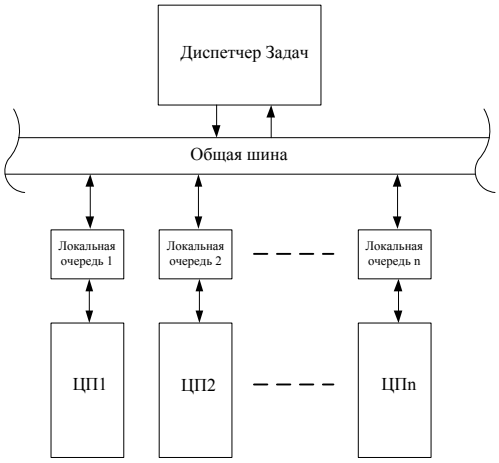


Рисунок 2 – Структурная схема РС с аппаратным ДЗ с распределенными очередями

При подобной организации ЦП не вступают в совместную работу с ДЗ, а работают непосредственно с очередью задач. Благодаря этому ЦП, освободившись, приступает к выбору новой задачи, каждый осуществляет выбор исключительно из собственной очереди. При этом задачи поступают в ЦП параллельно, что существенно экономит время и значительно повышает быстродействие системы. Следует заметить, что алгоритм работы ДЗ с распределенными очередями проще алгоритма варианта организации с глобальной очередью, т.к. интерфейс взаимодействия с ЦП в ДЗ фактически отсутствует.

Принцип функционирования ДЗ с локальными очередями задач. Рассмотрим более подробно организацию ДЗ с локальными очередями задач. Алгоритм работы такого устройства будет выглядеть следующим образом:

– вновь поступившая задача временно фиксируется во внутреннем регистре;

– ДЗ определяет число работоспособных ЦП, которые при этом могут быть как занятыми, так и свободными, но способными к обслуживанию;

– далее ДЗ рассматривает очереди только тех ЦП, которые относятся к числу работоспособных. Из всех подобных очередей выбирается та, в которой на данный момент находится наименьшее число задач. Если имеется несколько очередей с наименьшим числом задач, то, при условии, что все ЦП являются одинаковыми по характеристикам, выбирается любая очередь из списка минимальных;

– производится запись в выбранную очередь одного из ЦП (этот ЦП считается наименее загруженным в данный момент времени). При этом выставляются управляющие сигналы для FIFO, и идентификатор задачи из временного регистра перезаписывается в нужную очередь;

– ДЗ переходит к ожиданию новой задачи (пункт 1).

Выборку очереди с наименьшим числом задач осуществляет отдельный блок ДЗ. Данный блок анализирует число записанных ячеек каждой из очереди, реализованной, например, по принципу «FIFO», и выбирает ту память, у которой это число будет минимальным. Этот блок не нуждается в тактировании, и анализ очередей происходит постоянно на протяжении всей работы. Любое изменение в каждой из очередей моментально оказывает влияние на решение, которое принимает данный блок. Схема сравнения очередей реализуется с использованием только комбинационных узлов, обладает высоким быстродействием и абсолютно не зависит от других блоков ДЗ. Таким образом, выбор подходящей очереди не требует времени на назначение задач ДЗ, а осуществляется заблаговременно.

Как уже было отмечено, ДЗ при организации с распределенными очередями задач не взаимодействует с ЦП «напрямую». Другими словами, ЦП, оказываясь свободными, не должны ждать того, чтобы их обслуживал ДЗ. Они самостоятельно обращаются к своей очереди и, если она не пуста, извлекают очередную задачу. Каждый ЦП может обратиться только к своей очереди, поэтому конфликты между ЦП в этом случае исключены, и синхронизация не требуется [10, 11].

Описание устройства ДЗ с распределенными очередями задач. На основе алгоритма работы варианта аппаратной реализации ДЗ в системе автоматизированного проектирования Quartus II на языке VHDL создан проект для проведения исследования (рисунок 3) [12,13,14] и [15,16,17].

В структуру ДЗ входят следующие блоки.

Блок управления очередью задач, который принимает идентификаторы задач в систему. Он определяет, имеется ли незанятое место в очереди задач, если таковое есть, направляет идентификатор новой задачи в блок очереди FIFO. Также производится выборка идентификатора задачи из очереди для обработки в свободном ЦП.

Блок очереди хранения задач FIFO в соответствии с сигналом запроса от блока управления очередью размещает идентификатор новой задачи в конце списка или извлекает идентификатор задачи из вершины списка для направления его в ЦП.

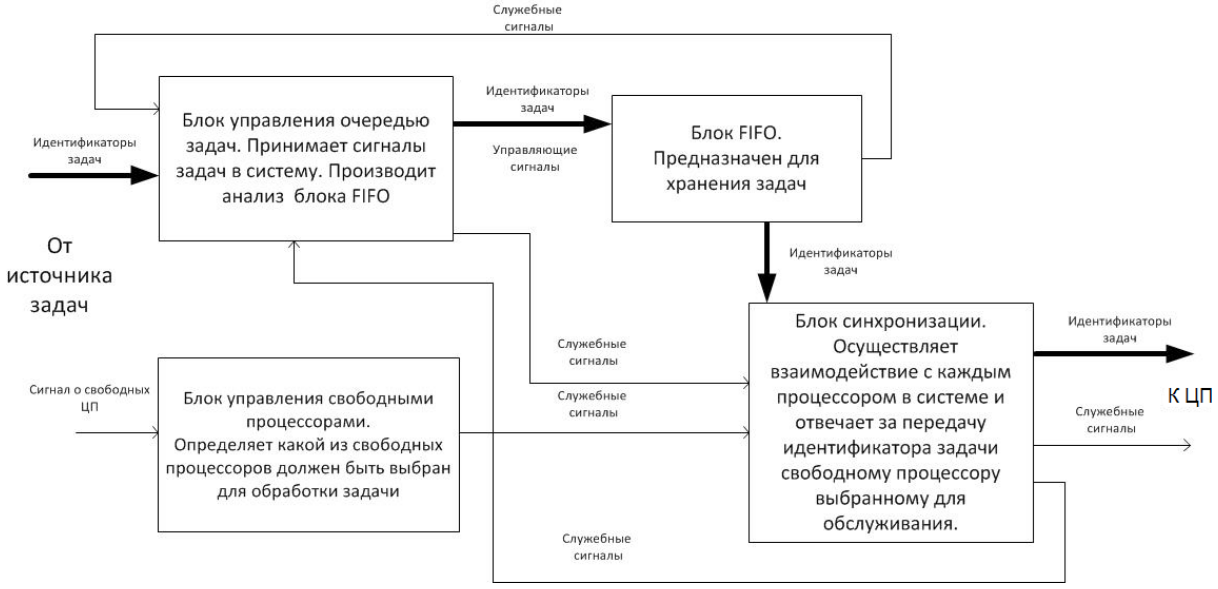


Рисунок 3 – Структурная схема ДЗ с распределенными очередями задач

Блок синхронизации – основной блок в устройстве, назначение которого заключается в анализе информации об ожидающих заявках в системе и свободных ЦП, которые можно назначить для обслуживания этих заявок. Блок синхронизации обеспечивает взаимодействие с каждым ЦП в системе и отвечает за передачу идентификатора задачи свободному ЦП, выбранному для обработки.

Ниже представлен фрагмент кода VHDL блока синхронизации.

```
process (clk)
begin
  if (clk'event and clk='1') then
      case state_next is
            when init =>
                  s_proc_zapr_1<='0';
                  s_proc_zapr_2<='0';
                  s_proc_zapr_3<='0';
                  s_proc_zapr_4<='0';
                  s_task_ready_1<='0';
                  s_task_ready_2<='0';
                  s_task_ready_3<='0';
                  s_task_ready_4<='0';
                  s_proc_g_1<='0';
                  s_proc_g_2<='0';
                  s_proc_g_3<='0';
                  s_proc_g_4<='0';
                  v_task_id_for_proc<=x"0000";
                  reg_task_id<=x"0000";
                  state_next <=zapros_proc;
                  when zapros_proc =>
      if s_task_in_queue='1' and s_proc_free='1' and s_proc_sel_1='1' then
            s_proc_zapr_1<='1';
      state_next <=p_zapros_proc;
      elsif s_task_in_queue='1' and s_proc_free='1' and s_proc_sel_2='1' then
            s_proc_zapr_2<='1';
            state_next <=p_zapros_proc;
      elsif s_task_in_queue='1' and s_proc_free='1' and s_proc_sel_3='1' then
            s_proc_zapr_3<='1';
            state_next <=p_zapros_proc;
      elsif s_task_in_queue='1' and s_proc_free='1' and s_proc_sel_4='1' then
            s_proc_zapr_4<='1';
            state_next <=p_zapros_proc;

      end if;
                  when p_zapros_proc =>
      if (s_proc_zapr_1 and s_proc_pzapr_1)='1' then s_proc_g_1<='1'; s_fifo_read_out<='1'; state_next <=read_task;
      elsif (s_proc_zapr_2 and s_proc_pzapr_2)='1' then s_proc_g_2<='1'; s_fifo_read_out<='1'; state_next <=read_task;
      elsif (s_proc_zapr_3 and s_proc_pzapr_3)='1' then s_proc_g_3<='1'; s_fifo_read_out<='1';state_next <=read_task;
      elsif (s_proc_zapr_4 and s_proc_pzapr_4)='1' then s_proc_g_4<='1'; s_fifo_read_out<='1'; state_next <=read_task;
      end if;
                  when read_task =>
                        s_fifo_read_out<='0';
      if cnt="0010"then
            cnt<="0000";
            reg_task_id<=v_q_fifo_in;
            state_next <=task_in_proc;
      else
            cnt<=cnt+'1';
      end if;
                  when task_in_proc =>
                        v_task_id_for_proc<=reg_task_id;
      if s_proc_g_1='1' then s_task_ready_1<='1';state_next <=wait_proc_read_task;
      elsif s_proc_g_2='1' then s_task_ready_2<='1'; state_next <=wait_proc_read_task;
      elsif s_proc_g_3='1' then s_task_ready_3<='1';state_next <=wait_proc_read_task;
```

```
        elsif s_proc_g_4='1' then s_task_ready_4<='1'; state_next <=wait_proc_read_task;
        end if;
                        when wait_proc_read_task =>
        if (s_proc_g_1 and s_proc_prinyal_1)='1' then v_task_id_for_proc<=x"0000"; s_task_ready_1<='0'; state_next <=init;
        elsif (s_proc_g_2 and s_proc_prinyal_2)='1' then v_task_id_for_proc<=x"0000"; s_task_ready_2<='0'; state_next <=init;
        elsif (s_proc_g_3 and s_proc_prinyal_3)='1' then v_task_id_for_proc<=x"0000"; s_task_ready_3<='0'; state_next <=init;
        elsif (s_proc_g_4 and s_proc_prinyal_4)='1' then v_task_id_for_proc<=x"0000"; s_task_ready_4<='0'; state_next <=init;
        end if;
        end case;
    end if;
end process;
end block_dispetcher_arch.
```

Моделирование работы устройства. Для моделирования работы ДЗ с распределенными очередями была применена следующая схема (рисунок 4).

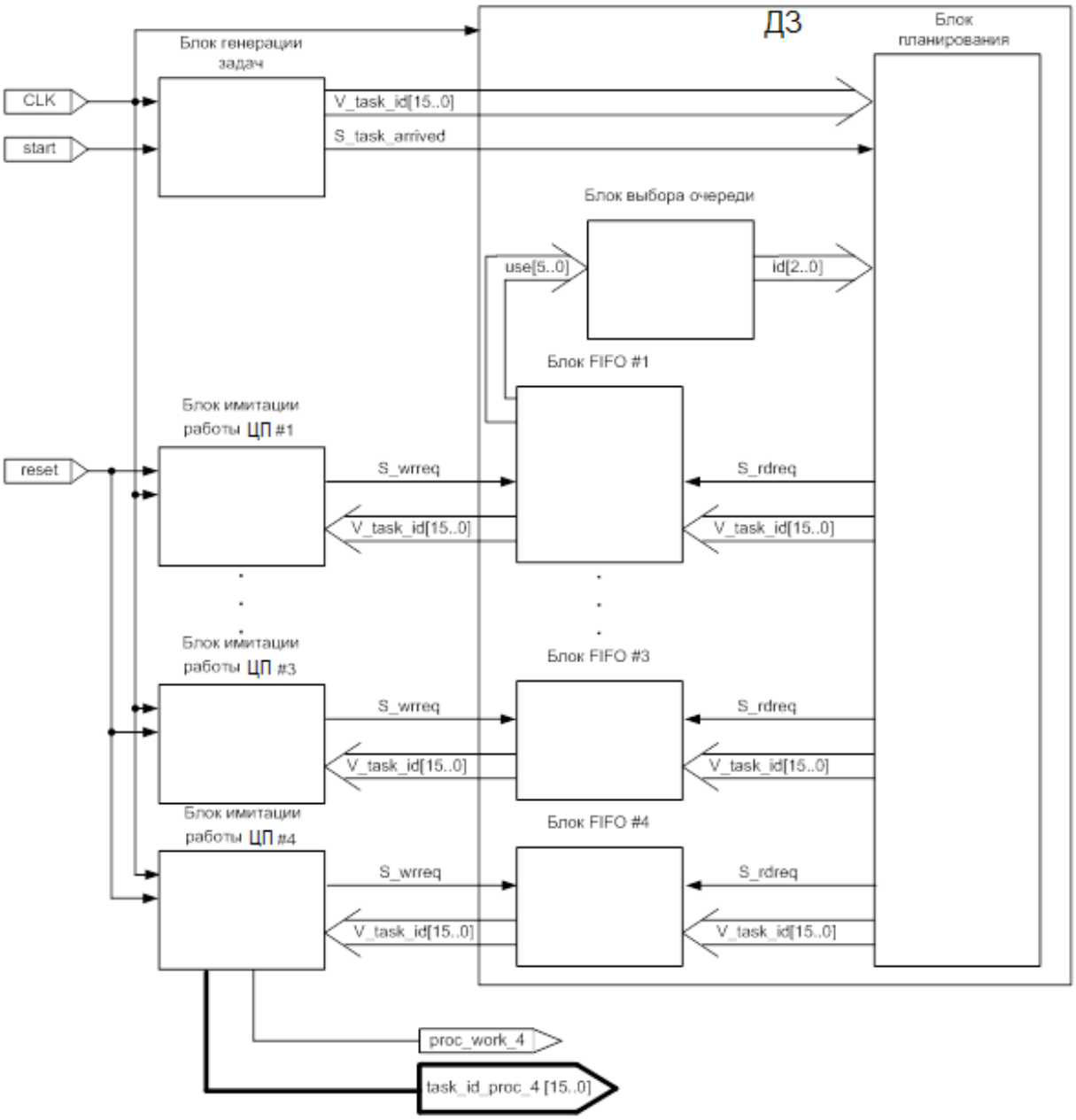


Рисунок 4 – Общая структурная схема исследуемой РС

Чтобы иметь возможность сравнить результаты работы обоих вариантов реализации ДЗ в РС, при моделировании использовались те же самые блоки имитации работы ЦП, и тот же блок генерации задач. Таким образом, условия моделирования системы остались прежними: задачи поступают в систему с периодичностью в 5 тактов, любой ЦП обслуживает одну задачу на протяжении 32 тактов [4, 8].

Временные диаграммы, полученные в результате проведенного моделирования, представлены на рисунке 5. Главное отличие в результатах заключается в том, что при варианте организации ДЗ с глобальной очередьюзадачи накапливались в FIFO и постепенно заполняли её. В результате наступал момент, когда новые идентификаторы не принимались в систему, и она становилась перегружена. Время обработки вновь поступившей задачи в этом случае сильно возрастало. При этом в системе постоянно присутствовали свободные ЦП, но возникающий конфликт не позволял им получать задачи. В этом случае очевидным является то, что увеличение числа ЦП никак не скажется на быстродействии и система так и продолжит перегружаться.

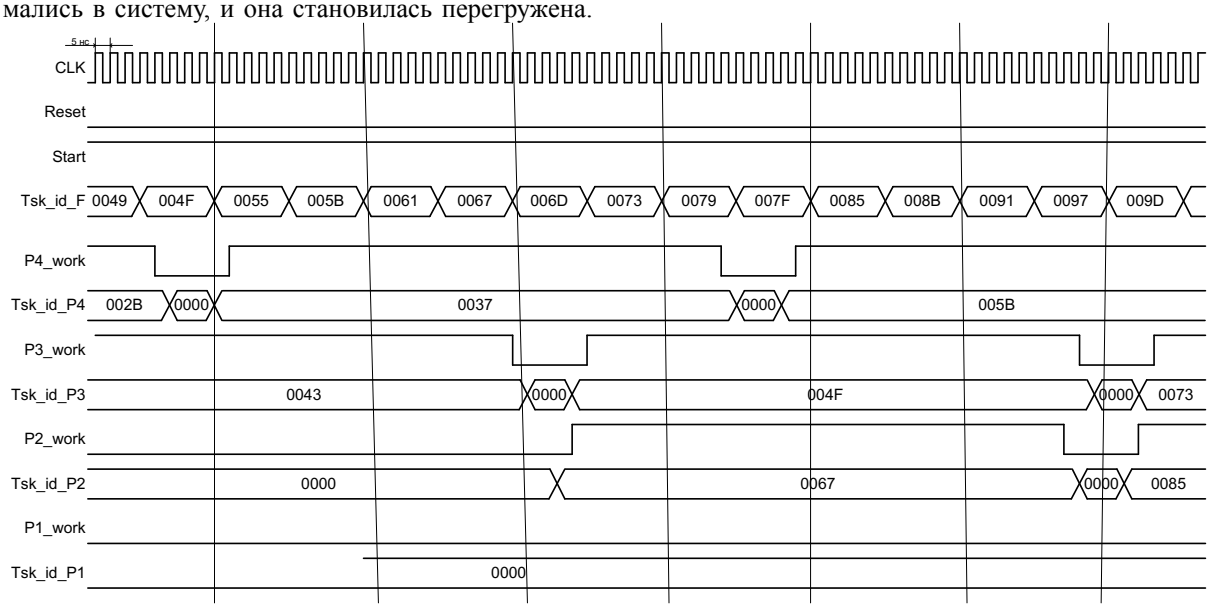


Рисунок 5 – Результаты моделирования

ДЗ с распределенными очередями на моделировании демонстрирует результат лучший, нежели в случае глобальной очереди [18,19,20]. Система успевает принимать и назначать все поступающие задачи. Она не перегружается ни на каком интервале времени, кроме того, она способна обрабатывать и более интенсивный поток задач. Причина увеличения быстродействия проста и очевидна – ДЗ во втором случае работает в разы (примерно в 8 – 10 раз) быстрее, выполняя при этом все возложенные на него функции. Он намного проще организован и не обязывает ЦП иметь специальный интерфейс взаимодействия с ДЗ.

Заключение. В результате выполненного исследования можно сделать вывод о том, что принципы организации устройства непосредственным образом влияют на его быстродействие. Именно организация ресурсов, а не их количество лежит в основе увеличения скорости работы системы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Таненбаум Э., Бос Х. Современные операционные системы. 4-е изд. – СПБ: Питер, 2015. – 1120 с.

2. Таненбаум Э., Вудхалл А. Операционные системы: разработка и реализация. 3-е изд. – СПБ: Питер, 2007. – 704 с.

3. Таненбаум Э., Ван Стеен М. Распределенные системы. Принципы и парадигмы. – СПб.: Питер, 2003. – 877 с.

4. Вашкевич Н.П. Аппаратная поддержка диспетчера задач с глобальной очередью в многопроцессорных системах / Н.П. Вашкевич, Р.А. Бикташев, А.И. Меркурьев // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Технические науки. – 2011. – № 3 (19). – С. 3–14.

5. Мартышкин А.И. Реализация диспетчера задач в многопроцессорной системе // Прикладные информационные системы: сборник научных трудов. – 2016. – С. 122–127.

6. Бикташев Р.А. Структурная организация многопроцессорных систем с аппаратной поддержкой ядра ОС // Новые информационные технологии и системы: сборник научных статей XII Международной научно-технической конференции. – 2015. – С. 90–93.

7. Бикташев Р.А. Архитектура аппаратного ядра многопроцессорной операционной системы // Новые информационные технологии и системы: сборник научных статей XII Международной научно-технической конференции. – 2015. – С. 86–90.

8. Волчихин В.И., Вашкевич Н.П., Бикташев Р.А. Планировщик задач с аппаратной поддержкой для многопроцессорных систем // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Технические науки. – 2012. – № 1 (21). – С. 12–20.

9. Мартышкин А.И. Математическое моделирование распределенных диспетчеров задач многопроцессорных систем на основе открытых сетей массового обслуживания // Современные методы

и средства обработки пространственно-временных сигналов: сборник статей XIV Всероссийской научно-технической конференции. Под редакцией И.И. Сальникова. – 2016. – С. 105–110.

10. Мартышкин А.И. Основные направления и пути развития современных встраиваемых операционных систем // Современные информационные технологии. – 2018. – № 27. – С. 63–69.

11. Мартышкин А.И., Мартенс-Атюшев Д.С. Обзор современных отечественных реконфигурируемых вычислительных систем // Современные методы и средства обработки пространственно-временных сигналов: сборник статей XV Всероссийской научно-технической конференции. – 2017. – С. 65–69.

12. Мартышкин А.И. Математическое моделирование процесса решения параллельной задачи на симметричной многопроцессорной вычислительной системе // Современные технологии в науке и образовании - СТНО-2017: сборник трудов II Международной научно-технической и научно-методической конференции в 8 т. Рязанский государственный радиотехнический университет. – 2017. – С. 115–118.

13. Мартышкин А.И. Математическое моделирование и методы аппаратной поддержки алгоритмов управления взаимодействующими процессами в высокопроизводительных вычислительных системах // Проблемы теоретической кибернетики: материалы. Под редакцией Ю. И. Журавлева – 2017. – С. 157–161.

14. Мартышкин А.И., Мартенс-Атюшев Д.С., Маркин Е.И. К вопросу построения реконфигурируемой вычислительной системы на базе ПЛИС для цифровой обработки сигнала // Современные инновационные технологии подготовки инженерных кадров для горной промышленности и транспорта. – 2017. – № 4. – С. 433–439.

15. Мартышкин А.И., Мартенс-Атюшев Д.С. Исследование узлов реконфигурируемой вычислительной системы аппаратными средствами // Современные методы и средства обработки пространственно-временных сигналов: сборник статей XVI Всероссийской научно-технической конференции. Под редакцией И.И. Сальникова. – 2018. – С. 91–95.

16. Мартышкин А.И. Натурный эксперимент по исследованию образца реконфигурируемой вычислительной системы для цифровой обработки сигнала на базе ПЛИС // Современные технологии в науке и образовании - СТНО-2018: сборник трудов международного научно-технического форума: в 11 томах. Под общ. ред. О.В. Миловзорова. – 2018. – С. 36–39.

17. Мартышкин А.И. Реализация опытного образца реконфигурируемой вычислительной системы для цифровой обработки сигнала на базе программируемых логических интегральных схем // Новые информационные технологии и системы: сборник научных статей XIV Международной научно-технической конференции, посвященной 70-летию кафедры «Вычислительная техника» и 30-летию кафедры «Системы автоматизированного проектирования». – 2017. – С. 243–246.

18. Мартышкин А.И. Исследование возможного варианта реализации реконфигурируемой вычислительной системы для цифровой обработки сигнала // Перспективные направления развития отечественных информационных технологий: Материалы III межрегиональной научно-практической конференции. Научный редактор Б.В. Соколов. – 2017. – С. 212–214.

19. Мартышкин А.И. Исследование характеристик подсистемы назначения задач реконфигурируемой вычислительной системы для цифровой обработки сигнала // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. – 2017. – № 1 (21). – С. 142–149.

20. Мартышкин А.И., Мартенс-Атюшев Д.С. Разработка подсистемы планирования и назначения задач реконфигурируемой вычислительной системы для цифровой обработки сигнала // Современные методы и средства обработки пространственно-временных сигналов: сборник статей XIV Всероссийской научно-технической конференции. Под редакцией И.И. Сальникова. –2016. – С. 115–119.

Статья публикуется при поддержке стипендии Президента РФ молодым ученым и аспирантам на 2018-2020 гг. (СП-68.2018.5).

Статья поступила в редакцию 06.04.2019
Статья принята к публикации 22.05.2019

УДК 331.101

ОЦЕНКА ВОЛАТИЛЬНОСТИ КАЧЕСТВА РАБОЧЕЙ СИЛЫ

© 2019

Затепякин Олег Аркадьевич, доктор экономических наук, доцент,
профессор кафедры менеджмента и отраслевой экономики
Сибирский государственный индустриальный университет
(654006, Россия, г. Новокузнецк, ул. Кирова, 42, e-mail: olegzatepyakin@yandex.ru)
Ясинский Дмитрий Юрьевич, аспирант
Сибирский государственный индустриальный университет
(654006, Россия, г. Новокузнецк, ул. Кирова, 42, e-mail: yasdmitur@yandex.ru)

Аннотация. В предлагаемой статье рассматривается возможность оценки волатильности качества рабочей силы. В результате определения её оценочных составляющих, таких как: профессия (специальность) со стороны текущих требований и рабочее место (должность) в разрезе перспективных производственных условий к ценностному содержанию человека в процессе труда, авторами выявляются направления компетентностных требований к оценке волатильности качества рабочей силы – профессиональное и ресурсное. Делается промежуточный вывод о том, что текущие требования производства к качеству рабочей силы через профессиональное направление к оценке её волатильности и необходимость прогнозирования качества планируемой продукции напрямую зависит от требовательных производственных измерений компетенций человека в процессе труда, выражаемых в существовании перспективного (планового, стратегического) направления при оценке волатильности качества рабочей силы. Далее, авторами устанавливается взаимосвязь элементов компетентностного и ресурсного подходов в процессе оценки волатильности качества рабочей силы, иллюстрируется соответствующий процесс, а также предлагается математическая формализация при определении коэффициента колебания процесса оценки качества рабочей силы. Делается заключение о том, что с помощью упомянутого коэффициента становится возможным отслеживать и анализировать ценностное состояние набора компетенций индивида во времени на фоне требований к качеству рабочей силы, предъявляемых производством.

Ключевые слова: оценка, волатильность, качество рабочей силы, ресурсный подход, рабочее место, профессия, специальность, компетенция, компетентностный подход

THE VOLATILITY ESTIMATE OF THE WORKFORCE QUALITY

© 2019

Zatepyakin Oleg Arkadievich, doctor of Economics, associate Professor,
Professor of the Department of management and industry Economics
Siberian State Industrial University
(654006, Russia, Novokuznetsk, Kirova St., 42, e-mail: olegzatepyakin@yandex.ru)
Yasinsky Dmitry Yuryevich, postgraduate student
Siberian State Industrial University
(654006, Russia, Novokuznetsk, Kirova St., 42, e-mail: yasdmitur@yandex.ru)

Abstract. The article discusses the possibility of assessing the volatility of the quality of the workforce. As a result of determining its evaluation components, such as: profession (specialty) from the current requirements and workplace (position) in the context of promising production conditions to the value content of a person in the process of work, the authors identify areas of competence requirements for assessing the volatility of the quality of the workforce – professional and resource. An intermediate conclusion is made that the current requirements of production to the quality of the workforce through the professional direction to the assessment of its volatility and the need to predict the quality of the planned products directly depends on the demanding production measurements of human competencies in the process of labor, expressed in the existence of a promising (planned, strategic) direction in the assessment of the volatility of the quality of the workforce. Further, the authors establish the relationship between the elements of competence and resource approaches in the process of assessing the volatility of the quality of the workforce, illustrate the relevant process, and propose a mathematical formalization in determining the coefficient of oscillation of the process of assessing the quality of the workforce. The conclusion is made that with the help of the mentioned coefficient it becomes possible to monitor and analyze the value state of a set of competencies of an individual in time against the background of the requirements for the quality of the workforce imposed by production.

Keywords: estimate, volatility, quality of labor, resource approach, workplace, profession, specialty, competence, competence-based approach

Введениие. При оценке качества рабочей силы профессия предполагает компетентностное содержание человека в процессе труда, определяя его профессионально-компетентностную сферу деятельности. Рабочая сила переходит в качественную категорию, если её компетентность удовлетворяет

текущим и плановым (стратегическим) технологическим производственным требованиям.

Оценить – значит произвести оценочное действие, опираясь на известные, существующие методы. Оценка – неотъемлемая часть содержания качества, имеющая волатильный характер, поскольку подразумевает существование диапазонной (либо уровневой динамической) среды.

Чем более высоким уровнем соответствия профессиональной подготовки обладает специалист, тем более эффективной становится его деятельность, применяемая в реализации производственных задач. В данном суждении достаточно чётко выявляется профессиональное направление при осуществлении оценки волатильности качества рабочей силы. Это связано с тем, что показатели волатильности и деволатилизации включают в себя однозначное содержание профессиональной компетентности, состоящей из определённого набора – суммарного компетентностного значения, которое в каждой своей составляющей единице (компетентности) несёт природу колебания весового формирования. Волатильность качества рабочей силы в контексте компетентностного подхода – это динамическое изменение экстремумных значений набора компетенций индивида с учётом воздействия внешних и внутренних факторных проявлений, влияющих на структуру развития качества рабочей силы в определённый промежуток времени [1,с.262, 263,265].

На данном этапе следует ввести дополнительные уточнения и авторские определения. Компетенция – возможность индивида принимать установленные решения, а также стремление к определенному виду деятельности, из которых вытекает его способность к реализации знаний и умений для осуществления эффективных трудовых действий в конкретной профессиональной среде [2,с.631]. Под качеством рабочей силы мы предлагаем понимать личностный набор компетенций индивида, определяющийся уровнем профессионально-квалификационной подготовленности к деятельности и состоянием, движущим его к осуществлению требуемых трудовых функций, необходимых для успешного выполнения своих профессиональных обязанностей [3,с.158;4, с.92]. Содержание личностного набора компетенций человека в процессе труда мы связываем с авторским представлением о понятии рабочей силы, как о наборе компетенций человека, определяющих его способность к трудовой деятельности в современных социально-экономических условиях [5,с. 120], а сам набор формируется из компетентностного суммарного видового содержания $\sum K_{яЛ}$, $\sum K_{яП}$, $\sum K_{яК}$ – личностного, профессионального и квалификационного соответственно [6,с.166].

Анализ и материалы исследования. Применение компетентностного подхода для раскрытия нового представления понятия «рабочая сила» сформировано тенденциозным изменением, существующего на сегодняшний день этапа в процессе общественного воспроизводства. На текущий момент следует признать всеобъемлющее понимание первостепенности знания и информации в вопросе экономического развития, в главенствующей роли реализуемых инноваций для гарантирования высокой (достаточной) конкурентоспособности. Экономика сегодня – это знаниевая экономика (learning economy), в которой основными движущими силами совершенствования являются знания и ресурсы человеческой общсти [7,с.386].

Компетентностный подход предусматривает формирование в мышлении человека опорных интеллектуально-поведенческих конструкций в виде устойчивых навыков самоорганизации, позволяющих преобразовывать и активизировать собственные ресурсы (интеллектуальные, энергетические и иные) и принимать эффективные решения в проблемных ситуациях. Формирование компетентности ставит человека в условия активного поиска и самостоятельного осмысления разнообразной информации. Компетентностный подход моделирует деятельность профессионала, работающего с большими информационными массивами для получения знания. Это позволяет осуществлять интенсивный тренинг необходимых ему качеств и умений (компетенций), формируя тем самым индивидуальную компетентность и в итоге рабочую силу субъекта социально-трудовых отношений [8,с.69].

Достаточно часто содержание понятия «профессия» отождествляют, или ставят в один ряд со специальностью, и, на наш взгляд, подобное предположение необходимо проверить, поскольку, либо открывается очередное самостоятельное «специализационное» направление к осуществлению оценки волатильности качества рабочей силы, либо усматривается расширенное представление о ранее выявленном нами профессиональном направлении.

Специальность – это достаточно определённая, целенаправленная содержательная составляющая профессии, которая является деятельностной формой существования человека в процессе труда [9-11]. Профессия, и заключающиеся в ней специальности, располагаются в сегментах компетентностного подхода в виде утверждённых компетенций, и мы находим этому подтверждение в вышеприведённых определениях. Рассматриваемый сегментный профессиональный набор компетенций устанавливается в зависимости от формализованных требований, без которых определённость профессионального содержания подвергается перерождению в рамках объективной действительности при реализации трудовых способностей человека относительно запланированного целеполагания применяемой рабочей силы.

Итоговый результат реализации трудового процесса с включением в него профессиональных компетенций работника (основополагающего элемента), воплощается в уровне качества конечного

продукта. В этом мы усматриваем текущие требования производства к качеству рабочей силы через профессиональное направление к оценке её волатильности. Поскольку мы упоминаем о получении конечного продукта в контексте свершившегося результата, заключительной точки процесса, то не можем не развить наше представление о необходимости прогнозирования качества планируемой продукции, которое напрямую зависит от требовательных производственных измерений компетенций человека в процессе труда, выражаемых в существовании перспективного (планового, стратегического) направления при оценке волатильности качества рабочей силы.

Компетентностный подход оказывает своё влияние, начиная со стадии формирования качества продукции, затем при выражении конечного результата достижения желаемого ценностного содержания и, в завершение, проецируется на перспективные качественные образования, поскольку компетенции могут проявляться как ресурсные единицы. Этому мы находим подтверждение при определении ресурсного подхода (resource-based view), применимого к производственному формообразованию, при котором предприятие рассматривается как комплекс соответствующих ресурсов, включающий: денежные средства, запасы, имущество, кадры, компетенции и другие возможности осуществления бизнес-деятельности [12,с.191,195;13,p.101]. Иначе говоря, организация рассматривается с точки зрения набора материальных и нематериальных ресурсов, из которых выделяют три основные группы: материальные, человеческие и организационные.

Д.Ю. Каталевский отмечает то, что при рассмотрении ресурсного подхода необходимо разграничивать понятие ресурсов и компетенций. Различие между ресурсами и компетенциями, по его мнению, очень важно и зависит это от того, каким именно способом предприятия их приобретают и развивают, причём необходимые ресурсы могут быть получены как в процессе функционирования на рынке, так и при разработке собственных компетенций в результате их непосредственного применения. Таким образом, компетенции являются итоговым отражением того, как предприятие использует собственные ресурсы, для того, чтобы наработать принадлежащие себе компетентностные единицы. Ресурсы приобретаются свободно на рынке, в то время как компетенции – исключительно внутренним развитием предприятия в его повседневном функционировании. Ресурсы, будучи однажды разработанными, влияют на те из них, что были задействованы в начале своего развития. Они трансформируют рассматриваемые исходные ресурсы во что-то новое по сравнению с тем, в каком состоянии они находились в момент первоначального функционирования. Результатом становится прежде всего то, что ресурсы и компетенции постоянно изменяются, испытывая эффект нормальной организационной деятельности [14,с.6].

Поэтому, иные производственные ресурсы (материальные, организационные), неразрывно связаны с их компетентностными воплощениями (человеческими) через определённый функциональный узел.

Для реализации, применения своих компетенций, человеку в процессе труда необходимо определённое пространство способствующее производству товарной продукции (материальной / нематериальной) соответствующего качества, иначе – рабочее место, которое и является тем самым функциональным узлом [15-17;18,с.2;19,с.467].

В определении терминологии рабочего места, мы соглашаемся с О. Рыбниковым, который предлагает рассматривать его, как систему взаимосвязанных элементов (основного и вспомогательного производственного оборудования, технологической и организационной оснастки, средств и способов размещения оборудования). Эта система должна быть нацелена на выполнение производственных функций, которая предполагает включение в неё самого работника и таких компонентов, как должностные инструкции и другие регуляторы труда, а также его различные, разнонаправленные межличностные коммуникации [20].

На любом предприятии с целью формирования качества продукции к работнику, как к трудовой единице, устанавливаются необходимые требования, в том числе, относительно их практической формализации, которая содержится в профессиональных стандартах и должностных инструкциях. Следовательно, исходя из вышеприведённого определения, предлагаемого О. Рыбниковым, в контексте копетентностного подхода произвести качественную оценку рабочего места возможно через требования к набору компетенций, содержащихся в установленных регуляторах труда. Отсюда возникает принцип качества рабочей силы, который выражается в том, что высокое качество – это полное соответствие набора компетенций индивида, исходя из требований к занимаемой должности и определённому рабочему месту, являющегося комбинированным (синтезированным) производственным ресурсом. Низкие или недостаточные качественные показатели человека в процессе труда говорят о наличии неполноценности состава его компетентностного набора на фоне условий, предъявляемых работодателем, указанных ранее.

Результаты исследования. На основании вышеприведённого материала, процесс ресурсного развития мы предлагаем относить к формированию плановых (стратегических) компетентностных требований, предъявляемых на производстве, которые в итоге выявляют ресурсное направление к осуществлению оценки волатильности качества рабочей силы.

В результате определения оценочных составляющих волатильности качества рабочей силы, таких

как: профессия (специальность) со стороны текущих требований и рабочее место (должность) в разрезе перспективных производственных условий к ценностному содержанию человека в процессе труда, мы можем конкретизировать направления компетентностных требований, которые сформулируем в таблице 1. Исходя из приведённого понятийного анализа, мы предполагаем, что выстраивается некое логическое взаимосвязанное влияние эквивалентов ресурсного и компетентностного подходов на развитие качественной субстанции, содержащейся в каждом из них. Далее раскроем наше суждение и сформируем утверждения своей позиции в формате рисунка 1.

Таблица 1 – Направления компетентностных требований к оценке волатильности качества рабочей силы

Наименование направления	Содержание направления
Профессиональное	Профессия, специальность
Ресурсное	Рабочее место, должность

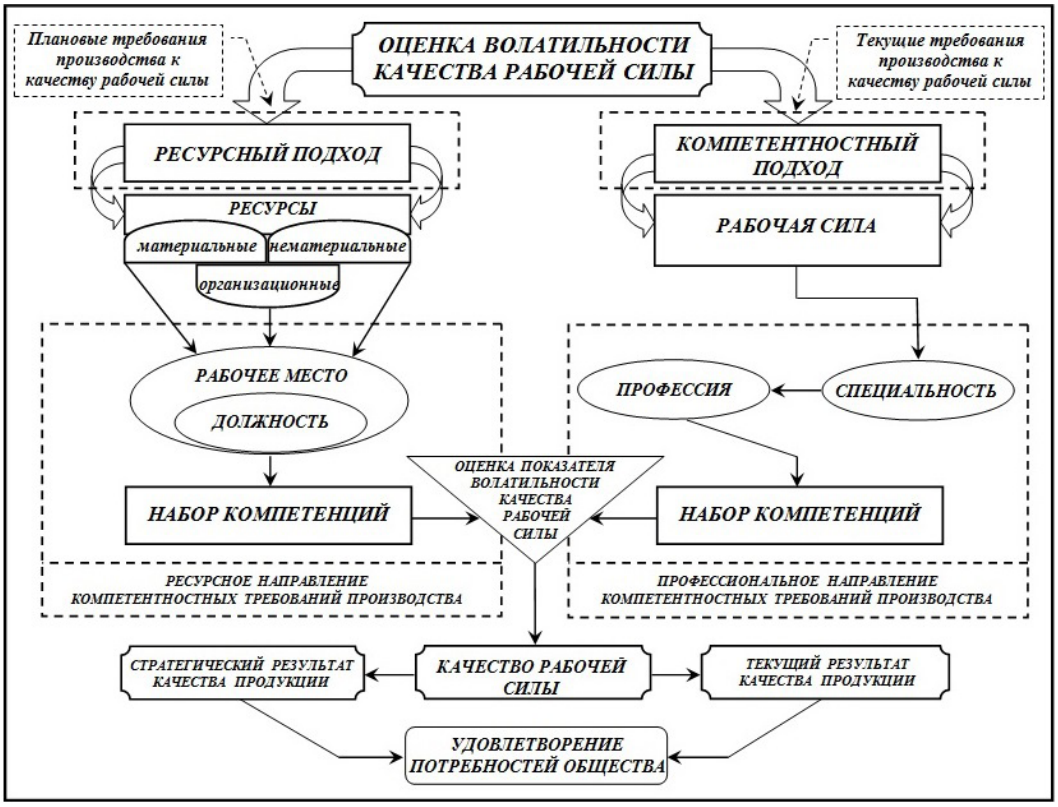


Рисунок 1 – Взаимосвязь элементов компетентностного и ресурсного подходов в процессе оценки волатильности качества рабочей силы

Как видно из рисунка 1, компетентностный подход к оценке волатильности качества рабочей силы, её профессионально-квалификационное содержание выражается в виде двух основных элементов: включаемого – «специальность» и включающего – «профессия», формирует необходимый набор компетенций при текущих производственных требованиях. В свою очередь, ресурсный подход при целевой деятельностной совокупности, с учётом образования функционального узла в формате рабочего места, с определённым должностным включением, выделяет свой компетентностный набор при плановых требованиях производства к качеству рабочей силы. После идентификации содержания набора компетенций при функционировании существующих подходов, происходит запуск механизма оценки показателя волатильности качества рабочей силы, при определении которого происходит корректировка значений компетентностных элементов. Данная особенность обеспечивает результат ценностного содержания продукции в текущем и стратегическом направлениях, который подводит итог процессу оценки волатильности качества рабочей силы в степени удовлетворённости потребностей общества (либо в уровне жизненных благ).

На рассматриваемом информационном этапе конкретизируем представление об оценке волатильности качества рабочей силы. На наш взгляд, оно заключается в определении, так называемого, коэффициента колебания, значение которого показывает на сколько показатель волатильности (V_{KRS}) претерпевает изменение при его динамическом поведении в зонах текущих и стратегических требований к качеству рабочей силы. Здесь мы предлагаем ввести авторские термины, поясняющие вышеупомянутое суждение. Зона текущих требований к качеству ра-

бочей силы – пространство коридора волатильности, устанавливающее условные границы профессионального направления компетентностных требований к оценке волатильности качества рабочей силы. Зона стратегических требований к качеству рабочей силы – пространство коридора волатильности, устанавливающее условные границы ресурсного направления компетентностных требований к оценке волатильности качества рабочей силы. Иными словами, компетентностные направления, представленные нами в таблице 1, аккумулируются относительно соответствующих зон – профессиональное в текущей, а ресурсное в стратегической (плановой). Наше суждение мы предлагаем проиллюстрировать на рисунке 2, представив процесс оценки волатильности качества рабочей силы.

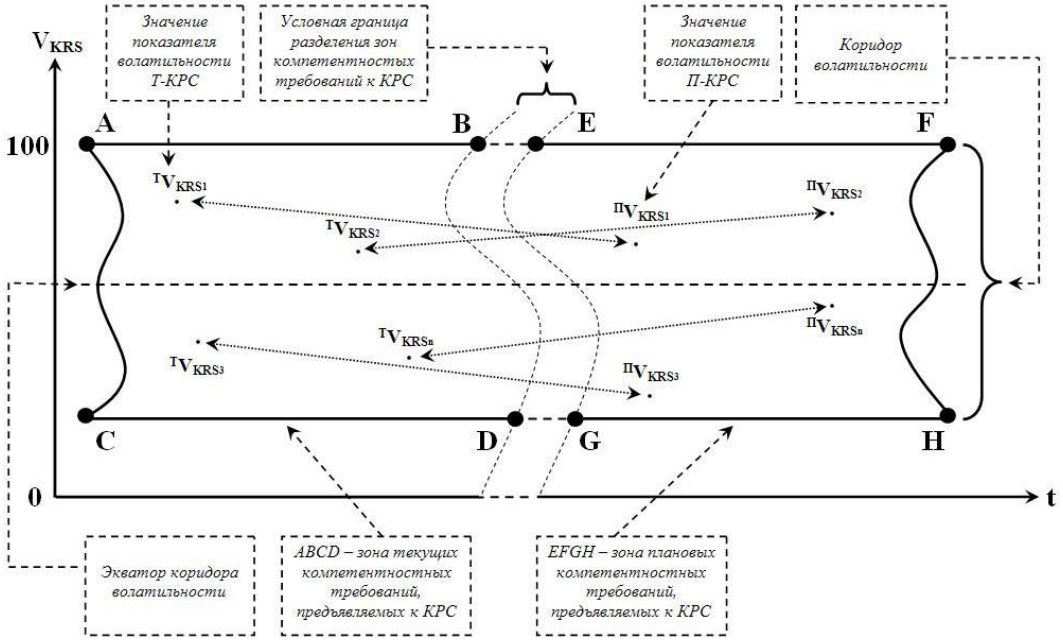


Рисунок 2 – Процесс оценки волатильности качества рабочей силы

На вышепредставленном рисунке сформировано авторское видение того, как значение показателя волатильности ${}^{T}V_{KRS}$, находящееся в зоне текущих компетентностных требований (*ABCD*), предъявляемых к качеству рабочей силы, может быть спроецировано на значение показателя волатильности ${}^{П}V_{KRS}$, существующего в зоне плановых компетентностных требований (*EFGH*), устанавливаемых на производстве. Разность между однородными значениями волатильности, установленными в промежутках времени, справедливых для каждой из требовательных зон, будет составлять математическую формализацию результата оценки волатильности качества рабочей силы, зафиксированную по модулю, в виде коэффициента колебания (CO_{KRS}) [coefficient of oscillation]. Чем меньше получено значение CO_{KRS}, тем ближе оно находится к экватору коридора волатильности, следовательно, является менее волатильным, а набор компетенций, находящийся в составе показателя ${}^{П}V_{KRS}$, рассматривается как качественная интерпретация ${}^{T}V_{KRS}$, не требующая значительных затрат на стратегическое усовершенствование компетентностного набора человека в процессе труда (1).

$$CO_{KRS} = \left| {}^{T}V_{KRS} - {}^{П}V_{KRS} \right| \quad (1)$$

где, CO_{KRS} – коэффициента колебания процесса оценки качества рабочей силы; ${}^{T}V_{KRS}$ – значение показателя волатильности зоны текущих компетентностных требований; ${}^{П}V_{KRS}$ – значение показателя волатильности зоны плановых (стратегических) компетентностных требований.

Показатель волатльности качества рабочей силы, отражающий степень её изменения относительно колебания веса той или иной компетенции в определённый промежуток времени, представлен формулой (2).

$$F(t) = V_{KRS} = \left(\left[\sum K_{яЛ} + \sum K_{яП} + \sum K_{яК} \right] \right) \times 100\% \quad (2)$$

где, V_{KRS} – показатель волатльности качества рабочей силы; $\sum K_{яЛ}$, $\sum K_{яП}$, $\sum K_{яК}$ – суммарные оценочные значения набора компетенций личностного, профессионального и квалификационного видового содержания соответственно.

При расчёте показателя волатильности качества рабочей силы (V_{KRS}), каждому из элементов набора $\sum K_{яЛ}$, $\sum K_{яП}$, $\sum K_{яК}$ присваивается значение ≤ 1 и $\neq 0$, согласно предварительно проведённой оценке относительно отдельно взятой из рассматриваемых компетенций в зависимости от выбранной методики.

Вывод. С помощью CO_{KRS} появляется возможность отслеживать и анализировать ценностное состояние набора компетенций индивида во времени на фоне требований к качеству рабочей силы, предъявляемых производством. Данный подход

может быть реализован при оценке качества совокупной рабочей силы по отраслям, регионам, муниципальным образованиям, а также на федеральном уровне.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Ясинский Д.Ю. Показатели волатильности и деволатилизации качества рабочей силы // Экономика и менеджмент систем управления. – 2018. – №4.2(30). – С. 260–268.

2. Ясинский Д.Ю. Анализ и критика практико-ориентированного и образовательного компетентностного содержания в современных социально-экономических условиях / О.А. Затепякин, Д.Ю. Ясинский // Креативная экономика. – 2018. – Том 12. – № 5. – С. 627–640.

3. Ясинский Д.Ю. Содержание понятия «качество рабочей силы» / Б.С. Бурыхин, Д.Ю. Ясинский // Теоретическая экономика. – 2018. – №2 (44). – С. 150–160.

4. Ясинский Д.Ю. Оценка качества персонала методом анализа иерархий (методом Саати) // Экономика и менеджмент систем управления. – 2019. – №1(31). – С. 91–99.

5. Ясинский Д.Ю. Понятие рабочей силы: проблема отождествления и новый взгляд / О.А. Затепякин, Д.Ю. Ясинский // Фундаментальные исследования. – 2017. – № 7. – С. 112–121.

6. Ясинский Д.Ю. Идентификация качества рабочей силы в информационной экономике // Фундаментальные исследования. – 2017. – № 10–1. – С. 161–167.

7. Ясинский Д.Ю. Механизм процесса управления качеством рабочей силы / О.А. Затепякин, Д.Ю. Ясинский // Экономика и менеджмент систем управления. – 2018. – №4.3(30). – С. 378–389.

8. Затепякин О.А. Рискогенность формирования качества рабочей силы в современных социально-экономических условиях // Вестник Томского государственного университета. Экономика. – 2015. – № 1(29). – С. 63–79.

9. Большая советская энциклопедия [Электронный ресурс]. – М.: Советская энциклопедия, 1969-1978. – URL: http://dic.academic.ru/dic.nsf/bse/135059/специальность (дата обращения: 25.01.2019).

10. Antinazi. Энциклопедия социологии, 2009 [Электронный ресурс]. – URL: http://dic.academic.ru/dic.nsf/socio/3891 (дата обращения: 21.02.2019).

11. Письмо Минобрнауки РФ от 13.05.2010 № 03-956 «О разработке вузами основных образовательных программ» (вместе с «Разъяснениями разработчикам основных образовательных программ для реализации федеральных государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования») [Электронный ресурс] // СПС «Консультант плюс». – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_107909/ff6b205bd652e866aa31aa815e7633676bc95c2d/ (дата обращения: 21.02.2019).

12. Фролова Л.В. Формирование бизнес-модели предприятия: учебник / Л.В. Фролова, Е.С. Кравченко. – Киев: Центр учебной литературы, 2012. – 384 с.

13. Barney J.B. Firm Resources and Sustained Competitive Advantage // Journal of Management. – 1991. – № 17(1). – P. 99–120.

14. Каталевский Д.Ю. Эволюция концепций стратегического менеджмента: от Гарвардской школы внешней среды до ресурсного подхода к управлению [Электронный ресурс] / Д.Ю. Каталевский // Государственное управление. Электронный вестник. Выпуск №16. – Сентябрь 2008 г. – С. 1-18. – URL: https://docviewer.yandex.ru/?url=http%3A%2F%2Fe-journal.spa.msu.ru%2Fuploads%2Fvestnik%2F2008%2Fvipusk_16._sentjabr_2008_g.%2Fkatalevskiy.pdf&name=katalevskiy.pdf&lang=ru&c=58cfe9096955 (дата обращения: 23.02.2019).

15. ТК РФ, Статья 209. Основные понятия. «Трудовой кодекс Российской Федерации» от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 03.07.2016) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.01.2017). [Электронный ресурс] // СПС «Консультант плюс». – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34683/78f36e7afa535cf23e1e865a0f38cd3d230eecf0/ (дата обращения: 23.02.2019).

16. ФЗ «Об основах охраны труда в Российской Федерации». Статья 1. Основные понятия, используемые в настоящем Федеральном законе. Федеральный закон «Об основах охраны труда в Российской Федерации» от 17.07.1999 N 181-ФЗ (последняя редакция) [Электронный ресурс] // СПС «Консультант плюс». – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_1983/1dc3f73a7abef345849772351bf15802fa6eeee4/ (дата обращения: 12.01.2019).

17. Конвенция №155 Международной организации труда «О безопасности и гигиене труда и производственной среде» (принята в г. Женеве 22.06.1981 на 67-ой сессии Генеральной конференции МОТ). Раздел I «Сфера применения и определения». Статья 3 [Электронный ресурс] // СПС «Консультант плюс». – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_121449/4fa8f0e74bf6e394d95a972b8b5d30133b0489f2/ (дата обращения: 20.01.2019).

18. ГОСТ Р ЕН 614-1-2003. Безопасность оборудования. Эргономические принципы конструирования. Часть 1. Термины, определения и общие принципы. – М.: Госстандарт России. ИПК. Издательство стандартов, 2004. – 12 с.

19. Терминологический словарь по строительству на 12 языках (ВНИИИС Госстроя СССР). – М.: «Русский язык», 1986. – 1187 с.

20. Рыбников О. Уровни требований к рабочему месту [Электронный ресурс] / О. Рыбников // «Кадровик. Кадровый менеджмент». – 2011 – № 9. – URL: http://hr-portal.ru/article/urovni-trebovaniy-k-rabochemu-mestu (дата обращения: 03.03.2019).

Статья поступила в редакцию 25.03.2019
Статья принята к публикации 22.05.2019

УДК 004.094

МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ МНОГОСТОРОННЕГО ТЕСТИРОВАНИЯ WEB-СЕРВЕРА

© 2019

Смирнов Дмитрий Сергеевич, аспирант
Пензенский государственный университет
(440026, Россия, г. Пенза, ул. Красная, 40, e-mail: bazaar@ya.ru)
Шашков Борис Дмитриевич, кандидат технических наук, профессор кафедры «МО и ПЭВМ»
Пензенский государственный университет
(440026, Россия, г. Пенза, ул. Красная, 40, e-mail: sbd2222@mail.ru)

Аннотация. Существующие инструменты нагрузочного тестирования обеспечивают оценку технических характеристик веб-сервера, тогда как решение проблемы автоматизации многопользовательского тестирования веб-сайтов с сопутствующей проверкой эффективности бизнес-процессов нуждается в многостороннем его тестировании. В статье рассматриваются основные этапы проведения многостороннего тестирования. На первом этапе ставятся цель тестирования и определяется возможность и целесообразность её достижения в рамках проведения многостороннего тестирования. Далее следует этап сбора информации, который является наиболее важным этапом, он определяет возможность достижения поставленной цели и корректность тестирования. При этом определяются показатели, которым должен соответствовать веб-сервис под реальной нагрузкой, особенно важными является те показатели, дающие возможность выделить определенные группы пользователей и описать с помощью "профиля пользователя". Дальнейший анализ полученных данных позволяет синтезировать тесты, каждый из которых представляет собой процедуру подтверждения корректности выполнения виртуальным пользователем определенного шага в бизнес-процессе. Тестирование предполагает подготовку тестового стенда, адекватно воспроизводящему режимы реальной эксплуатации. В статье анализируются отдельные аспекты стендового тестирования с учетом их влияния на качество проведения тестирования. Полученные по завершении процесса тестирования результаты подвергаются обработке с целью оценки степени достижения поставленные цели, либо установления причин, по которым они не были достигнуты. В автоматически формируемом отчете по тестированию отражаются выявленные технические характеристики и фиксируются ошибки, что дает возможность планирования дальнейших действий по устранение неисправностей.

Ключевые слова: многостороннее тестирование, методика тестирования, нагрузочное тестирование, вероятностные автомат, пользовательское поведение.

METHODOLOGY FOR THE MULTILATERAL TESTING OF A WEB SERVER

© 2019

Smirnov Dmitry Sergeevich, postgraduate
Penza State University
(440026, Russia, Penza, Krasnaya St., 40, e-mail: bazaar@ya.ru)
Shashkov Boris Dmitrievich, candidate of technical Sciences,
professor of the department "Mathematical Support and Computer Application"
Penza State University
(440026, Russia, Penza, Krasnaya St., 40, e-mail: sbd2222@mail.ru)

Abstract. Existing load testing tools are aimed at gathering technical characteristics of a web server, while multilateral testing is aimed at solving the problem of automating multi-user testing of websites and related testing of business processes. The article discusses the main stages of multilateral testing. At the first stage, the goals of testing are set and the possibility and expediency of achieving it within the framework of multilateral testing are determined. Further, the stage of information gathering expected, which is the most important step, since the probability of achieving the goal and the correctness of testing depends on the quality of the information collected. When collecting information, the indicators that the web service should correspond to under real load are found out, but the most important data is information about users, using which certain user groups can be distinguished, i.e. can be described using "the user's profile". Based on the analysis of the obtained data, tests will be synthesized, so that each test is a process of confirming the correctness of a certain step in a business process by a virtual user. For testing, it is necessary to prepare a test environment, which must match the environment for actual operation. The article discusses which aspects of the test environment have an impact on the quality of testing. After the testing process is completed, the results are processed; it is checked whether the goals were achieved (if they were not achieved, for what reasons). Based on this information, a report is made on which technical specifications were obtained and errors were identified. Such Report records the results obtained and determines the plan for further troubleshooting.

Keywords: multilateral testing, testing methodology, load testing, probabilistic automaton, load profile, pattern of user behavior.

Проблема многопользовательского тестирования веб-сайтов, обозначенная в, заключается в том, что на веб-сайтах функционируют одновременно некоторое количество пользователей, не соизмеримое с числом тестировщиков во время проведения тестирования [1]. Группа тестировщиков даже теоретически не могут создать нагрузку на систему, адекватную реальной эксплуатации. Из-за этого ряд ошибок, которые воспроизводятся только во время работы большого количества пользователей, остаются незамеченными. Текущие автоматизированные средства нагрузочного тестирования в первую очередь ориентированы на измерение технических характеристик системы, а не на выявление ошибок [2]. Для решения указанной проблемы был предложен метод тестирования на основе вероятностного автомата [3], названный многосторонним тестированием. Один из возможных подходов к реализации инструментов многостороннего тестирования по данному методу рассмотрен в работе [4]. Настоящая работа посвящена разработке методики проведения многостороннего тестирования.

Прежде всего следует определить цели тестирования [5] и установить границы применимости инструмента. Многостороннее тестирование направлено на верификацию тестируемой системы в условиях, приближенных к условиям реальной эксплуатации. Ключевыми из этих условий является достоверность пользовательского поведения [6].

Целями тестирования являются проверка соответствия тестируемой системы функциональным и не функциональным требова-ниям, проверка гипотезы о поведении системы в каких-то особых условиях и т.д. [7]. Очевидно, что никакое тестирование не может гарантировать отсутствие программных ошибок, особенно вероятных в крупных системах, состоящих из нескольких подсистем [8].

В основе многоуровневого тестирование лежит пользовательское поведение, поэтому точность его описания напрямую влияет на верность результатов тестирования. Для точного описания пользовательского поведения необходимо провести сбор информации, источником которой является эксплуатируемая система. Если система не находится в эксплуатации, тогда стоит описывать поведение в соответствии с предполагаемым поведением пользователя.

Каждый реальный пользователь уникален, но можно определить ряд критериев, по которым пользователей можно объединить в группы. Один из таких критериев – это шаблон поведения, в котором фиксируются все действия пользователя. Для упрощения можно не учитывать действия, которые пользователь может выполнять, но они не являются целевыми и их вероятность крайне мала. Набор действий можно представить в виде графа с вершинами – состояниями, в которое переходит система и переходами – действиями пользователей [9]. Разные пользователи могут совершать одинаковые действия, поэтому графы могут иметь одинаковые вершины и переходы. Вероятность совершения действий пользователем может быть описана в виде матрицы вероятности [10]. Вероятность совершения действий для пользователей различны, поэтому матрицы вероятности будут отличаться. Матрицу вероятности стоит рассматривать как критерий. Еще одним критерием является продолжительность пользовательской сессии – времени, которое пользователь проводит на сайте (время жизни пользователя). Время жизни может определяться временным интервалом или количеством совершаемых действий. Совокупность таких критериев как граф действий, матрица вероятностей переходов и время жизни называется “профилем пользователя”.

Необходимо определить, сколько пользователей образует каждую группу, и как их количество будет изменяться со временем. Для этого стоит задать некоторую зависящую от времени функцию, которая показывает число пользователей системы в данный момент. Общее число пользователей в системе находится сложением числа пользователей в каждой группе. Определение общего числа пользователей и количества пользователей в группе очень важно, так как из-за совершения разных действий пользователей различных групп будут нагружаться определенные узлы система веб-сайта. Примером количественного распределения пользователей в группах является правило одного процента [11,12].

Для выявления ошибок, связанных с бизнес-логикой, необходимо для каждого доступного пользователю действия сформировать критерии, по которым можно определить, что совершение целевого действия привело к ожидаемому результату [13]. Здесь стоит использовать тест-кейсы и всю информацию, которая была подготовлена для разработки функциональных тестов [14]. После сбора информации можно приступить к синтезу тестов, параллельно может идти процесс конфигурирование тестового окружения.

Тестовое окружение и окружение, при котором будет происходить реальная эксплуатация, не должны сильно различаться во избежание неверных результатов. Идеальными условиями была бы идентичность окружений, но на практике такое встречается редко в силу ряда объективных причин. При конфигурировании тестового окружения стоит особо обратить на следующие параметры [15]:

• аппаратные характеристики – к ним относятся тактовая частота процессора, количество его ядер, тип архитектуры процессора, объем и частота оперативной памяти, темп обмена информацией дискового накопителя;

• характеристики сети – к ним относятся пропуская способность сети, ее топология и

протоколы передачи данных, а также алгоритмы шифрования;

• программное обеспечение, к которому относятся тип операционной системы, наличие обновлений, драйверов и их версий, дополнительные программы такие как .net framework, базы данных.

Для взаимодействия с внешними системами стоит использовать "заглушки", т.е. веб-сервисы, которые реализуют методы внешнего сервиса. При работе этих сервисов необходимо предусмотреть небольшую задержку на исполнение, чтобы они реалистически воспроизводили настоящие источники данных [16].

После завершения конфигурирования окружения и написания тестов можно приступать к проведению тестирования. Процесс тестирования для получения достоверных результатов занимает довольно продолжительное время. О необходимости преждевременного прерывания тестов может сигнализировать система мониторинга, сообщающая о большом количестве ошибок, в том числе ошибок в самом тесте.

По окончанию тестирования необходимо провести анализ его результатов [17], которые целесообразно разбить на 2 группы, одна из которых относится к изменению технических характеристик системы, а другая – к найденным во время тестирования ошибкам. К техническим характеристикам относятся:

• количество пользователей в системе на единицу времени;

• количество создаваемых пользователей в единицу времени;

• количество пользователей завершающие работу в единицу времени;

• количество запросы в единицу времени;

• время, за которое происходят переходы;

• среднее время ответа переходов;

• количество пользователей в системе в единицу времени.

При анализе технических характеристик необходимо выяснить, превышает ли время ответов приемлемые значения, если да, то на каком количестве пользователей. Далее следует проанализировать информацию, связанную с поведением группы виртуальных пользователей. В первую очередь необходимо убедиться, что граф действий соответствует тому, что был составлен на этапе сбора и анализа информации. Необходимо проверить матрицу вероятностей на несоответствия, возможно потребуется устранение допущенных при разработке ошибок.

При анализе поведения пользователей необходимо обратить внимание на то, какие переходы ни разу не сработали, какие вершины ни разу не посещались и выяснить, почему так произошло, является ли это нормальным поведением, либо стоит их удалить из "профиля пользователя" как избыточные. Информация из этого блока позволяет понять, соответствует ли фактическое поведение пользователя ожидаемому, или требуется внесение корректировок в матрицу вероятностей переходов, а также выяснить сколько времени занимает тот или иной сценарий.

Как известно [18], программная ошибка ни что иное, как изъян в разработке программного продукта, который вызывает несоответствие ожидаемых результатов выполнения программного продукта и фактически полученных результатов. Только такие ошибки стоит анализировать, другие же дефекты, которые возникают в результате негативных сценариев, по приведенному определению не относятся к ошибкам.

При анализе ошибок необходимо провести их группировку по месту их возникновения. Это позволит сократить список дефектов и покажет, сколько из них будет устранено, если решить конкретную проблему. Это может стать критерием определения приоритета разработки исправлений. При этом не стоит забывать и про ошибки, не попавшие в многочисленные группы, некоторые из одиночных ошибок могут оказаться значительно более важными для разрешения [19].

При анализе причины возникновения ошибки стоит также использовать журналы тестируемой системы. Если текст ошибки не информативен, то, возможно, стоит поработать над улучшением системы журналирования системы, так как при возникновении такой ошибки во время эксплуатации будет невозможно понять причину её возникновения.

После завершения анализа результатов тестирования необходимо составить соответствующий отчет [20]. В отчете необходимо отразить были ли достигнуты цели тестирования, если цели не были достигнуты, то необходимо указать причину. Дать оценку производительности системы, насколько хорошо система справляется с нагрузкой и как много пользователей она может еще обслуживать. Места с наиболее низкой производительностью стоит отметить отдельно и привести список ошибок с приоритетом их выполнения. После составления такого отчета можно приступать к устранениям всех найденных неисправностей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Badgett T. Sandler C, Myers G.J. The Art of Software Testing, 3rd Edition , O›Reilly Media, 2011.

2. Molyneaux I. The Art of Application Performance Testing: From Strategy to Tools, 2nd Edition, O'Reilly Media, 2014.

3. Rabin M.O. Probabilistic automat. Information and Control, Vol 6, No. 3(1963), Pages. 230–245.

4. Смирнов Д.С. Реализация автоматизированного тестирования веб-сайтов на основе вероятностного автомата // Новые информационные технологии и системы: сб. науч. ст. XV Междунар.

науч.-техн. конф., посвящ. 75-летию Пенз. гос. ун-та (г. Пенза, 20–21ноября 2018г.). – Пенза : Изд-во ПГУ, 2018. – 242 с.

5. Posey B.A., Mosley. D.J., Just Enough Software Test Automation, Prentice Hall, 2002.

6. Кулямин В.В. Методы верификации программного обеспечения // Конкурс обзорно-аналитических статей по направлению «Информационно-телекоммуникационные системы», 2008.

7. Леффингуелл Д., Уидриг Д. Принципы, Вильямс, 2002.

8. Meszaros G., XUnit Test Patterns: Refactoring Test Code, Addison Wesley, 2007.

9. Lee D., Yannakakis M., Principles and methods of testing finite state machines – A survey // Proceedings of the IEEE, Vol 84, No. 8(1996), Pages 1090-1123.

10. Финаев В.И., Аналитические и имитационные модели / В. И. Финаев, Е. В. Заргарян, Е.Н. Павленко // Таганрог: Технологическоий институт ЮФУ, 2007.

11. Б. МакКоннел и Д. Хуба, The 1% Rule: Charting citizen participation. [e-resource]. URL: http://www.churchofthecustomer.com/blog/2006/05/charting_wiki_p.html.

12. B. Horowitz, Creators, Synthesizers, and Consumers. [e-resource]. URL: http://blog.elatable.com/2006/02/creators-synthesizers-and-consumers.html.

13. A. Engel, Verification, Validation and Testing of Engineered Systems, John Wiley & Sons, 2010.

14. N. Lakshmi , The Art and the Science of Test Case Writing: A Guide to be a Better Software Tester!, CreateSpace Independent Publishing Platform, 2012.

15. Иванов Е.С., Разработка методики тестирования по // Екатеринбург: Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н.Ельцина, 2014.

16. M. Stephens и D. Rosenberg, Design Driven Testing: Test Smarter, Not Harder, Apress, 2019.

17. D. Cobb, Analyzing Load Test Results – Why Analysis Matters. [e-resource]. URL: https://www.neotys.com/blog/analyzing-load-test-results/.

18. Р. Калбертсон, К. Браун и Г. Кобб, Быстрое тестирование, Вильямс, 2002.

19. J. Uddin, R. Ghazali, M. Mat Deris, R. Naseem и H. Shah, A survey on bug prioritization. Springer Science+Business Media Dordrecht, 2016.

20. D. Sztulwark, What to Include in a Load Test report: Technical Vs Management Reports. [e-resource]. URL: https://www.blazemeter.com/blog/what-include-load-test-report-technical-vs-management-reports.

Статья поступила в редакцию 29.03.2019
Статья принята к публикации 22.05.2019

УДК 629.7, 681.3, 681.5

МЕТОДЫ ДИАГНОСТИКИ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ГАЗОТУРБИННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ В ПРОЦЕССЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ И ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ

© 2019

Коваль Станислав Иванович, аспирант
Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И.Ульянова (Ленина)
(197376, Россия, г. Санкт-Петербург, ул. Профессора Попова, 5, e-mail: stasonkoval@yandex.ru)

Аннотация. Ввиду возрастания объемов диагностической информации, получаемой в процессе мониторинга и диагностики сложных динамических объектов, усложняются алгоритмы обработки данных, увеличивается необходимое для этого время, повышаются требования к классификации эксперта. В условиях увеличения объемов информации, учитывая ее, как правило, экспоненциальный характер роста, а также в соответствии с требованиями обеспечения надлежащего уровня надежности, актуальным на сегодняшний день является применение интеллектуальных компьютерных технологий для решения задачи распознавания технического состояния контролируемых объектов. Все более широкое распространение при решении различных задач моделирования, управления, классификации и прогнозирования приобретают самообучающиеся структуры на основе искусственных нейронных сетей. Способность нейронных сетей выполнять операции обработки, сравнения и классификации образов, которые недоступны для традиционной математики, с возможностью самообучения и самоорганизации позволяет создавать мощные искусственные интеллектуальные системы для их использования в задачах мониторинга и диагностики. Поэтому использование нейронных сетей для построения системы распознавания (классификатора) лопаток газотурбинных двигателей является целесообразным и позволит обеспечить высокую эффективность и достоверность диагностики в процессе вибрационного и виброакустического мониторинга. Целью исследования является обоснование применения современных методов эксплуатации и технического обслуживания газотурбинных двигателей. С этой целью рассмотрены эксплуатационные повреждения элементов газотурбинных двигателей, методы диагностики эксплуатационных повреждений элементов газотурбинных двигателей, определена задача построения системы виброакустической диагностики и как составляющей интегрированной системы мониторинга газотурбинных двигателей и на этой основе обосновано применение интеллектуальных компьютерных технологий для распознавания технического состояния объектов.

Ключевые слова: газотурбинные двигатели, лопатки газотурбинного двигателя, техническое обслуживание, диагностика, эксплуатация, вибрационный мониторинг, виброакустический мониторинг, нейронная модель, нейронная сеть.

DIAGNOSTIC METHODS FOR DETERMINING THE TECHNICAL CONDITION OF GAS TURBINE ENGINES DURING OPERATION AND MAINTENANCE

© 2019

Koval Stanislav Ivanovich, Post-Graduate Student,
Saint Petersburg Electrotechnical University "LETI"
(197376, Russia, Saint-Petersburg, Professora Popova St., 5, e-mail: stasonkoval@yandex.ru)

Abstract. Due to the presence of large volumes of diagnostic information obtained during monitoring and diagnostics of complex dynamic objects, the data processing algorithms become more complicated, the amount of time required for the analysis of such data is increased and a highly-qualified expert is needed. In the circumstances of information volume growth, considering given its exponential growth rate, and in accordance with the requirements for ensuring an appropriate reliability level, the usage of intellectual computation technologies for solving the problems of recognition of controlled objects' hardware is relevant. Usage of self-training structures such as artificial neural networks for solving the tasks of modelling, control, classification and prediction is becoming more and more widespread. The ability of neural networks to carry out operations such as processing, comparison and classification of data patterns, which are beyond the reach of traditional mathematics, with the ability of self-training and self-organization enables us to create potent artificial intellectual systems for usage in problems of monitoring and diagnostics. Thus, the usage of neural networks for the creation of a recognition (classification) system for gas turbine engines' blades is expedient and will allow us to achieve high efficiency and reliability of diagnostics in the process of vibrational and vibroacoustic monitoring. Justification of usage of modern methods in operation and maintenance of gas turbine engines. Operational damages of gas turbine engines' components and methods of diagnostics of such damages in gas turbine engines' components have been examined. The problem of creating a vibroacoustic diagnostics system as part of an integrated gas turbine engine monitoring system has been defined and justification of usage of intellectual computation technologies for recognition of objects' technical condition has been carried out.

Keywords: gas turbine engines, gas turbine engine blades, maintenance, diagnostics, operation, vibration monitoring, vibroacoustic monitoring, neural model, neural network.

Постановка проблемы. Одним из важнейших условий обеспечения соответствующего уровня безопас-ности полетов и повышения эффективности эксплуатации авиационной техники является разработка и внедрение автоматических систем мониторинга технического состояния основных систем летательных аппаратов. В частности, такая задача является чрезвычайно актуальной для современных газотурбинных двигателей (ГТД), которые характеризуются повышенной контрольной пригодностью, оборудованы бортовыми системами сбора и хранения информации, а также системами дистанционной передачи и анализа полетных данных. Мониторинг технического состояния ГТД необходим при эксплуатации авиационной техники (АТ) с контролем параметров по состоянию, по результатам которого принимаются решения о необходимости, времени и объема восстановительных или профилактических работ [1].

Необходимость и значимость разработки и внедрения комплексной системы мониторинга для авиационных двигателей определяется следующими факторами [2]:

- усложнение современных ГТД, увеличение количества их использования и рост требований надежности;
- необходимость выявления неисправностей и повреждений на ранней стадии их развития и предупреждения отказов двигателя в полете;
- трудность, а иногда и невозможность без специальных средств оценить техническое состояние (ТС) систем современных ГТД ввиду непростой конструкции систем двигателя и сложной природы отказов и их проявлений;
- ограниченность времени для оценки ТС;
- необходимость оценки работоспособности двигателя и обеспечения безопасности полетов в условиях, когда есть нарушения технических условий эксплуатации (работа с поврежденными системами, экстремальные условия взлета или посадки и т.д.).

При этом разработка комплексной системы должна базироваться на методах диагностики, являющихся эффективными и наиболее приспособленными к ГТД, обеспечивающими выявление повреждений на ранних стадиях их развития, и при этом использование которых возможно, в том числе, во время эксплуатации двигателя. Выбор методов и средств диагностирования зависит как от понимания физической сущности процессов, протекающих в системах двигателя и выступающими носителями диагностической информации, так и от знания законов зарождения, развития и проявлений неисправностей [3].

В условиях эксплуатации ухудшение технического состояния ГТД вызывается ухудшением газодинамического состояния проточной части двигателя и ухудшением «механического» состояния из-за износа опор роторов и исчерпания несущей способности нагруженных деталей [4].

В эксплуатации авиационных ГТД, согласно [5], среди всех отказов, возникающий вследствие прочностных разрушений вращающихся деталей, на лопатки приходится около 60%. А около половины от общего количества лопаток, подлежащих контролю при плановом обслуживании и восстановительных работах, отбраковываются через такие повреждения, как эрозия, прогар и забоины. Подавляющее большинство разрушений лопаток носит усталостный характер.

Лопатки турбин в эксплуатации более подвержены растрескиванию, чем лопатки компрессоров [6]. Это связано с тем, что в реальных условиях эксплуатации на лопатки турбин действуют повышенные термические нагрузки и длительное статическое растяжение под действием центробежных сил при вращении ротора, а также изгиб и скручивание из-за действия газодинамического потока. А наиболее повреждающими элементами ГТД является охлаждаемые лопатки турбины высокого давления. Они имеют отверстия на входных и выходных кромках, которые являются конструктивными концентраторами напряжений, из-за которых могут развиваться усталостные трещины. Безопасная эксплуатация ГТД требует не только учета факта потенциального появления и развития трещиноподобных повреждений, но и их своевременного выявления. Это возможно при непрерывном контроле (мониторинге) состояния лопаток рабочих колес ГТД в течение эксплуатации, при проведении технического обслуживания, доведении и восстановлении АТ.

Анализ последних исследований и публикаций. Диагностика эксплуатационных повреждений ГТД основывается на использовании диагностической информации, полученной непосредственно в процессе функционирования объекта. Поэтому среди методов диагностики наибольшее внимание уделяется развитию методов и совершенствованию средств функциональной диагностики.

Для диагностики авиационных двигателей в процессе эксплуатации наиболее эффективными и развитыми на сегодняшний день являются следующие методы [7]:

- параметрические методы (диагностика по параметрам систем двигателя);
- вибрационный и виброакустический контроль;
- дискретно-фазовый метод;
- диагностика по изменениям физико-механических параметров.

В основу параметрических методов положен анализ термогазодинамических параметров двигателя (давление, температура и т.д.) и выходных параметров двигателя (тяга, расход топлива, частота вращения ротора и т.п.). Указанные параметры

несут информацию о состоянии проточной части ГТД. Параметрическая диагностика проводится на стационарных и переходных режимах, она обеспечивает выявление тех неисправностей, которые вызывают изменения отклонений указанных параметров от средних, характерных для данного режима значений. С помощью параметрического метода могут быть обнаружены такие повреждения и неисправности как эрозионный износ элементов проточной части, прогары деталей горячей части двигателя, механические повреждения и разрушения деталей. Параметрическая диагностика не обеспечивает выявления трещиноподобных повреждений докритических размеров вращающихся элементов ГТД.

Методы вибрационной и виброакустической диагностики основываются на анализе информации о колебательных процессах в системах и элементах двигателя, которые имеют место при его функционировании. Характер и параметры механических и акустических колебаний зависят как от динамических нагрузок на элементы конструкции двигателя, так и от технического состояния элементов, которые представляют собой вибрационные или виброакустические каналы между источником возбуждения и датчиком диагностической информации. Основными преимуществами вибрационных и виброакустических методов является [5]:

- высокая информативная ценность вибрационных и акустических сигналов;
- простота преобразования механических и акустических колебаний в электрические сигналы;
- возможность выявления малых изменений информативных составляющих на фоне значительных уровней помех;
- возможность их применения непосредственно в процессе эксплуатации.

Применение этих методов в сравнении с другими методами диагностики дает возможность на более ранней стадии выявлять и предупреждать дальнейшее развитие дефектов. Это такие неисправности, как: износ деталей, нарушение совпадения осей валов, разрушения подшипников опор роторов, разрушение лопаток компрессоров и турбин, разрушения зубчатых передач и другие.

Дискретно-фазовый метод основан на измерении колебаний лопаток компрессоров и турбин без демонтажа двигателя для выявления моментов возникновения опасных резонансных и автоколебательных режимов в лопатках.

К методам диагностики по изменениям физико-механических параметров относятся спектральный анализ масла, визуально-оптические методы, диагностика температурного состояния, радиография, ультразвуковой контроль, вихретоковый контроль, акустически-эмиссионный метод. Названные методы требуют непосредственного контакта с контролируемыми поверхностями, поэтому их применение невозможно при эксплуатации двигателя, или их возможности ограничены характеристиками преобразователей и уровнями помех.

Вибрационная и вибро-акустическая диагностика – направления в технической диагностике, которые используют в качестве диагностической информации такие колебательные процессы, как динамические (переменные) деформации, механические колебания, акустические колебания в газовых, твердых и жидких средах и т.д. [7]. Указанные методы имеют ряд характерных особенностей, которые связаны с характером сигналов, используемых в качестве диагностической информации. Кроме уже названных выше следует отметить следующие преимущества вибрационных и виброакустических методов:

- разнообразие физической природы вибрационных и виброакустических сигналов и их высокая информативность;
- широкий частотный диапазон сигналов, обеспечивающий их практически мгновенную реакцию на изменение ТС объекта;
- возможность применения широкого круга современных методов цифровой обработки информации;
- возможность автоматизации процессов получения, преобразования, обработки и анализа вибрационных и виброакустических сигналов.

Развитие автоматизированных систем диагностирования (АСД) двигателя, которые представляют собой интегрированные информационно-диагностические комплексы (ИДК) для мониторинга ТС систем, узлов и элементов ГТД на основе комплексного применения различных методов диагностирования является одним из основных направлений обеспечения надежности ГТД на всех этапах его жизненного цикла, в том числе и непосредственно в полете. Концепцию структурно-параметрического синтеза АСД в соответствии с [3] можно представить в виде трех основных уровней задач синтеза, а именно: разработка измерительных систем, синтез алгоритмического и программного обеспечения (АПО) диагностирования, распределение алгоритмов диагностирования между бортовыми и наземными составляющими АСД. Указанная концепция соответствует определению диагностирования как единого информационного процесса получения, преобразования и анализа диагностической информации для принятия решения о ТС ГТД. Кроме того она обеспечивает связь между прикладными задачами проектирования АСД и современными достижениями в области обработки информации и информационных технологий.

Повышение достоверности распознавания, как показано в [6], при известных задачах диагностики и выбранного состава алгоритмов, определяется структурой диагностической системы, харак-

теристиками измерительной системы и настройкой алгоритмов диагностирования.

Целью исследования является обоснование применения современных методов диагностики ТС газотурбинных двигателей в процессе эксплуатации и технического обслуживания.

Материалы и результаты исследования. В [3] предложена структурная схема системы вибрационной и виброакустической диагностики и разработаны методики диагностирования трещиноподобных повреждений лопаток на стационарных и нестационарных режимах. Согласно поставленной диагностической цели изображенная на рисунке 1 структурная схема состоит из измерительной системы (блоки 2 и 3), системы обработки диагностической информации (блок 5) и системы распознавания ТС (блоки 6 и 7).

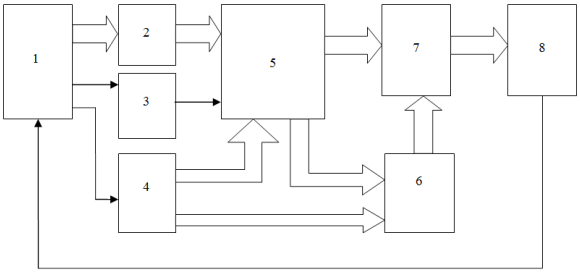


Рисунок 1 – Функциональная блок-схема системы: 1 – двигатель; 2 – блок измерения вибрационных и акустических сигналов; 3 – блок измерения частоты оборота ротора; 4 – диагностическая модель двигателя; 5 – блок обработки сигналов; 6 – блок формирования учебного множества признаков; 7 – классификатор состояния; 8 – блок формирования результатов диагностирования

Как видно из приведенной структурной схемы, блок распознавания обеспечивает реализацию конечного этапа диагностического процесса, качество и эффективность которого в значительной степени влияет на достоверность и точность диагностики в целом. Поэтому при разработке и внедрении системы виброакустической диагностики как составляющей интегрированной системы мониторинга ГТД, особое внимание, наряду с другими задачами, должно уделяться разработке виброакустического классификатора состояния.

В последнее время для построения классификаторов технического состояния объектов при решении диагностических задач все более широкое распространение получают самообучающиеся структуры на основе искусственных нейронных сетей (НС). Повышенный интерес к нейротехническим структурам наблюдается в различных областях человеческой деятельности, особенно при решении задач прогнозирования, классификации и управления [8]. Интерес обусловлен возможностями нейронных сетей выполнять такие операции обработки как сравнение и классификация образов, которые недоступны для традиционной математики, а также способность самообучения и самоорганизации. Кроме этого, нейронные сети являются мощным имитатором процессов и явлений, в том числе и нелинейных, для формирования и исследования сложнейших зависимостей в пространстве диагнос-тических признаков и в пространстве классов.

Сегодня при решении диагностических задач актуальны проблемы создания методов, алгоритмов и программных средств для построения диагностических и прогнозирующих моделей сложных технических объектов и процессов на основе искусственных НС. В частности, в работе [9] предложен комплекс методов, позволяющих строить логически прозрачные нейромодели в высокоскоростном режиме.

Основным качественным критерием работы классификатора ТС объекта является эффективность и надежность классификации. Повышение надежности можно достичь путем объединения результатов распознавания различных классификаторов [10].

Применение НС для определения характеристик прочности металлов позволяет автоматизировать процесс контроля состояния элементов конструкций различных объектов. В частности, в [11] разработана математическая модель прогнозирования изменения механических характеристик металлов в процессе эксплуатации объекта. Использование вейвлет-анализа для предварительной обработки сигнала, как указано в этой работе, позволяет выделить шумовую составляющую, которая появляется в результате воздействия различных факторов и влияет на точность прогноза. Это помогает на более ранней стадиии обнаружить отклонения механических характеристик изделия от допустимых. В работе [12] представлена разработка автоматизированной экспертной системы диагностики прочностных металлов, основанной на аппарате гибридных нейронных сетей, где решения принимаются системой нечеткого вывода с использованием функции желательности Харрингтона. Показаны преимущества гибридной нейронной сети с треугольными функциями принадлежности и комбинированным методом обучения нейронов сети для решения конкретной прикладной задачи.

Нейронные сети приобретают практическое распространение для повышения надежности динамических объектов [13]. Подтверждение того, что нейротехнические классификаторы имеют более высокую эффективность при решении современных задач распознавания технического состояния объектов, чем классификаторы, построенные на основе традиционных методов, приведены в работе [14]. В ней рассмотрена эффективность методов классификации вибрационных сигналов с энергетическим спектром Фурье с использованием критериев по минимуму евклидового рас-

стояния, минимумом энтропии коэффициентов спектра, и нейросетевых методов. Сравнение методов классификации сигналов проводилось на спектрограммах вибрационных сигналов. Эффективность классификации нейросетевыми методами оказалась выше, чем традиционными методами. Это дает возможность сформулировать рекомендации по выбору структуры и уровня сложности нейронной сети для классификации сигналов, что является важным при построении нейросетевых классификаторов.

В задачах классификации эффективно применяются нейронные сети встречного распространения. В [15] представлен метод сегментации акустических изображений биометрического типа, который обеспечивает эффективную классификацию групп схожих элементов изображения (пикселей) и их выделение в отдельные характерные образы. В качестве входного массива использовались данные об интенсивности пикселей исходного изображения. Классификация проводилась с помощью нейронных сетей встречного распространения, обеспечивающих выделение основных классов, которые присутствуют в изображении. Полученные результаты обработки тестовых акустических (ультразвуковых) изображений демонстрируют пригодность метода для эффективного решения задач классификации в сонографии.

Большое внимание уделяется исследованию свойств и характеристик нейронных сетей. В частности, в работе [16] предложен простой и эффективный алгоритм, обеспечивающий полиномиальный рост объема нейросетевой памяти, который позволяет идентифицировать большое количество искаженных похожих паттернов. Эффективность алгоритма демонстрируется на примере перцептронного идентификатора, но алгоритм можно применять и для повышения эффективности полносвязанных систем ассоциативной памяти.

В работе [17] проведено исследование характеристик векторных нейронных сетей с бинарной матрицей связей. Представлены теоретические оценки нейросетевой памяти и помехоустойчивости на примерах модели Хопфилда и параметрической нейронной сети. Показано, что объем памяти и помехоустойчивость в сети с бинарной матрицей связей незначительно уступает аналогичным характеристикам моделей с обычной матрицей Хебба, но при этом позволяет значительно уменьшить расходы компьютерной памяти. Также в связи с этим в [18] предложен простой и эффективный нейросетевой алгоритм персептронного типа, который позволяет надежно идентифицировать сильно искаженный входной вектор и на основе этого выдавать соответствующий управляющий сигнал.

Новые подходы к решению задач распознавания на основе нейронных сетей, клеточных автоматов и вейвлет анализа находят применение в области обработки данных экспериментальной физики. Плодовитость этих подходов показана в работе [19].

Важными для теории и практики распознавания образов является исследование достоверности классификации, которые находят свое отражение в узком числе работ. В частности, целью работы [20] является разработка простого, наглядного и эффективного способа экспериментальной оценки ожидаемых ошибок классификации аппарата распознавания. Для оценки ошибок классификации предложено формировать отрезки случайного шума в системе распознавания вместо признаков реальных сигналов.

Следует отметить высокую эффективность использования радиально-базисной нейронной сети в задачах распознавания ТС объектов, что подтверждается многими исследованиями. Так, в [21] приведено описание радиально-базисной сети встречного распространения, которая является эффективной при работе со сложными образами мультимодальноой природы. Представлены полные описания алгоритмов обучения и распознавания сети, а также механизм помехоустойчивости. Экспериментально показана работоспособность предложенной сети.

С использованием НС создаются гибкие системы технической диагностики объектов – так называемые синтезаторы диагностических функций, которые реализуются в виде однотактных автоматов [22]. Это позволяет получить важные практические результаты. Например, совокупность существенных признаков нейросинтезатора однотактных автоматов дает возможность реализовать логические функции на основе алгоритмов гармоничного синтеза функций, а также увеличить значение показателя надежности.

Чаще всего используется классификация программного обеспечения систем распознавания технического состояния механического оборудования. Она включает в себя три концептуальных класса: системы контроля, накопители данных, системы автоматической и автоматизированной диагностики. В [23] предложена представленная классификация, где содержится описание классов, характеристик с указанием области и особенностей применения, а также конкретные примеры реальных систем.

Выводы. С учетом приведенных выше ссылок можно сделать вывод о том, что НС находят широкое и эффективное применение в интеллектуальных компьютерных технологиях для решения задач распознавания технического состояния различных объектов диагностики. Поэтому использование НС для построения систем распознавания технического состояния вращающихся элементов ГТД является целесообразным и позволит обеспечить высокую эффективность и вероятность распознавания в процессе виброакустического мониторинга.

Следовательно, обоснование и разработка нейротехничного классификатора состояния для системы виброакустического мониторинга и диагностики лопаток авиационных двигателей

в условиях эксплуатации на стационарных и нестационарных режимах является актуальной задачей на сегодняшний день. В результате дальнейшие исследования будут направлены на научное обоснование и разработку нейротехничного классификатора состояния для системы виброакустического мониторинга и диагностики начальных повреждений лопаток газотурбинных двигателей на стационарных и нестационарных режимах эксплуатации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Шереметьев А.В. Анализ опыта эксплуатации зарубежных ГТД по техническому состоянию / А.В. Шереметьев // Авиационно-космическая техника и технология. – Харьков, 2003. – Вып. 40/5. – С. 5–8.

2. Егоров И.В. Комплексная сетевая система диагностирования газотурбинных двигателей / И.В. Егоров // Авиационно-космическая техника и технология. – 2005. – №8 (24). – С.181–185.

3. Манза М.Н. Диагностирование проточной части ГТД на переходных режимах. – М.: КМУГА, 2012. – 113 с.

4. Богуслаев А.В. Влияние повреждений на выносливость рабочих лопаток компрессора ГТД / А.В. Богуслаев, Я. Каган, В.В. Попов // Авиационно-космическая техника и технология. – Харьков, 2002. – Вип.34. – С.115–118.

5. Богуслаев В.А. Возможные направления научно-технического сотрудничества при производстве и эксплуатации современных ГТД / А.В. Богуслаев, В.С. Лукьянов // Вибрации в технике и технологиях. – 2011. – №4 (20). – С.6–8.

6. Епифанов В.С. Особенности использования комплексных параметров для контроля газотурбинных двигателей / В.С. Епифанов // Вопросы проектирования и производства конструкций летательных аппаратов: Сб. науч. тр. – Харьков: ХАИ, 2016. – Вып. 23. – С. 103–115.

7. Автоматизированный параметрического контроль технического состояния ТРДД НК-8-2У в эксплуатации по полетной информации / Симкин Э.Л., Гагай В.С., Семенова Т. А., Юсупов Р.Ш., Корноухов А.А. // Авиационно-космическая техника и технология. – Харьков, 2011. – Вып. 26. – С. 222–227.

8. Квасников В.П., Кочеткова А.В. Проектирование координатно-измерительной машины на нейронных сетях // Автоматика, автоматизация, электротехнические комплексы и системы. – Херсон: ХДНТУ, 2005. – №2 (16). – С.138–141.

9. Субботин С.А. Методы и алгоритмы синтеза нейросетевых диагностических и прогнозирующих моделей / С.А. Субботин, А.В. Богуслаев // Вестник двигателестроения. - Запорожье: ОАО «Мотор СИЧ». – 2005. – №1. – С.145–149.

10. Дубровин В.И. Интегрированные многоклассификаторные нейросетевые системы диагностики/ В.И. Дубровин // Электроника и электроэнергетика. – 2002. – №1. – С.38–43.

11. Бабичева И.Ф. Теоретические разработки по использованию вейвлет – анализа и нейросетевых технологий в системе диагностики и прогнозирования остаточного ресурса промышленного оборудования / И.Ф. Бабичева А.В. Шарко // Техническая диагностика и неразрушающий контроль. – 2005. – №2. – С. 17–21.

12. Бабичев С.А. Автоматизированная система технической диагностики прочностных характеристик металлов на основе гибридных нейронных сетей / С.А. Бабичев, В.И. Литвиненко, А.В. Шарко // Техническая диагностика и неразрушающий контроль. – 2008. – №4. – С. 5–10.

13. Гаврюков А.С. Бортовая нейросистемы определения аварийных режимов работы сельскохозяйственных машин/ А.С. Гаврюков // Вибрации в технике и технологиях. – 2004. – №2 (34). – С.48–49.

14. Алексеев М.А. Сравнительный анализ методов классификации вибрационных сигналов по спектру Фуръе / М.А. Алексеев, Д.Н. Макаров // Авиационно-космическая техника и технология. – Харьков: «ХАИ», 2000. – Вып. 19. – С.89–92.

15. Ильин С.В. Сегментация акустических изображений с помощью нейронных сетей / С.В. Ильин, М.Н. Рычагов // Акустический журнал. – 2004. – Т. 50, № 5. – С. 619–627.

16. Крыжановский В.М. Векторная параметрическая нейросеть для распознавания бинарных образов / В.М. Крыжановский // Искусственный интеллект. – 2005. – №4. – С. 12–21.

17. Алиева Д.И. О эффективности векторных нейронных сетей с бинарной матрицей связей / Д.И. Алиева, Б.В. Крыжановский, В.М. Крыжановский // Искусственный интеллект. – 2005. – №4. – С. 324–330.

18. Крыжановский Б.В. Быстрая система распознаватния и принятия решения на основе векторной нейросети / Б.В. Крыжановский, В.М. Крыжановский // Искусственный интеллект. – 2004. – №3. – С. 534–541.

19. Ососков А. Нейронные сети с самоорганизации в задачах классификации и обработки изображений / А. Ососков, С.Г. Дмитриевский, А.В. Стадник// Искусственный интеллект. – 2004. – №3. – С. 574–586.

20. Гончаров А.Н. Функция «ложного обучения» классификатора акустических сигналов // Акустический журнал. – 2004. – Т.50, № 5. – С. 590–602.

21. Кушнир Д.А. Радиально-базисная сеть встречного распространения // Искусственный интеллект. – 2005. – №4. – С. 364–370.

22. Ивановский А.В. Нейросинтезатор однотактного автоматов // Вибрации в технике и технологиях. – 2004. – №2 (34). – С.39–40.

23. Ошовская Е.В. Анализ программного обеспечения систем распознавания технического состояния механического оборудования / Е.В. Ошовская, А.В. Сидоров // Вибрация машин. Измерение, снижение, защита. – 2006. – № 1. – С. 28–31.

Статья поступила в редакцию 03.04.2019
Статья принята к публикации 22.05.2019

УДК 519.876.5

МЕТОДЫ АНАЛИЗА КОРОТКОГО ВРЕМЕННОГО РЯДА ДЛЯ КАРТ ШУХАРТА

© 2019

Прокофьев Олег Владимирович, кандидат технических наук, доцент
Пензенский государственный технологический университет
(440039, Россия, г. Пенза, проезд Байдукова/ул.Гагарина, 1а/11, e-mail: prokof_ow@mail.ru)
Голубкова Илонна Валерьевна, магистрант
Пензенский государственный технологический университет
(440039, Россия, г. Пенза, проезд Байдукова/ул.Гагарина, 1а/11, e-mail: ilonna1990@mail.ru)

Аннотация. Одним из методов реализации системы качества продукции на поточном производстве является анализ контрольных карт. Помимо проверки нахождения контролируемого показателя внутри допустимых границ и поиска периодических колебаний показателя, в процедуру анализа входит выявление и анализ тренда. В процедуру анализа также входит проверка расположения большинства точек по одну сторону от центральной линии, что означает возникновение аддитивной составляющей тренда. Количество наблюдений, используемых в процессе анализа, составляет от 7 до 100 точек, расположенных на контрольной карте подряд. Авторы предложили ввести дополнения в процедуру анализа короткого временного ряда, формируемого при анализе карты контроля качества. Разработанный комплексный алгоритм позволяет выявить изменения структуры временного ряда, располагая тем же набором наблюдений. Интерпретация результатов построена на примере технологии производства конфет.

Ключевые слова: контрольная карта Шухарта, карта контроля качества, структура временного ряда, изменение модели тренда.

METHODS OF ANALYSIS OF SHORT TIME SERIES FOR CARDS SHEWHART

© 2019

Prokofev Oleg Vladimirovich, Ph.D. (Engineering), Associate Professor
Penza State Technological University
(440039, Russia, Penza, Baidukova / Gagarin St., 1a/11, e-mail: prokof_ow@mail.ru)
Golubkova Ilonna Valerevna, graduate student
Penza State Technological University
(440039, Russia, Penza, Baidukova / Gagarin St., 1a/11, e-mail: ilonna1990@mail.ru)

Abstract. One of the methods for implementing a product quality system in mass production is the analysis of control charts. In addition to checking whether a controlled indicator is within tolerable limits and searching for periodic fluctuations in the indicator, the analysis procedure includes the identification and analysis of the trend. The analysis procedure also includes checking the location of most points on one side of the center line, which means the appearance of the additive component of the trend. The number of observations used in the analysis process is from 7 to 100 points located on the control chart in a row. The authors proposed to introduce additions to the procedure for analyzing a short time series formed when analyzing a quality control map. The developed complex algorithm allows you to identify changes in the structure of the time series, having the same set of observations. The interpretation of the results is based on the example of candy production technology.

Keywords: Shewhart charts, control charts, time series structure, trend model change.

Постановка проблемы. Для обеспечения контроля качества при поточном производстве возможно применение такого инструмента как контрольные карты Шухарта. Данные карты представляют собой временные ряды статистических характеристик или первичных данных измерений параметров изделия. Анализ контрольной карты позволяет сделать вывод о стабильности процесса. Если процесс стабилен, никаких дополнительных действий не требуется. В ином случае необходимо определить источник изменений [1].

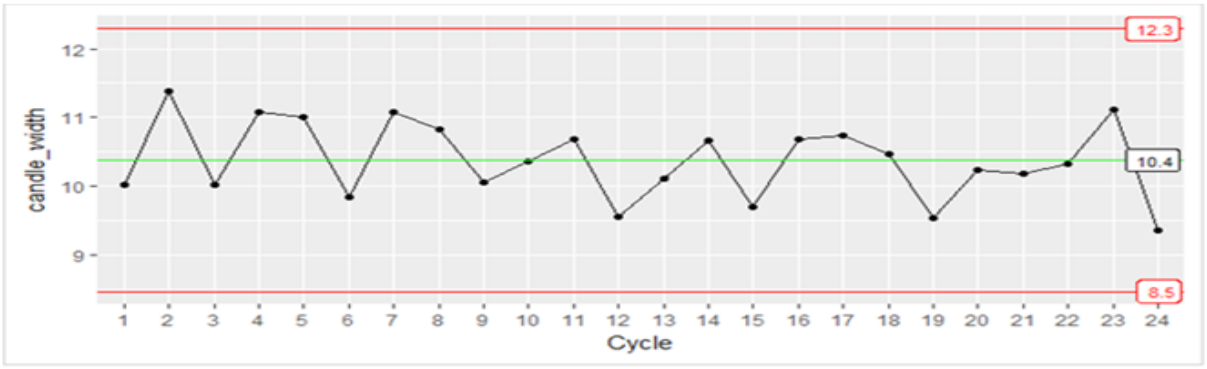
Рассмотрим в качестве примера дефекты, возникающие при поточном производстве конфет. К ним можно отнести [2]: изменение формы продукта, неровности, наличие раковин, пузыри, неравномерное покрытие глазурью, грубая засахарившаяся помадка, грубая разработка масс пралине, затяжистая консистенция сбивных и желейных конфет, кристаллическая корочка, расслаивание конфеты с вафельной прослойкой. Данные дефекты не всегда могут быть быстро выявлены по измерению или наружным признакам.

Снижение качества продукции может возникать из-за изменения температуры формования, глазури или корпусов, скорости формования, плохой очистки корпусов. К тому же нельзя исключать и материальный износ оборудования. Все это может внести изменения в параметры тренда контролируемой количественной характеристики продукции. То есть формируемый временной ряд может характеризоваться переменной структурой, изменения которой могут протекать достаточно быстро, в течение анализируемого отрезка временного ряда.

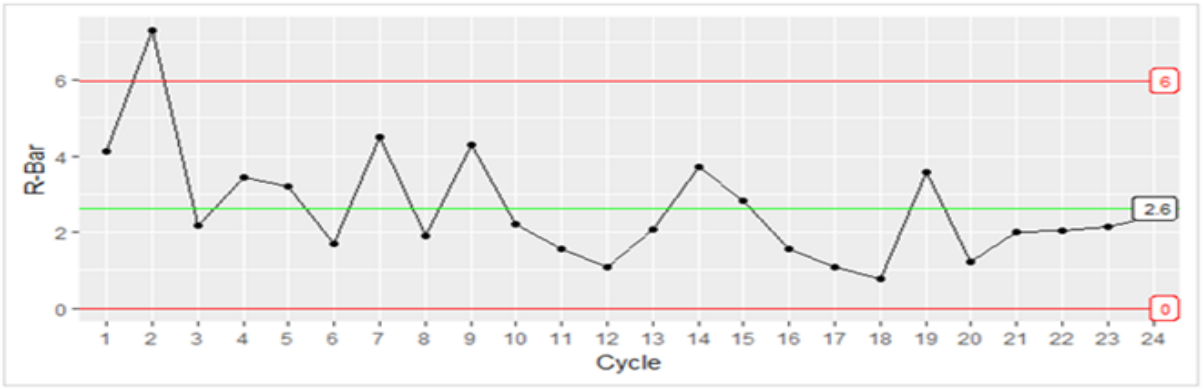
Цель. Построение и анализ контрольной карты характеризуется формированием дискре-

тизированного временного ряда и проверкой свойств текущего (скользящего) короткого участка этого ряда. Рассмотрим контроль качества продукции на примере среднего значения и размаха веса конфет.

На рисунке 1 приведены примеры стабильного и нестабильного состояний.



а.) стабильное контролируемое состояние



б) имеются причины, требующие выяснения

Рисунок 1 – Стабильное (управляемое, контролируемое) состояние и нестабильное (неуправляемое, неконтролируемое) состояние

Если на контрольной карте нанесены экспериментальные точки и все 25 точек подряд или 34 и более точек из 35 точек подряд или 98 и более точек из 100 точек подряд лежат внутри границ контрольных линий, то можно считать, что производственный процесс находится в стабильном состоянии.

Если:

- семь точек подряд, или 10 точек из 11 точек подряд, или 12 точек из 14 точек подряд, или 14 точек из 17 точек подряд, или 16 точек из 20 точек подряд располагаются по одну сторону от центральной линии;
- наблюдается тенденция к смещению точек вверх или вниз;
- точки регулярно колеблются вверх – вниз, отыскав причины этого, можно получить важнейшую информацию.

Таким образом, контрольные карты показывают находится ли процесс в стабильном состоянии.

Выделяют контрольные карты для контроля количественных и качественных признаков. Для анализа производства конфет наиболее удобна контрольная карта $\tilde{o} - R$, характеризующая количественные показатели. На ее основе возможна проверка размера, веса, и т.д. Такая карта состоит из контрольной карты $\tilde{o}$, управляющей изменением среднего, и контрольной карты R, управляющей изменением размаха [3]. Чтобы построить контрольной карты $\tilde{o} - R$ необходимы данные, собранные за определенный промежуток времени. Результаты измерений отдельных единиц продукции объединяют в k групп (k обычно 20 + 25) объемом 4-5 результатов и измеряют их характеристики.

Контрольные пределы параметров изделия описаны согласно таблице 1.

Таблица 1 – Контрольные карты и контрольные пределы

Название контрольной карты	Что контролируется	Контрольные пределы	
		Верхний контрольный предел (UCL)	Нижний контрольный предел (LCL)
Контрольная карта $\tilde{o}$	Среднее	$\bar{\bar{x}} + A_2 \bar{R}$	$\bar{\bar{x}} - A_2 \bar{R}$
Контрольная карта R	Размах	$D_4 \bar{R}$	$D_3 \bar{R}$

Здесь A_2, D_3, D_4 – константы, зависящие от объема выборки n (граничные коэффициенты); $\overline{p}$ - процент брака из предыдущих данных; $\overline{u}$, $\overline{c}$ - также значения из предыдущих данных.

С помощью формулы таблицы 1, на основе этих данных строят контрольные линии. Граничные коэффициенты A_2, D_3, D_4, использующиеся в формулах таблицы 1, представлены в таблицы 2. При $n \le 6$ нижний контрольный предел контрольной карты R не рассчитывается.

Таблица 2 – Граничные коэффициенты

Объем n выборки одной группы	Коэффициент		
	A_2	D_3	D_4
2	1,880	-	3,267
3	1,023	-	2,575
4	0,729	-	2,282
5	0,577	-	2,115
6	0,483	-	2,004
7	0,419	0,076	1,924
8	0,373	0,136	1,864
9	0,337	0,184	1,816
10	0,308	0,223	1,777

Допустимые уровни строятся методом ”трёх сигм”. Если случайная величина X имеет нормальное распределение $N(\mu, \sigma^2)$,

то $$P(\mu - 1{,}96\sigma < X < \mu + 1{,}96\sigma) = 0{,}95$$

Если в правой части уравнения взять 0,99, то получится

$$P(\mu - 2{,}58\sigma < X < \mu + 2{,}58\sigma) = 0{,}99$$

Округлим коэффициенты перед σ в скобках вместо 1,96 – 2, а вместо 2,58 – 3. Вероятность отклонения величиной в два стандартных отклонения менее 0,05, а вероятность отклонения величиной в три стандартных отклонения менее 0,01.

При выборке объемом $n: X_1, X_2, ..., X_n$ из нормальной совокупности $N(\mu, \sigma^2)$ распределение выборочного среднего $\overline{X}$ будет тоже нормальным распределением $N(\mu, \sigma^2 / n)$. Если даже неизвестно, что генеральное распределение нормально, все равно при большом объеме выборки n можно считать, что распределение выборочного среднего $\overline{X}$ близко к нормальному распределению. Если распределение совокупности не нормально, но сравнительно близко к нему, то даже при небольшом n (то есть n = 4 или n = 5) можно считать, что распределение $\overline{X}$ весьма близко к нормальному распределению $N(\mu, \sigma^2 / n)$. Поскольку стандартное отклонение (сигма) распределения $\overline{X}$ равно $\sigma / \sqrt{n}$, в данном случае “среднее плюс-минус 3 сигма” имеет вид:

$$\mu \mp 3\sigma / \sqrt{n}$$

При этом если известны μ, σ, можно следующим образом определить *UCL* (верхний контрольный предел) и *LCL* (нижний контрольный предел):

$$UCL = \mu + 3\sigma / \sqrt{n}, \; LCL = \mu - 3\sigma / \sqrt{n}$$

Таким образом строится контрольные пределы на основе метода “3 сигма”. Однако, при этом необходимо знать генеральное среднее μ и генеральное стандартное отклонение σ. Их оценки рассчитывают по выборочным средним $\overline{x_1}, \overline{x_2}, ..., \overline{x_k}$ k групп с объемом выборок *n*:

- оценка математического ожидания $\mu = \overline{\overline{x}}$;

- оценка стандартной ошибки $\sigma = \overline{R} / d_3$,

где d_3 - коэффициент, зависящий только от *n*.

Используя эти оценки, получаем:
Контрольные пределы $\overline{\overline{x}} \mp \overline{R} / d_3 \sqrt{n}$.

Обозначив $3 / \sqrt{n} d_3 = A_2$

получаем контрольные пределы:

$$UCL = \overline{\overline{x}} + A_2 \overline{R}, \; LCL = \overline{\overline{x}} - A_2 \overline{R}.$$

Контрольные пределы для *R* рассчитываются на основе метода “3 сигма”. При этом, если нижний контрольный предел окажется отрицательным числом, он в расчет не принимается.

Прогноз возможности выхода за контрольные пределы может быть выполнен с помощью тренда наблюдений. Анализ изменения структуры временного ряда, проведённой по тем же данным, позволит выявить дополнительную информацию о качестве изделий. Появление дополнительного отрицательного аддитивного смещения тренда

на карте контроля веса может указывать на систематическое появление раковин, пузырей и полостей при покрытии корпусов конфет глазурью. Напротив, при появлении дополнительного положительного аддитивного смещения тренда это может указывать на устранимые причины отклонений в виде неравномерного распределения глазури по корпусам конфет, неправильную консистенцию конфетной массы, появление кристаллической корочки.

Материалы и результаты исследования. Предложена процедура [4] выявления разрыва тренда короткого временного ряда, позволяющая автоматически определить момент появления нового аддитивного смещения.

Если временной ряд характеризуется преобладанием закономерности над случайной составляющей, то тогда его модель может быть представлена в виде уравнения

$$x_t = a + b \cdot Z_t + c \cdot t + d \cdot (Z_t \cdot t) + \varepsilon_t , \quad (1)$$

где x_t – уровень временного ряда, Z_t - фиктивная переменная, которой задают значение 1 до излома тренда и 0 после излома тренда; *a, b, c, d* - параметры модели; ε_i - остаточный компонент. Если параметр *b* значим, то произошло существенное изменение постоянной составляющей тренда. Рассмотрим метод определения аддитивного смещения.

Инициализация расчётов происходит по мере формирования каждого очередного цифрового значения уровня временного ряда. Осуществляется регистрация 14 последних значений уровней цифрового ряда. Вычисляется логическое выражение

$$\hat{E}_A = A \wedge B \wedge C ,$$

где А - «истина», если наблюдения 1-7 не аномальны на своём участке ряда, «ложь» - иначе;
В - «истина», если наблюдение 8 аномально по отношению к наблюдениям 1-7, «ложь» - иначе;
С - «истина», если наблюдения 8-14 не аномальны на своём участке ряда, «ложь» - иначе.

Значение величины $К_А$ «истина» означает выявленное аддитивное смещение линейного тренда.

Понятие «аномальности» определено на основе модифицированного критерия Ирвина [6], когда для каждого уровня временного ряда y_t рассчитывают критерий

$$\lambda_t = \frac{|x_t - x_{t-1}|}{\sigma_x}; \qquad t = 2,3,\ldots,n ,$$

где среднеквадратическое отклонение уровней ряда и среднее значение рассчитывают, соответственно, как

$$\sigma_x = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^{n}\left(x_t - \bar{x}\right)^2}{n-1}}; \qquad \bar{x} = \frac{\sum_{t=1}^{n} x_t}{n} .$$

Принципиальным отличием разработанного способа является эффективное применение метода обнаружения аномалий для другой области применения – для поиска разрыва тренда. Для реализации этого были введены новые операции преобразования данных. В их числе:

- модификация метода в форме разбиение проверки на аномальность на 3 независимых операции;
- применение операции проверки на аномальность центрального наблюдения по отношению участку ряда из наблюдений 1-7, не включающему проверяемое наблюдение, в отличие от известного алгоритма.

Дополнение процедуры построения и использования тренда временного ряда контролируемых показателей позволит сделать выводы о необходимости изменений в технологии, и стать причиной последующего детального анализа. Располагая информацией об изменении структуры временного ряда изменяются качественные выводы о приближении (или отсутствии такового) параметров изделия к контролируемым пределам. На рисунке 2 приведены несколько примеры, иллюстрирующих возникающее преимущество. Отказ от анализа «левого» участка наблюдений и сохранение «правого» (состоящего из последних наблюдений) позволить построить столь же точный прогноз, что и кусочная модель. Однако, в таком случае информация об изменении структуры временного ряда, которая может быть критически важной для контроля состояния технологического процесса, может оказаться недоступной.

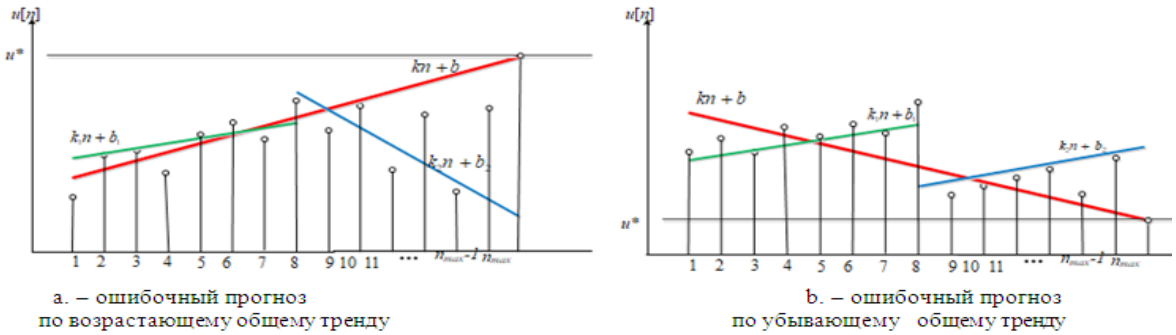


Рисунок 2 – Преимущества анализа структурных нестабильностей короткого временного ряда при

прогнозировании следующих значений ряда на примере линейного тренда

Выводы. Дополнение процедуры построения общей модели тренда, как рекомендуемого инструмента анализа контрольной карты [3], обладает рядом новых возможностей. С учётом малого размера анализируемого участка временного ряда, представляется целесообразным одновременное осуществление следующих видов анализа:

- проверка наличия аномалий по критерию Ирвина [5];
- проверка наличия тренда по методу Фостера-Стьюарта [6], методу средних [5,7];
- критерием Чоу [8], выявляющем изменение наклона тренда с помощью критерия Фишера;
- критерием Гуйарати [9], проверяющим изменение существенность изменения параметров модели (1) (если параметр *b* значим, то произошло существенное изменение постоянной составляющей тренда, если параметр *d* значим, то произошло существенное изменение наклона тренда).

Достигаемым эффектом является возможность получения информативных качественных выводов на основе количественного прогноза [10], полной автоматизации процесса, исключение этапа экспертной оценки, предполагаемого при традиционном использовании перечисленных методов, оперативное реагирование на события, послужившие причиной изменения структуры временного ряда. Перечисленные процедуры, применённые к контрольным картам, сохранённым в объёмах больших данных [11], могут быть полезными для принятия стратегических решений в области системы контроля качества изделий, выпускаемых поточным способом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Control chart. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Control_chart (дата обращения 12.02.2019).

2. Дефекты конфет и причины их возникновения. Сбалансированная экономика URL: http://www.regulareconomic.ru/regecs-342-1.html (дата обращения 9.03.2019).

3. Макино Т. Контроль качества с помощью персональных компьютеров / Т. Макино, М. Охаси, Х. Докэ, К. Макино. – М.: Машиностроение, 1991. – 224 с.

4. Прокофьев О.В. Метод обнаружения сдвига тренда и оценка его функциональной устойчивости. В книге: Теоретико-методологические подходы к формированию системы устойчивого развития предприятий, комплексов, регионов. – Пенза: Изд-во Пенз. гос. ун-та, 2016. – С. 141–151.

5. Под ред. В.В. Федосеева. Экономико-математические методы и прикладные модели: учебник / В.В. Федосеев, А.Н. Гармаш, И.В. Орлова. – М.: Юрайт, 2013. – 336 с.

6. Михеев М.Ю. Методы прогнозирования предаварийной ситуации сложного технического объекта / М.Ю. Михеев, А.Е. Савочкин, О.В. Прокофьев // Сборник научных трудов VII МНПК Управление реформированием социально-экономического развития предприятий, отраслей, регионов. – 2016. – С.341–343.

7. Михеев М.Ю. Модели прогнозирования технического состояния сложных объектов по коротким временным рядам / М.Ю. Михеев, О.В. Прокофьев, А.Е.Савочкин // Телекоммуникации. – 2016. – № 10. – С.10–15.

8. Савочкин А.Е. Автоматизированная проверка гипотезы о структурной стабильности тренда посредством модификации теста Чоу // Труды международного симпозиума Надежность и качество. – 2014. – Т. 1. – С. 350–353.

9. Damodar Gujarati. Econometrics by Example. Palgrave Macmillan, New York, 2011. – 371 p.

10. Тюрин М.В. Разработка моделей прогнозирования состояния элементов технически сложного объекта / М.В.Тюрин, С.А.Фомин, О.В. Прокофьев // Надежность и качество сложных систем. – 2016. – №1 (13). – С.73–78.

11. Николаев А.В. Большие данные для нового качественого уровня электроэнергетики / А.В. Николаев, О.В. Прокофьев, М.В. Тюрин, А.Н.Токарев // Труды международного симпозиума Надежность и качество. – 2018. – Т.2. – С. 102–104.

12. Голубкова И.В. Информационные технологии контроля качества на производстве / И.В. Голубкова, О.В. Прокофьев // Территория инноваций. – Энгельс, 2018 г. – №10(26). – С.13–20.

13. Прокофьев О.В. Анализ последствий развития кризисной ситуации на рынке труда и оценка возможностей их снижения. В сборнике: Опыт и проблемы социально-экономического развития предприятий, отраслей, комплексов. – Пенза, 2009. – С. 232–245.

14. Статистические методы повышения качества / под. ред. Х. Куме. – М.: Финансы и статистика, 1990. – 304 с.

15. Чамберс Д. Статистическое управление процессами. Оптимизация бизнеса с использованием контрольных карт Шухарта / Д. Чамберс, Д. Уилер. – М.: Альпина Паблишер, 2019. – 410 с.

16. Данилов И.П. Статистические методы в управлении качеством продукции: учебное пособие / И.П. Данилов, А.А. Насырова-Антонова, В.Л. Семенов. – Казань: Познание, 2007. – 240 с.

17. Адлер Ю.П. Контрольные карты Шухарта в России и за рубежом: краткий обзор современного состояния (статистические аспекты) / Ю.П. Адлер, О.В. Максимова, В.Л. Шпер// URL: https://ria-stk.ru/upload/image stq /2011 /N8/082011-1.pdf (дата обращения 9.03.2019).

18. Афанасьев В.Н. Анализ временных рядов и прогнозирование / В.Н. Афанасьев, М.М. Юзбашев. – М.: Финансы и статистика, 2001. – 228 с.

19. Сажин Ю.В. Анализ временных рядов и прогнозирование / Ю.В. Сажин, А.В. Катынь, Ю.В. Сарайкин. – Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2013. – 192 с.

20. Садовникова Н.А. Анализ временных рядов и прогнозирование. – М.: Изд-во МГУ, 2001. – 67 с.

Статья поступила в редакцию 10.04.2019
Статья принята к публикации 22.05.2019

УДК 636.064.6

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ КОНКУРЕНЦИИ РАСТЕНИЙ

© 2019

Ганичева Антонина Валериановна, кандидат физико-математических наук, доцент, доцент кафедры «Физико-математических дисциплин и информационных технологий»
Тверская государственная сельскохозяйственная академия
(170904, Россия, г. Тверь, ул. Маршала Василевского (Сахарово), 7, e-mail: TGAN55@yandex.ru)
Ганичев Алексей Валерианович, доцент кафедры «Информатики и прикладной математики»
Тверской государственный технический университет
(170026, Россия, г. Тверь, наб. Аф. *Никитина, 22, e-mail: alexej.ganichev@yandex.ru)*

Аннотация. В статье рассмотрены особенности и способы конкуренций растительных объектов. Для исследования выбрана межвидовая конкуренция (борьба) растений. В качестве метода исследования в данной работе используется математическое моделирование. Построена модель определения состояний растительной системы в дискретные моменты времени. Показано, как строится система оценки результатов конкурентной борьбы объектов на примере двух растений в три момента времени (на трех временных рубежах). Сформулирована методика численного определения результатов воздействий растений друг на друга. Разработан метод решения конкурентной модели растительных объектов с помощью однородной дискретной марковской цепи. Показано, как на основе матрицы переходных вероятностей с использованием формулы полной вероятности событий вычисляются вероятности состояний системы. Перечислены основные этапы разработки и анализа модели конкурентной борьбы в растениеводстве. Проведен анализ решения задачи. Сформулирован метод решения задачи, когда вероятности уничтожения объектов растительного мира имеют разные значения для разных видов конкурирующих растений. Учет и использование результатов моделирования конкуренции растений имеет большое значение для повышения эффективности ведения сельского хозяйства. Использование модели конкуренции позволит успешнее бороться с сорняками и тем самым повысить урожайность культурных растений.

Ключевые слова: конкуренция, моделирование, система растений, переходные вероятности, дискретная марковская цепь, состояния системы, временной рубеж.

MATHEMATICAL MODEL OF THE COMPETITION OF PLANTS

© 2019

Ganicheva Antonina valerianovna, candidate of physical and mathematical Sciences, associate Professor, associate Professor of " Physical and mathematical disciplines and information technologies»
Tver State Agricultural Academy
(170904, Russia, Tver, Marshal Vasilevsky (Sakharovo) St., 7, e-mail: TGAN55@yandex.ru)
Ganichev Alexey Valerianovich, associate Professor of " Informatics and applied mathematics»
Tver State Technical University
(170026, Russia, Tver, nab. AF. Nikitina, 22, e-mail: alexej.ganichev@yandex.ru)

Abstract. In article features and ways of konkurention of vegetable objects are considered. For a research the trans-species competition (fight) of plants is chosen. As a research method in this work mathematical modeling is used. The model of definition of conditions of a vegetable system in discrete timepoints is constructed. It is shown how the system of assessment of results of competition of objects on the example of two plants in three timepoints is under construction (at three temporary boundaries). The technique of numerical determination of results of influences of plants at each other is formulated. The method of the solution of competitive model of vegetable objects by means of a uniform discrete Markov chain is developed. It is shown how on the basis of a matrix of transitional probabilities with use of a formula of total probability of events probabilities of conditions of a system are calculated. The main development stages and the analysis of model of competition in crop production are listed. The analysis of the solution of a task is carried out. The method of the solution of a task when probabilities of destruction of objects of flora have different values for different types of the competing plants is formulated. Account and use of results of modeling of the competition of plants is of great importance for increase in efficiency of farming. Use of model of the competition will allow to fight more successfully against weeds and by that to increase productivity of cultural plants.

Keywords: competition, modeling, system of plants, transitional probabilities, discrete Markov chain, conditions of a system, time boundary.

Введение. Взаимное воздействие растений друг на друга чрезвычайно разносторонне и может быть как положительным, так и отрицательным [1, 2]. Ограниченность ресурсов жизнеобеспечения вызывает конкурентную борьбу между растениями. Существует большое количество систем классификации взаимодействий растений. В данной работе будем рассматривать межвидовую борьбу, называемую конкуренцией. Результат борьбы зависит от многих факторов: физиолого-биохимических

особенностей растений, почвенных и погодных условий, агротехники, способностей использовать ресурсы среды и т.д.

Исключительную важность проблема конкуренции культурных и сорных растений имеет при выращивании сельскохозяйственных культур. Если с наиболее вредными сорняками не вести никакой борьбы, то они могут полностью заглушить культурные растения. Конкуренция за свет, воду и минеральное питание обычно приводит к потере урожая у культурных растений. С помощью агротехнологических приемов (внесение удобрений, использование севооборотов, обработка пестицидами) можно существенно повлиять на исход борьбы в пользу сельскохозяйственных растений [3].

Для исследования процессов конкуренции биологических объектов у нас в стране [4-8] и за рубежом [9,10] применяется метод математического моделирования. В исследованиях используются разнообразные математические методы и модели: обратные, гиперболические, регрессионные зависимости [9], интегральные по сообществу меры конкуренции [11], матричные модели динамики популяций [12], нелинейные модели конкуренции растений [13], Gap-модели [14], модель изменения линейных размеров растений, представляющая собой задачу Коши для обыкновенного дифференциального уравнения [15].

Сложность процессов конкуренции растений вызывает необходимость применения к ним системного подхода [16-18].

В данной работе в рамках, разработанного авторами метода исследования сложных систем, разработана математическая модель конкуренции растений.

Целью данного исследования является разработка метода конкуренции растений. Для реализации данной цели сформулированы и решены следующие задачи:

1) сформулированы основные положения метода;

2) применение метода рассмотрено на примере двух растений в три дискретных момента времени (на трех рубежах);

3) построена математическая модель расчета состояний системы.

1. Конкуренция видов

Конкуренция видов в растениеводстве – это соревнование растений за потребление минерального питания, воды, света, углекислого газа (вокруг фотосинтезирующих органов), кислорода (вокруг корней), насекомых-опылителей и распространителей плодов, а также за условия комфортного произрастания (температура, кислотность почвы, токсические вещества и др.).

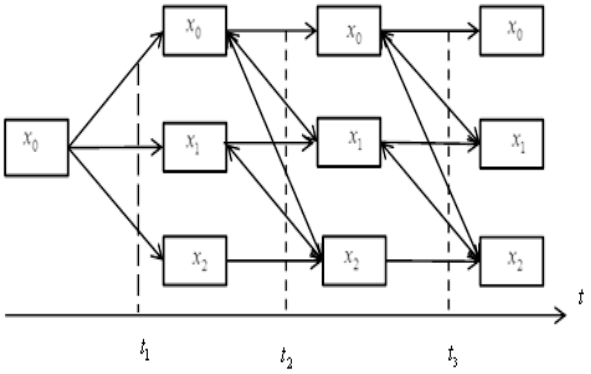
Если процесс конкуренции длится достаточно долго, то зачастую он приводит к элиминированию менее жизнестойких растений. Различают внутривидовую и межвидовую конкуренцию. Аллелопатия у растений это метод борьбы за выживаемость растений разных видов друг с другом.

Различают симметричную и асимметричную конкуренцию. Симметричная конкуренция свойственна растениям с примерно одинаковыми способностями к конкуренции. Асимметричная конкуренция осуществляется между представителям с разными конкурентными способностями.

Растения конкуренты способны активно действовать друг на друга через систему соответствующих воздействий: 1) выделение токсичных соединений подземными частями; 2) выделение токсичных соединений надземными частями; 3) перехват минеральных питательных веществ; 4) перехват почвенной влаги: 5) перехват солнечного света листовым аппаратом; 6) механическое отрицательное воздействие; 7) перехват опыляющих насекомых через факторы окраски и запаха.

2. Построение конкурентной модели

Для упрощения выкладок, но не нарушая общности, рассмотрим систему двух растений при фиксированных моментах времени, связанных со следующими состояниями системы: x_0 ни одного растения не погибло, x_1 одно растение погибло, x_2 два растения погибли. На рисунке 1 показан



соответствующий процесс для трех моментов времени.

Риснок 1 – Граф состояний системы

Рассмотрим переходные вероятности.

Перечисленные в п. 1 воздействия путем лабораторных проб можно оценить количественно за данный промежуток времени. Эти воздействия взвешиваются с учетом их важности. Соответствующие веса оцениваются группой экспертов. Затем вычисляется приведенная средняя взвешенная плотность указанных воздействий, которая соответствует вероятностям уничтожения растений.

Конкретизируем методику численного определения воздействий 1-7. Для воздействия 1 токсичных соединений находится отношение максимально возможной дозы к имеющейся. Если это отношение больше 1, то воздействие 1 из дальнейшего рассмотрения исключается.

В противном случае полученное отношение учитывается в общей взвешенной сумме. Для воздействий 2-5 находятся аналогичные отношения. Например, если зона освещенности данного растения представляет собой круг, и в этот круг вклиниваются зоны освещенности других растений, то геометрическими методами вычисляется "чистая зона" освещенности данного растения без зон вклинивания, которая потом делится на площадь круга, представляющего собой оптимальную зону освещенности данного растения. Кроме того, воздействие по пунктам 1-5 можно оценить также и через количество засыхающих листьев. Пункт 6 механическое отрицательное воздействие можно оценить отношением минимального количества повреждений (царапин) к имеющемуся.

3. Метод решения конкурентной модели

Будем рассматривать однородную дискретную марковскую цепь. Пусть переходные вероятности соответствуют условию: на каждом временном рубеже t_i $(i = 1,\ 2,\ 3)$ вероятность уничтожения каждого растения одна и та же и равна p, тогда вероятность уничтожить одно растение равна $2 \cdot p \cdot (1-p)$, два растения – равна $p \cdot p = p^2$.

Матрица переходных вероятностей имеет вид:

$$(p_{ij}) = \begin{pmatrix} 1-(p^2+2p(1-p)) & 2p(1-p) & p^2 \\ 0 & 1-p & p \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}.$$

Пусть $p_0(t_i)$, $p_1(t_i)$, $p_2(t_i)$ вероятности состояний системы на каждом этапе процесса $(i = 1,\ 2,\ 3)$. Тогда из матрицы (p_{ij}) для t_1 имеем:

$$p_0(t_1) = 1-(p^2+2p(1-p)),\ \ p_1(t_1) = 2p(1-p),\ \ p_2(t_1) = p^2.$$

При $t = t_2$ (по формуле полной вероятности):

$$p_0(t_2) = p_0(t_1) \cdot p_{00} = [1-(p^2+2p(1-p))]^2 = (1-p)^4 \quad ;$$

$$p_1(t_2) = p_0(t_1) \cdot p_{01} + p_1(t_1) \cdot p_{11} = [1-(p^2+2p(1-p))] \cdot 2p(1-p) +$$

$$+ 2p(1-p) \cdot (1-p) = 2p(1-p)^2 \cdot (2-p);$$

$$p_2(t_2) = p_0(t_1) \cdot p_{02} + p_1(t_1) \cdot p_{12} + p_2(t_1) \cdot p_{22} =$$

$$= [1-(p^2+2p(1-p))] \cdot p^2 + 2p(1-p) \cdot p + p^2 \cdot 1 = p^2(2-p)^2.$$

При $t = t_3$ (с применением формулы полной вероятности):

1) $p_0(t_3) = p_0(t_2) \cdot p_{00} = (1-p)^6$;
2) $p_1(t_3) = p_0(t_2) \cdot p_{01} + p_1(t_2) \cdot p_{11} = 2p(1-p)^3(3-2p)$;
3) $p_2(t_3) = p_0(t_2) \cdot p_{02} + p_1(t_2) \cdot p_{12} + p_2(t_2) \cdot p_{22} = (1-p)^4$

$$+ 2 \cdot p \cdot (1-p)^2 \cdot (2-p) \cdot p + p^2 \cdot (2-p)^2.$$

Далее сравниваем вероятности $p_0(t_3)$, $p_1(t_3)$ и $p_2(t_3)$. Наибольшее значение соответствует наиболее вероятному состоянию системы в момент $t = t_3$.

Кратко перечислим основные этапы метода:

1. Определяются состояния системы.

2. Определяются вероятности уничтожения каждого растения.

3. С использованием полученных вероятностей вычисляются вероятности состояний системы.

4. Составляется матрица переходных вероятностей.

5. На основе этой матрицы с использованием формулы полной вероятности вычисляются вероятности состояний.

6. Делаются выводы.

Если вероятности уничтожения разные, например, для системы двух растений равны p_1, p_2, то матрица переходных вероятностей будет иметь вид:

$$(\tilde{p}_{ij}) = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ 0 & a_{22} & a_{22} \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix},$$

где $a_{11} = 1-(p_1p_2 + p_1(1-p_2) + p_2(1-p_1))$;
$a_{12} = p_1(1-p_2) + p_2(1-p_1)$; $a_{13} = p_1p_2$;
$a_{22} = 1-(p_1(1-p_2)p_2 + p_2(1-p_1)p_1)$.

Вероятности $p_0(t_i)$, $p_1(t_i)$, $p_2(t_i)$, $i = 1,\ 2,\ 3$, вычисляются аналогично рассмотренному случаю.

Таким образом, для каждого временного рубежа определяется наиболее вероятное число погибших (не погибших) растений (растительных объектов).

Если переходные вероятности меняются от одного рубежа к другому, то каждый раз определяется новая матрица переходных вероятностей, на основании которой с применением формулы полной вероятности вычисляются соо

тветствующие вероятности состояний.

Число растений и число временных рубежей может быть сколь угодно большим. Используя современные пакеты прикладных программ, показанные расчеты не представляют особого труда.

Возможно обобщение рассмотренной ситуации, если считать возможные переходы от x_2 к x_1, от x_1 к x_0, от x_2 к x_0. Это возможно, если усиленно начать восстанавливать поврежденные растения через усиленный полив, удобрение, прополку, специальные средства, привлекающие полезных насекомых. Еще одно обобщение возможно, если неизвестны вероятностные характеристики системы, и сложно определить их статистические частотные аналоги. В этом случае можно использовать меры принадлежности (например, в виде треугольных чисел) на основе экспертной информации.

Заключение. Разработанная модель может использоваться не только для исследования конкуренции растений, но и для других биологических объектов.

Использование моделей конкуренции растений в

сельском хозяйстве позволяет:

1) бороться с сорняками;

2) организовать рациональный севооборот;

3) уплотнение посевов за счет комбинирования культур, уживающихся по соседству друг с другом;

4) регулировать плотность посадок;

5) организовать оптимальное соседство и предшественников садово-огородных культур;

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Ганичева А.В. Индексно-кластерный метод в сельском хозяйстве. Биометрические индексы / А.В. Ганичева, А.В. Ганичев // Бизнес. Образование. Право. 2017. № 1 (38). С. 171–174.

2. Ганичева, А.В. Индексно-кластерный метод в социологии. Нечеткие социологические индексы / А.В. Ганичева // Научно-методический электронный журнал Концепт. 2018. № 9. С. 213–218.

3. Кошкин Е.И. К проблеме конкуренции культурных и сорных растений в агрофитоценозе / Е. И. Кошкин // Известия Тимирязевской с.-х. академии. – 2016. – № 4. – С. 53–68.

4. Мазлоев В.З. Управление технологическими процессами и системами в растениеводстве / В.З. Мазлоев, Г.В. Сапогова. М.: Изд-во РГАУ – МСХА им. К. А. Тимирязева, 2010. 240 с.

5. Письман Т.И. Взаимодействие культурных и сорных растений в агроценозах: математическая модель / Т.И. Письман, И.Ю. Ботвич, Л.А. Сомова // Успехи современной науки. – 2016. Т. 10. № 11. С. 102-104.

6. Ганичева, А.В. Модель распространения эпидемии африканской чумы свиней / А.В. Ганичева, Н.Н. Корсакова // Сб.: Приоритетные направления научно-технологического развития агропромышленного комплекса России: Материалы Национальной научно-практической конференции. Рязань: РГАУ. 2019. С. 74–78.

7. Ганичева А.В. Математическая модель процесса питания растений / А.В. Ганичева, А.В. Ганичев, Н.Н. Корсакова Н.Н. // Сб.: Достижения и приложения современной информатики, математики и физики: Материалы Всероссийской науч.-практ. конф. – Уфа: РИЦ БашГУ, 2018. – С. 32–38.

8. Журавлева В.В. Математическое моделирование процессов накопления биомассы С3-растений в процессе вегетации: автореф. дис. ... канд. физ.-мат. наук. Барнаул, 2008. 22 с.

9. Sarah E. Park, Laurence R. Benjamin, Andrew R. Watkinson. The Theory and Application of Plant Competition Models: an Agronomic Perspective. Annals of Botany. 2003. I. 92 (6). P. 741-748/ doi: 10.1093/aob/mcg204/

10. Joseph M. Craine R. Dybzinski. Mechanisms of plant competition for nutrients, water and light. Functional Ecology. 2013. V/ 27, I. 4, P. 833–840.

11. Галицкий В.В. О динамике интегральной меры конкуренции в сообществах растений различной степени однородности // Известия РАН. Сер. биол. 2006. № 2. С. 156–164.

12. Уланова Н.Г. О конкуренции среди популяций с дискретной структурой: матричная модель динамики популяций вейника и березы, растущих совместно / Н.Г. Уланова, И.Н. Белова, Д.О. Логофет Журнал общей биологии. 2008. Т. 69. № 6. С. 441–457.

13. Смагин А.В. Нелинейные модели и эффекты конкуренции растений // Экологический вестник Северного Кавказа. 2016. Т. 12. № 2. С. 4–17.

14. Корзухин, М.Д. Теория конкуренции растений за свет и воду в Gap-модели / М.Д. Корзухин, М.Т. Тер-Микаэлян // Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. 1992. Т. 14. С. 220–231.

15. Колпак Е.П. Математическая модель кинетики роста растений / Е.П. Колпак, М.В. Столбовая // Журнал научных публикаций аспирантов и докторантов. – 2013. № 12 (90). – С. 230–232.

16. Гатаулина Г.Г. Соколова С.С., Белышкина М.Е. Системный подход к анализу динамических характеристик продукционного процесса у зерновых бобовых культур. Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии: Научно-теоретический журнал Российского государственного аграрного университета. – МСХА имени К.А. Тимирязева. 2014. Вып. 2. С. 69–95.

17. Ганичева А.В. Системы в растениеводстве. Сб.: Инновационные и нанотехнологии в системе стратегического развития АПК региона: Материалы Всероссийской науч.-практ. конф. Тверь: ТГСХА. 2013. С. 271–274.

18. Трофимов И.А., Трофимова Л.С., Яковлева Е. П. Развитие системного подхода к изучению сельскохозяйственных земель и управлению агроландшафтами. Поволжский экологический журнал. 2016. № 4. С. 455–466.

19. Ганичева А.В. Математическая модель планирования мероприятий. В мире научных открытий. Серия «Экономика и инновационное образование». 2011. № 6 (18). С. 254.

20. Ганичева А.В. Системный подход к процессу получения и формирования знаний. В мире научных открытий. 2011. № 12 (24). С. 83–101.

21. Ганичева А.В. Системное представление процесса образования. Сб.: Саморазвивающаяся среда технического вуза: научные исследования и экспериментальные разработки: Материалы Всероссийской науч.-практ. конф. Тверь: Тв ГТУ. 2016. С. 177–183.

Статья поступила в редакцию 08.04.2019
Статья принята к публикации 22.05.2019

УДК 51-77 + 330.43

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА УПРАВЛЕНИЯ ОПЦИОННЫМ ПОРТФЕЛЕМ

© 2019

Фатьянова Маргарита Эдуардовна, аспирант
Исследовательской школы физики высокоэнергетических процессов
Национальный исследовательский Томский политехнический университет
(634050, Россия, г.Томск, пр. Ленина, 30, e-mail: mef1@tpu.ru)

Аннотация. Низкий уровень финансовой грамотности взрослого населения порождает недоверие к самостоятельному использованию инвестиционных инструментов. Поэтому в большинстве случаев, частный инвестор обращается в банк или управляющую компанию для покупки готового финансового решения. Как правило, самостоятельное формирование и управление финансовым портфелем частным лицом представляется невозможным, ввиду высокой сложности понимания математических методов и моделей их конструирования. Целью данной работы является апробация ранее усовершенствованной динамической модели формирования и управления опционным портфелем путем проведения имитационного моделирования. Исходная динамическая модель принадлежит Абрамову А.М. и Голембиовскому Д.Ю. В результате проведено имитационное моделирование процесса управления опционным портфелем для двух случаев: с возможностью переформирования и без нее. Предварительно построены трехэтапное и двухэтапное дерево сценариев изменения цены актива в будущем. Общее количество экспериментов равно 1000. Получено, что динамическая модель с возможностью переформирования наилучшим образом подходит к рыночным условиям и позволяет в большей степени избежать неблагоприятных ситуаций требования брокером повышения денежных средств на счету.

Ключевые слова: имитационное моделирование, сценарный подход, стохастическое программирование, динамическая модель, опционный портфель, гарантийное обеспечение.

IMITATION MODELING OF MANAGEMENT PROCESS OPTIONAL PORTFOLIO

© 2019

Fatyanova Margarita Eduardovna, Postgraduate Student of Research School of High-Energy Physics
National Research Tomsk Polytechnic University
(634050, Russia, Tomsk, Lenina avenue, 30, e-mail: mef1@tpu.ru)

Abstract. Low level of financial literacy of the adult population breeds mistrust in the independent use of investment tools. Therefore, in most cases, a private investor turns to a bank or a management company to purchase a ready-made financial solution. As a rule, independent formation and management of a financial portfolio by an individual is impossible, due to the high complexity of understanding mathematical methods and models for constructing them.The purpose of this work is to test a previously improved dynamic model for the formation and management of an optional portfolio by conducting simulation. The original dynamic model belongs to Abramov A.M. and Golembiovskomu D.Yu. As a result, a simulation was carried out of the process of managing an optional portfolio for two cases: with or without the possibility of re-formation. Pre-built three-stage and two-stage tree scenarios of asset price changes in the future. The total number of experiments is 1000. It was obtained that a dynamic model with the possibility of re-shaping is best suited to market conditions. The dynamic model allows to avoid unfavorable situations requirements broker increasing funds in the account.

Keywords: simulation modeling, scenario approach, stochastic programming, dynamic model, option portfolio, warranty coverage.

Введение. Международное исследование по финансовой грамотности взрослого населения (2016 г.), проведенное Организацией экономического сотрудничества и развития (от англ. Organisation for Economic Co-operation and Development), показало, что Россия занимает девятое место среди стран «большой двадцатки», получив 12.2 балла из 21 возможных. Данный показатель относится к результату ниже среднего (12.7 баллов) [1]. Как следствие, низкий уровень финансовой грамотности взрослого населения порождает недоверие к использованию инвестиционных инструментов.

Для большинства частных инвесторов самостоятельное формирование финансовых продуктов представляется невозможным ввиду высокой сложности понимания математических моделей, методов их конструирования, а также нежелания тратить много времени на изучение теоретических и практических аспектов биржевого рынка. Вследствие этого инвестор готов переплачивать высокие комиссии банкам и брокерским компаниям за покупку готового финансового портфеля. Таким образом, возрастает потребность в совершенствовании имеющихся математических моделей, их адаптации к рыночным условиям, а также в проведении качественной апробации.

Анализ последних исследований и публикаций. Основоположником теории портфельного

инвести-рования является H. Markovitz. Предполагалось, что активами для формирования портфеля являются акции и облигации. Однако данная теория не применима для создания опционных портфелей ввиду наличия нелинейной зависимости между ценами опционов и их соответствующих активов [2]. Ключевые работы в области определения справедливой цены опционного контракта принадлежат F. Black, а также нобелевским лауреатам M. Scholes и R.C. Merton [3].

Основополагающие научные разработки в области статических моделей формирования портфеля представлены трудами авторов Rendleman R. [4], Horasanli M. [5], Курочкин С.В., Пичугин И. С. [6], Lin C.C. [7], Eichhorn A. [8], Wallace S. [9], Topaloglou N. [10], Пузановский А.А. [11]. Предложенные модели, сформулированные в виде задач линейного программирования, позволяют нейтрализовать риски. Однако авторы либо косвенно пытаются снизить потенциальные транзакционные расходы, либо не учитывают их полностью, что вызывает появление значительных погрешностей.

Актуальной проблеме выбора мер риска для инвестиционного портфеля посвящены исследования Rachev S.T. [12], Riedel F. [13], Rockafellar R. [14], Krokhmal P. [15], Alexander S., Coleman T. [16], Ponomareva K. [17], Baptista A.M. [18]. Однако, предложенные динамические меры риска, не получили должного внимания при постановке задач оптимального выбора портфеля, что требует проведения дополнительных исследований.

В исследованиях Голембиовского Д.Ю. и Абрамова А.М. [19,20] предложена модель многоэтапного стохастического программирования с вероятностными ограничениями. Данная модель была усовершенствована путем введения цен покупки и продажи опционов, классификации гарантийного обеспечения и ряда других необходимых математических ограничений. Данные изменения позволили адаптировать модель к текущим рыночным условиям и провести ее апробацию в торговом терминале в режиме реального времени.

Таким образом, целью данной работы является апробация усовершенствованной динамической модели формирования и управления опционным портфелем путем проведения имитационного моделирования.

Изложение основного материала исследования. Для экспериментальной проверки работоспособности динамической модели проведем имитационное моделирование задачи формирования опционного портфеля для двух ситуаций: 1) с возможностью пересмотра (динамическое управление); 2) без возможности пересмотра (статическое управление) опционного портфеля в будущем. Подробное описание, а также необходимые математические выкладки усовершенствованной динамической модели и используемого сценарного подхода приведены в предыдущих работах [21].

В данной работе рассматривается задача формирования оптимального портфеля, состоящего из купленных и проданных опционов с соответствующими ценами покупки и продажи, а также суммарным гарантийным обеспечением. Существуют три основных этапа для моделирования задачи с возможностью переформирования:

1) первоначальное формирование портфеля. Данный этап включает построение дерева сценариев изменения цены базового актива и последующее решение задачи многоэтапного стохастического программирования с вероятностными ограничениями в начальный момент времени;

2) переформирование портфеля. Данный этап необходим для осуществления пересмотра портфеля в установленные моменты времени. Для этого необходимо построить дерево сценариев с учетом изменившейся текущей цены базового актива и решить задачу многоэтапного стохастического программирования с вероятностными ограничениями. В случае использования динамической модели без возмож-ности переформирования второй этап пропускается;

3) осуществление офсетных сделок. Последний этап необходим для закрытия позиций по опционным контрактам, в том случае, если он не совпадает с датой экспирации опционов.

Рассмотрим входные данные для проведения имитационного моделирования, которые передаются автоматически из торгового терминала Quik с помощью специально разработанного программного скрипта. Базовым активом является фьючерсный контракт на Индекс РТС (Российская торговая система), волатильность и текущая рыночная цена которого составляют 7% и 117230 пунктов. Инвестированная сумма для формирования опционного портфеля – 150000 руб., минимальная ожидаемая стоимость портфеля в момент экспирации – 151000 руб., что соответствует 12,7 % годовых. Страйки опционов выбраны в диапазоне [117250; 122500] с шагом 250 пунктов. Для моделирования выбрано построение трехэтапного дерева сценариев с шагом цены базового актива 150 пунктов. Биржевой сбор за покупку или продажу одного опционного контракта составляет 5,3 руб. В году насчитывается 252 торговых дня. День первоначального формирования опционного портфеля является первым днем. В 14-й день наступает экспирация портфеля и совершение офсетных сделок. По плану портфель подвергается переформированию в 7-ой день.

Модель учитывает возможность внеплановых переформирований для того, чтобы сумма денежных средств на счете покрывала необходимый размер общего гарантийного обеспечения портфеля. Ввиду того, что торговый терминал Quik содержал опционы одного срока экспирации, эксперимент проводился только для таких опционов.

На первом этапе построено дерево сценари-

ев изменения цены актив в будущем. Подробное исследование теоретических и практических аспектов применения сценарного подхода приведено в работе [21]. На рисунке 1 схематично представлено дерево сценариев поведения цены базового актива в момент формирования опционного портфеля для трех (слева) и двух (справа) этапов.

На первом этапе дерево сценариев имеет 1457 сценариев, в то время как второй этап содержит только 40 сценариев (левая часть рисунке 1). На правой части рисунка 1 изображено дерево сценариев без возможности переформирования портфеля, которое насчитывает 53 сценария. В этом случае, первому этапу соответствует день первоначального формирования опционного портфеля, а второму этапу – день экспирации.

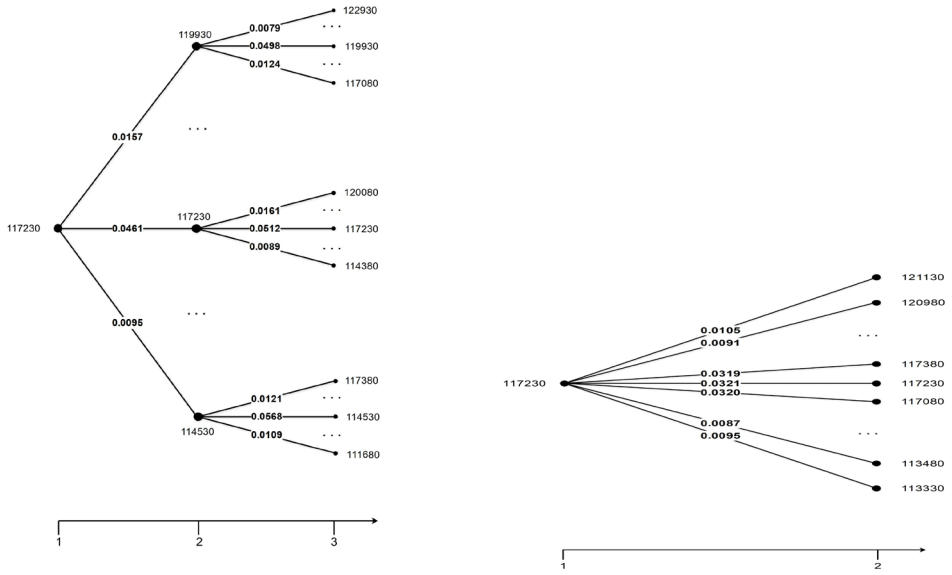


Рисунок 1 – Дерево сценариев поведения цены базового актива для трех (слева) и двух (справа) этапов

Для моделирования управления портфелем разработана программа в среде MATLAB 9.4. Рыночные и расчетные данные хранятся в базе данных Microsoft ACCESS. Задача стохастического программирования с вероятностным ограничением реализована в пакете «IBM ILOG CPLEX Optimization Studio V12.6.1». С целью создания приложения обеспечена интеграция вышеуказанных программных продуктов с использованием консольной версии.

Моделирование проводились на вычислительном узле 2 х 12 потоков на Intel Xeon E5 – 2620 v3 частотой 2,40 Ghz. Всего было доступно 24 потока. Оперативной памяти на узле доступно 32 Gb DDR4 частотой 2400Mhz. Узел работает под управлением операционной системы Windows Server 2016.

Имитационное моделирование управления опционным портфелем с 1-го по 14-й день было проведено 1000 раз. На рисунке 2 представлены 1000 различных траекторий изменения цены базового актива в течение 14 дней. Моделирование проводилось на основе математической модели геометрического (броуновского) движения с применением генератора псевдослучайных чисел.

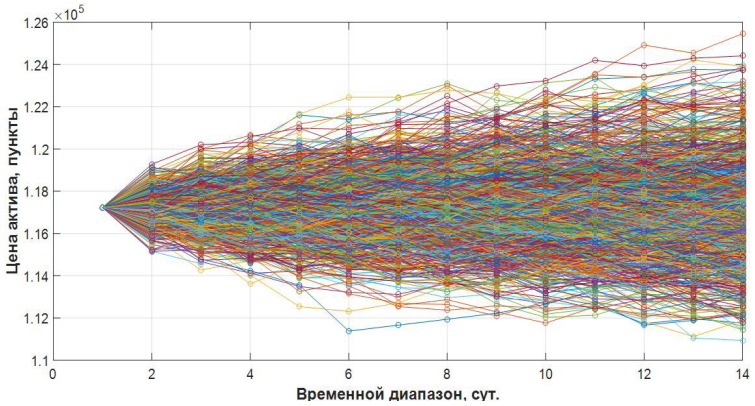


Рисунок 2 – 1000 траекторий изменения цены базового актива

Рисунок 3 демонстрирует различные траектории изменения стоимости опционного портфеля в течение 14 дней. Управление портфелем является динамическим, поскольку допускается его пересмотр в 7-й день. Согласно полученным результатам моделирования, было обнаружено, что 30 из 1000 траекторий имели стоимость опционного портфеля в 14-й день ниже первоначальной стоимости портфеля в 1-й день. Также из рисунка 3 видно, что один эксперимент показал снижение стоимости опционного портфеля до 145000 руб., при этом в 29-ти экспериментах стоимость опционных портфелей находилась в интервале [147850; 150000] руб.

Средняя стоимость портфеля в момент экспирации равна 155750 руб. Наблюдаемый риск опционного портфеля составил 30/1000 = 0.03.

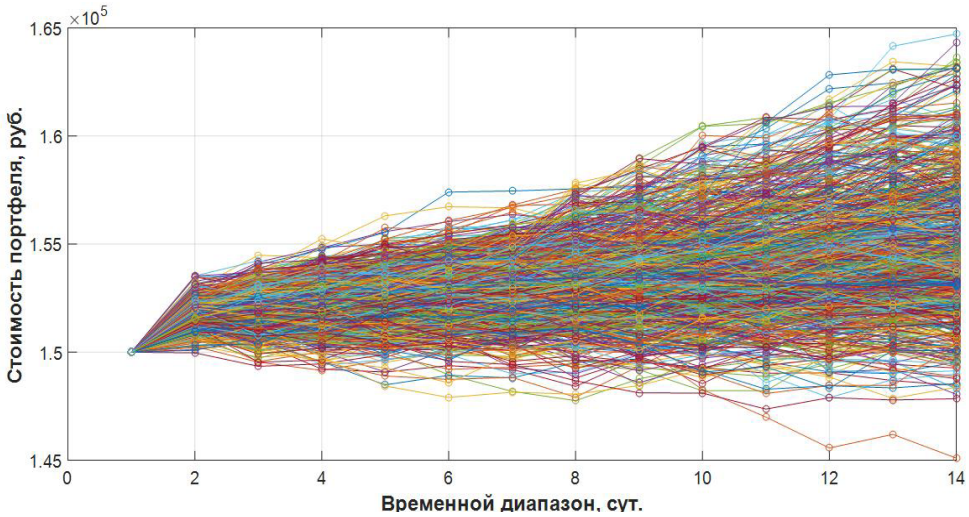


Рисунок 3 – 1000 траекторий изменения стоимости опционного портфеля с возможностью переформирования

Значимой характеристикой корректности получаемых результатов по предложенной модели является степень близости оценки наблюдаемого риска опционного портфеля, полученного при имитационном моделировании, к оценке ожидаемого риска, найденного при решении задачи с критерием оптимизации, описанного в работе. Наблюдаемый и ожидаемый риски составили 3% и 2,51%. Небольшое расхождение между данными величинами подтверждает хорошее качество аппроксимации непрерывного распределения вероятностей процесса изменения рыночной цены актива согласно дереву сценариев.

На рисунке 4 представлены результаты имитационного моделирования управления опционным портфелем без его переформирования (статическое управление). В этом случае модель можно называть статической, поскольку пересмотр портфеля не осуществляется. Опционный портфель формировался в первый день и имел срок экспирации 14 дней.

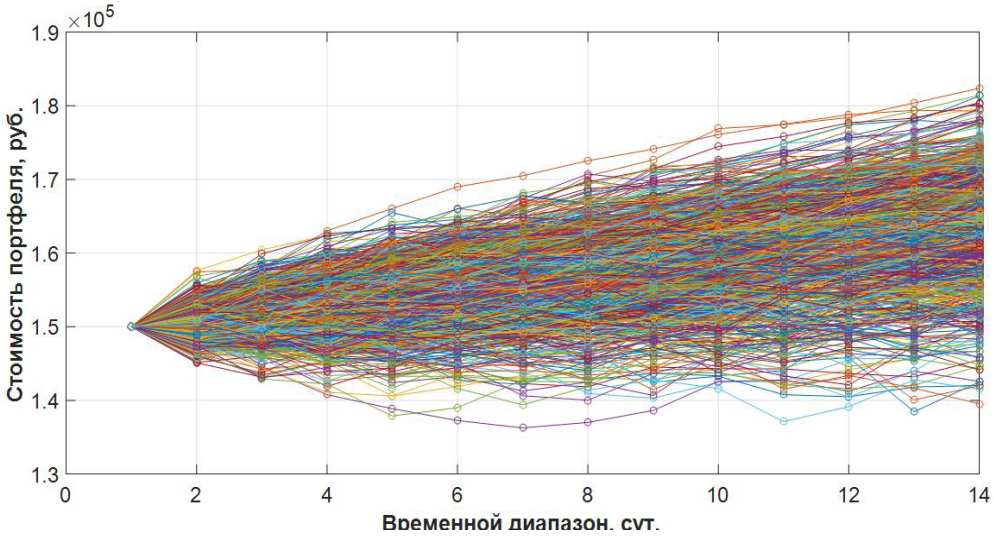


Рисунок 4 – 1000 траекторий изменения стоимости опционного портфеля без возможности переформирования

Результаты моделирования показали, что существует 49 из 1000 траекторий, согласно которым стоимость портфеля в момент экспирации опустилась ниже первоначальной стоимости портфеля в 1-й день. При этом в 26-ти экспериментах стоимость портфеля оказалась в пределах [147850; 150000] руб. и в 23-х экспериментах – в интервале [140000; 147850].

Выводы. Таблица 1 содержит сводные показатели моделирования процесса управления опционным портфелем. Наглядно видно, что средняя стоимость опционного портфеля значительно превышает заданную ожидаемую минимальную стоимость портфеля в момент экспирации. При этом общие временные затраты в случае динамического управления в 4 раза больше по сравнению со статическим. Это объясняется достаточно большим несоответствием между размерностями задач динамического и статического управления, возникающим по причине разницы в количестве сценариев в момент формирования портфеля.

Таблица 1 – Результирующие показатели моделирования процесса управления опционным портфелем

Характеристика	Управление	
	динамическое	статическое
Число экспериментов	1000	1000
Общие временные затраты, ч.	≈ 40	≈ 10
Размерность задачи: - число ограничений - число переменных	 341 027 426 902	 7 832 10 389
Количество сценариев в момент формирования портфеля	1457	53
Ожидаемая доходность портфеля с учетом срока экспирации, % годовых.	12.7	
Средняя стоимость портфеля в момент экспирации, руб.	155 750	161 660
Ожидаемый риск, %	2.51	3.2
Наблюдаемый риск, %	3	4.9
Расхождение между наблюдаемым и ожидаемым рисками, %	0.49	1.7
Число ситуаций «margin call»	5	43

Средняя стоимость опционного портфеля, а также ожидаемый и наблюдаемый риски в случае статического управления выше по сравнению с динамическим. При этом можно заметить, что в случае динамического управления получилось небольшое расхождение между наблюдаемым и ожидаемым рисками, что говорит о хорошем качестве аппроксимации непрерывного распределения вероятностей процесса изменения рыночной цены актива согласно дереву сценариев. В случае статического управления наблюдается большее отклонение равное 1.7%. Причиной этому послужило значительное число возникших ситуаций «margin call» – требование брокера повысить размер денежных средств на счете.

На основе проведенного анализа можно сделать вывод о большом преимуществе использования динамической модели с возможностью переформирования опционного портфеля. Пересмотр позволит учесть изменение размера общего гарантийного обеспечения портфеля и тем самым уменьшить вероятность наступления ситуации «margin call».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Аналитический центр НАФИ [Электронный ресурс]. – 2019. – Режим доступа: https://nafi.ru/analytics/rossiya-na-9-meste-po-finansovoy-gramotnosti-sredi-stran-g20/

2. Markowitz H. Portfolio Selection / H. Markowitz // The Journal of Finance. – 1952. – Vol. 7. – pp. 77–91.

3. Black F. The pricing of options and corporate liabilities / F. Black, M. Scholes // Journal of Political Economy. – 1973. – Vol. 81, no. 3. – pp. 637–654.

4. Rendleman R. An LP approach to option portfolio selection / R. Rendleman // Adv. Futures Options Res. –1995. – Vol. 8. – pp. 31–52.

5. Horasanli M. Hedging strategy for a portfolio of options and stocks with linear programming / M. Horasanli // Appl. Math. Comput. – 2008. – Vol. 199, no. 2. – pp. 804–810.

6. Курочкин С.В. Структурированный коллар: построение сложных опционных продуктов / С.В. Курочкин, И.В. Пичугин // Рынок ценных бумаг. – 2005. – №14. – С. 64–68.

7. Lin C.C. Hedging an option portfolio with minimum transactionlots: Afuzzy goal programming problem / C.C. Lin, Y.T. Liu, A.P. Chen // Applied Soft Computing. – 2016. – Vol. 47. – pp. 295–303.

8. Eichhorn A. Stochastic Optimization of Electricity Portfolios: Scenario Tree Modeling and Risk Management. Handbook of Power Systems II, Energy Systems / A. Eichhorn, H. Heitsch, W. Romisch. – Berlin Heidelberg: Springer-Verlag, 2010. – 432 P.

9. Wallace S. Applications of Stochastic Programming / S. Wallace, W. Ziemba. – 2005. – 688 P.

10. Topaloglou, N. Optimizing international portfolios with options and forwards / N. Topaloglou, H. Vladimirou, S. A. Zenios // Journal of Banking & Finance. – 2011. – Vol. 35. – pp. 3188–3201.

11. Пузановский А.А. Оптимизация портфеля финансовых опционов: Диссертация на соискание ученой степени кандидата наук / Центральный

экономико-математический институт РАН. – М., 2009. – 115 с.

12. Rachev S.T. Fat-Tailed and Skewed Asset Return Distributions: Implications for Risk Management, Portfolio Selection, and Option Pricing / S. T. Rachev, C. Menn, F.J. Fabozzi. – Hew Jersey: John Wiley & Sons. – 2005. – P. 369.

13. Riedel F. Dynamic coherent risk measures / F. Riedel // Stochastic Processes and their Applications. –2004. – Vol. 112. – pp. 185–200.

14. Rockafellar R. Conditional value-at-risk for general loss distributions / R. Rockafellar, S. Uryasev // Journal of Banking & Finance. – 2002. – Vol. 26, no. 7. – pp. 1443–1471.

15. Krokhmal P. Portfolio optimization with conditional value-at-risk criterion / P. Krokhmal, J. Palmquist, S. Uryasev // Journal of Risk. – 2002. – Vol. 4, no. 2. – pp. 43–68.

16. Alexander S. Minimizing cvar and var for a portfolio of derivatives / S. Alexander, T. Coleman, Y. Li // Journal of Banking & Finance. – 2006. – Vol. 30, no. 2. – pp. 583–605.

17. Ponomareva K. An algorithm for moment-matching scenario generation with application to financial portfolio optimization / K. Ponomareva, D. Roman, P. Date // European Journal of Operational Research. – 2015. – Vol. 240, no. 3. – pp. 678–687.

18. Alexander G.J. Active portfolio management with benchmarking: Adding a value-at-risk constraint / G.J. Alexander, A.M. Baptista // Journal of Economic Dynamics and Control. – 2008. – Vol. 32, no. 3. – pp. 779–820.

19. Абрамов А.М. Динамическая оптимизация портфеля опционов на основе полиномиального дерева сценариев / А.М. Абрамов // Проблемы анализа риска. – 2012. – № 1(9). – С. 8–23.

20. Голембиовский Д.Ю. Модель оптимизации портфеля производных финансовых инструментов с учетом залоговых ограничений / Д.Ю. Голембиовский, А.С. Долматов // Теория и системы управления. – 2001. – № 3. – С. 75–85.

21. Семенов М.Е. Применение сценарного подхода для опционной торговли / М.Е. Семенов, М.Э. Фатьянова // Финансовая аналитика: проблемы и решения. – 2019. – № 1. – С. 72–89.

Статья поступила в редакцию 15.04.2019
Статья принята к публикации 22.05.2019

УДК 519.876.5

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

© 2019

Авдеева Марина Олеговна, кандидат экономических наук,
доцент высшей школы техносферной безопасности
Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого
(195251, Россия, г. Санкт-Петербург, ул. Политехническая, 29, e-mail: avdeeva_mo@spbstu.ru)
Румянцева Нина Вячеславовна, кандидат технических наук,
доцент высшей школы техносферной безопасности
Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого
(195251, Россия, г.Санкт-Петербург, ул. Политехническая, 29, e-mail: rumyantseva_nv@spbstu.ru)
Русскова Ирина Германовна, кандидат технических наук,
доцент высшей школы техносферной безопасности
Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого
(195251, Россия, г. Санкт-Петербург, ул. Политехническая, 29, e-mail: russkova_ig@spbstu.ru)
Доронин Александр Сергеевич, магистрант высшей школы техносферной безопасности
Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого
(195251, Россия, г. Санкт-Петербург, ул. Политехническая, 29, e-mail: doronin_as@spbstu.ru)

Аннотация. Пожар – опасное явление, которое сопровождает человечество на протяжении всей его истории. Каждый человек и каждое предприятие должно быть готово к возникновению пожарной ситуации и к выходу из такой ситуации с минимальным ущербом, а чтобы исключить их возникновение, необходимо заниматься оценкой пожарного риска и подготовкой мероприятий, которые направлены на снижение пожарного риска. Статья посвящена актуальной на данный момент проблеме: применению методов имитационного моделирования для воспроизведения различных чрезвычайных ситуаций и дальнейшей их оценки и прогнозирования. В этой связи поставлена задача моделирования чрезвычайных ситуаций, для решения которой используется программная разработка «Fenix+». Она позволяет построить чертеж здания, а графических редактор – воссоздать структуру объекта любой сложности. С использованием данного программного обеспечения построена трехмерная модель здания. Представлен один из наиболее опасных сценариев чрезвычайной ситуации. Получены расчетные значения показателей, таких как: время эвакуации, эвакуационные пути, пропускная способность эвакуационного выхода, критическая температура, задымление помещения, индивидуальный риск. Расчет и анализ значений данных показателей позволяет оценить необходимость внедрения дополнительных противопожарных мероприятий.

Ключевые слова: управление, техносферная безопасность, моделирование, имитационное моделирование, чрезвычайная ситуация, пожар, эвакуация, риск, задымление, Fenix+, безопасность жизнедеятельности, сохранение жизни и здоровья

THE USE OF SIMULATION METHOD FOR EVALUATION OF EMERGENCY SITUATIONS

© 2019

Avdeeva Marina Olegovna, PhD (Economic), Associate Professor of Higher School of Technospheric Safety
Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University
(195251, Russia, St. Petersburg, Polytechnic St., 29, e-mail: avdeeva_mo@spbstu.ru)
Rumyantseva Nina Vyacheslavovna, PhD (Technical),
Associate Professor of Higher School of Technospheric Safety
Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University
(195251, Russia, St. Petersburg, Polytechnic St., 29, e-mail: rumyantseva_nv@spbstu.ru)
Russkova Irina Germanovna, PhD (Technical), Associate Professor of Higher School of Technospheric Safety
Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University
(195251, Russia, St. Petersburg, Polytechnic St., 29, e-mail: russkova_ig@spbstu.ru)
Doronin Alexander Sergeevich, graduate student of Higher School of Technospheric Safety
Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University
(195251, Russia, St. Petersburg, Polytechnic St., 29, e-mail: doronin_as@spbstu.ru)

Annotation. Fire is a dangerous phenomenon that accompanies humanity throughout its history. Every individual and every enterprise must be prepared for the emergence of the fire situation and the way out of this situation with minimal damage, and to exclude them from occurring, you need to deal with the fire risk assessment and preparation of measures aimed at reducing the fire risk. The article is devoted to the current problem: the use of simulation modeling methods for the reproduction of various emergencies and their further assessment and forecasting. In this regard, the task of modeling emergency situations, which is used to solve the software development "Fenix+". It allows you to build a drawing of the building, and the graphical editor – to reconstruct the structure

of the object of any complexity. A three-dimensional model of the building was built using this software. One of the most dangerous emergency scenarios is presented. The calculated values of indicators, such as: evacuation time, escape routes, throughput of the escape exit, critical temperature, smoke of the room, individual risk, were obtained. The analysis of the values of these indicators makes it possible to assess the need for the introduction of additional fire protection measures.

Keywords: management, technosphere safety, simulation, simulation, emergency, fire, evacuation, risk, smoke, Fenix+, safety, life and health

Введение. В связи с высоким ростом чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера и постепенным увеличением количества и масштабов чрезвычайных ситуаций необходимо предвидеть возможные угрозы, риски и опасности, использовать методы их прогноза и предупреждения.

Пожар – опасное явление, которое сопровождает человечество на протяжении всей его истории. С развитием технологий и промышленности проблема пожаров приобретает все новые и большие масштабы, как следствие сейчас даже самая маленькая ошибка может привести к пожару и к необратимым последствиям, поэтому актуальность проблемы обеспечения пожарной безопасности в наше время бесспорна.

Каждый человек и каждое предприятие должно быть готово к возникновению пожарной ситуации и к выходу из такой ситуации с минимальным ущербом, а чтобы исключить их возникновение, необходимо заниматься оценкой пожарного риска и подготовкой мероприятий, которые направлены на снижение пожарного риска.

Расчет времени и путей эвакуации при пожарах в зданиях, и помещениях является важным пунктом при оценке пожарного риска. По оценке на 2018 год, количество пожаров в Российской Федерации составляет 132,4 тыс. ед. Это на 7 тыс. ед. меньше, чем в 2017 году, и на 18 тыс. ед. меньше, чем в 2014 году. Данные статистические показатели демонстрируют явную тенденцию к уменьшению количества пожаров по всей стране. Причиной этому является ужесточение нормативов пожарного контроля, улучшение систем предупреждения пожара с технической стороны, огнеупорные материалы, применяемые в строительстве и т.д.

Постановка задачи. Проанализировав подходы современных ученых [1,2,3,4,5] к решению проблем по ликвидации чрезвычайных ситуаций можно сделать вывод о том, что они основываются на устаревших технологиях. Решение данной проблемы представляется авторами посредством применения информационных технологий, основанных на применении математических методов и имитационных моделей.

В связи с тем, что в составе параметров, описывающих процесс возникновения чрезвычайной ситуации, присутствуют случайные величины, математическое описание этого процесса в рамках детерминированных моделей труднореализуемо. Это повлекло необходимость использовать для этой цели метод имитационного моделирования.

Таким образом, в роли объекта моделирования выступает процесс возникновения чрезвычайной ситуации в здании. Перед построением имитационной модели авторами статьи было проведено исследование входных и выходных параметров, характеризующих процесс возникновения чрезвычайной ситуации, результат которого схематично представлен на рисунке 1.

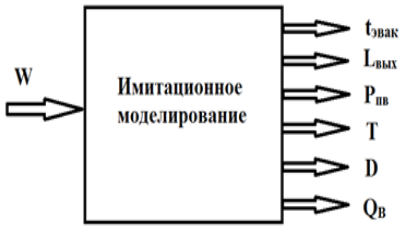


Рисунок 1 – Задача моделирования чрезвычайных ситуаций

При этом поток событий *W* предложено рассматривать в качестве возмущений. Выходными параметрами являются показатели, представляющий собой вектор, компонентами которого являются: $t_{эвак}$ – время эвакуации, $L_{вых}$ – эвакуационные пути, $P_{пв}$ - пропускная способность эвакуационного выхода, T - критическая температура, D - задымление помещения, Q_B - индивидуальный риск.

Методы. Применяемые на сегодняшний день методы исследования и оценки индивидуального риска имеют наряду с преимуществами и ряд недостатков: они дают возможность описать процесс лишь обобщенно, идеализируя и упрощая его элементы.

Абсолютно новый этап методологической и инструментальной поддержки включает в себя различные варианты решений, первоначально апробированные не на реальных объектах и людях, а на их аналогах, другими словами, моделях. Вследствие этого, осуществление своевременных решений нуждается в предварительных оценках окончательных результатов с помощью имитационного моделирования, цель которого создание имитационных моделей рассматриваемых систем и проведение имитационных экспериментов с этими моделями.

Благодаря имитационному моделированию можно максимально приблизить модель к реальной ситуации. Необходимость использования других методов исследования наряду с имитационным не

исключается. Они являются частью направленного эксперимента с моделью.

На данный момент одной из самых эффективных методик является применение компьютерного моделирования и программирования при расчете эвакуации. Программа «Fenix+» позволяет смоделировать объект, а интегрированная программа FDS (Fire Dynamics Simulator) запрограммировать распространение пожара по всей исследуемой территории.

«Fenix+» – программа, разработанная компанией MST ипредназначенная для оценки пожарного риска. Расчет пожарного риска в программе основывается на приложении к приказу МЧС России от 30.06.09 г. № 382 [6].

«Fenix+» позволяет построить чертеж объекта защиты, для которого в ходе моделирования пожарной ситуации рассчитывает пожарный риск и время эвакуации. Графический редактор, встроенный в программу, позволяет точно воссоздать структуру объекта любой сложности. В программе реализована модель поведения человека, согласно которой он ищет кратчайшие расстояния до выхода, обходит препятствия и исключает возможность столкновения с другими людьми. В завершении оценки пожарного риска программа представляет отчет о пожарной безопасности, который оформлен в соответствии с ГОСТ.

Выбранная программа дает возможность заранее продумать планировку внутреннего пространства объекта, какие материалы будут применены при строительстве и отделке, максимальное количество людей в помещение для проведения успешной и своевременной эвакуации.

Ключевой особенностью данной методики является тот факт, что есть возможность смоделировать ситуацию многократно, подбирая необходимые параметры, без финансовых потерь, в отличие от прикладного моделирования.

Для получения исходных данных, на основе которых проводятся расчеты, следует использовать проектную документацию здания, декларацию пожарной безопасности и справочные разделы нормативных документов по пожарной безопасности. В некоторых случаях для сбора исходных данных может потребоваться фактическое обследование объекта [7,8].

Объектом защиты является отдельно стоящее девятиэтажное здание. На плане здание имеет прямоугольную форму. Площадь застройки составляет 3500 м^2. Объект защиты оснащен системой автоматической пожарной сигнализации (АУПС), в которой превалируют точечные дымовые пожарные извещатели, помимо которых имеются и ручные извещатели. Системы пожаротушения и противодымной защиты в здании выполнены по нормам.

В данной статье рассматривается один сценарий возникновения пожарной ситуации, для которого будут получены показатели, выделенные в задаче моделирования чрезвычайных ситуаций. В качетве сценария будем считать определенный ход развития пожароопасной ситуации, в котором будет учтено место горения и характер его развития.

Результаты исследования и обсуждение. Авторами данной статьи была реализована модель рассматриваемого объекта для первого этажа, модель которого представлена ниже (рисунок 2,3).

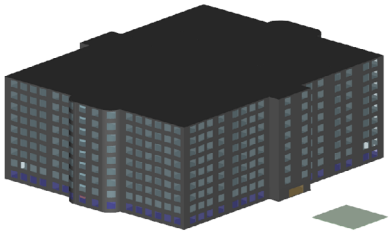


Рисунок 2 – Трехмерная модель, представляющая общий вид первого этажа здания

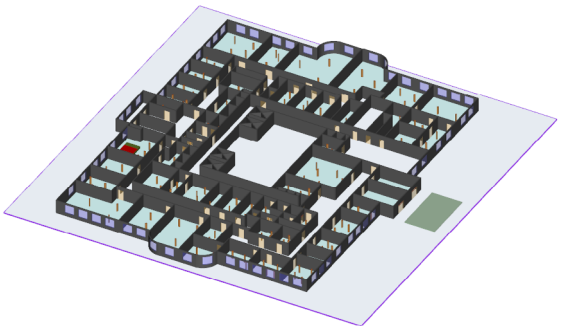


Рисунок 3 – Модель, представляющая план первого этажа здания

Расчет проводится для сценария, в котором отображаются самые высокие параметры опасных факторов пожара. При этом важно не исключать факт наличия заблокированных эвакуационных выходов, неисправных систем оповещения о пожаре.

На построенной трехмерной модели здания проводились эксперименты по моделированию эвакуации людей и пожаров. При этом определялась область пожара и производилась расстановка людей (рисунок 4).

Рисунок 4 – Сценарий пожарной ситуации

Были получены следующие результаты: в таблице 1 приведены расчетные значения времени эвакуации и количества эвакуированных людей, в таблице 2 – значения индивидуального пожарного риска. Ниже приведены карта распределения температуры при моделировании пожара в здании (рисунок 5), распределение дыма от очага возгорания (рисунок 6), график распределения опасных факторов пожара, которые фиксировалась на регистраторах (рисунок 7). А так же эвакуационные маршруты, которые были зафиксированы в ходе проведения моделирования (рисунок 8).

Таблица 1 – Расчетные значения времени эвакуации и количества эвакуированных людей

Время начала эвакуации	Время эвакуации	Общее количество людей	Количество эвакуированных людей
5,3	176,6	140	140

Таблица 2 – Расчетные значения индивидуального пожарного риска

Сценарий	Частота возникновения пожара, $Q_{n,i}$ год$^{-1}$	Коэффициент соответствия АУП, $K_{an,i}$	Вероятность присутствия людей, $P_{пр,i}$	Вероятность эвакуации людей, $P_{э,i}$	Коэффициент соответствия системы противопожарной защиты, $K_{п.з,i}$	Индивидуальный риск, $Q_{B,i}$
Сценарий 1	$4*10^{-2}$	0,900	0,458	0,1	0,870	$2,376*10^{-3}$

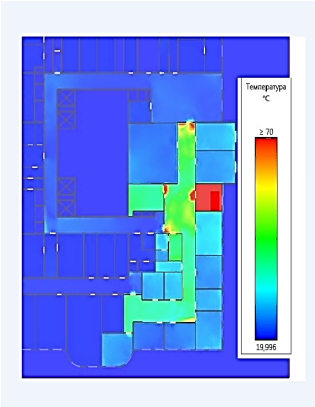


Рисунок 5 – Карта распределения температуры при моделировании пожара в здании

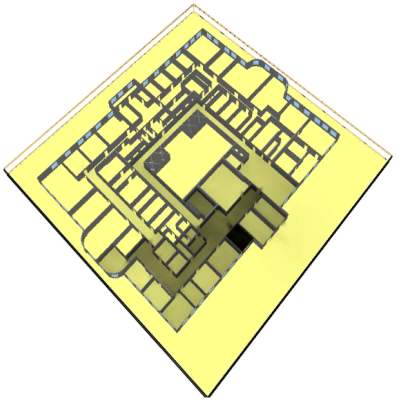
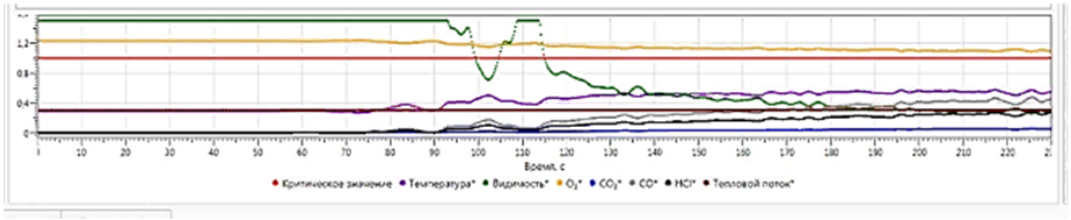


Рисунок 6 – Уровень задымленности в различных областях этажа

Рисунок 7 – Динамика опасных факторов пожара на регистраторах



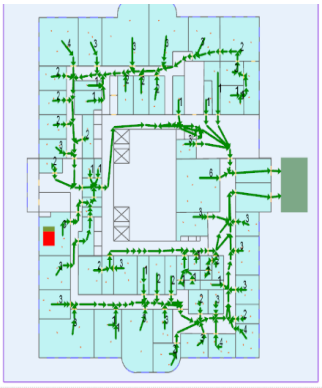


Рисунок 8 – Эвакуационные маршруты

Расчет и оценка времени эвакуации при возникновении чрезвычайной ситуации позволяет проанализировать: пути выхода из помещения или здания, общее время, за которое люди смогут покинуть объект, нагрузку на пожарные выходы при максимальном количестве людей, эффективность эвакуационных схем объекта. Проанализировав эти параметры, можно создать оптимальную схему эвакуации, распределив нагрузку на пожарные выходы.

В результате моделирования пожарной ситуации на объекте защиты получены наглядные иллюстрации динамики развития опасных факторов пожара, а именно: карта распределения температуры и видимости, расчетные значения индивидуального пожарного риска.

Исходя из полученных результатов, авторами данной статьи были вынесены предложения по внедрению дополнительных противопожарных мероприятий относительно объекта моделирования.

Выводы:

1. Поставлена задача имитационного моделирования чрезвычайных ситуаций с целью получения значений выходных показателей в ходе развития данной.

2. Проведено имитационное моделирование чрезвычайных ситуаций на построенной трехмерной модели здания.

3. Получены численные значения показателей, определенных в задаче моделирования.

4. На основе проведенных экспериментов на построенной модели здания можно сделать вывод о том, что применение приемов имитационного моделирования в значительной степени облегчает задачу проведения большого количества экспериментов, позволяет получить адекватные результаты, а так же экономить время, затраченное на проработку проблемы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Рассмотрение пожара с точки зрения физической модели, прогнозирования динамики пожара, распространения в помещение, зонирование областей / Кошмаров, Ю.А. Прогнозирование опасных факторов пожара в помещении: учеб. пособие. – М.: Академия ГПС МВД РФ, 2000.

2. Уменьшение пожарных рисков, методики уменьшения пожарного риска и основные факторы, влияющие на пожарные риски. Пожарные риски: основные понятия / под ред. Н. Н. Брушлинского – М.: Национальная академия наук пожарной безопасности, 2004.

3. Еремина Т.Ю. Эффективные решения в обеспечении пожарной безопасности зданий и сооружений в Российской Федерации. – 2008.

4. Пузач С.В., Смагин А.В., Лебедченко О.С., Абакумов Е.С. Новые представления о расчете необходимого времени эвакуации людей и об эффективности использования портативных фильтрующих самоспасателей при эвакуации на пожарах. – М.: Академия ГПС МЧС России, 2007.

5. Корольченко А. Я. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов и средства их тушения: Справочник в 2-х томах. – М. , 2004.

6. Приказ МЧС РФ от 30 июня 2009 г. N 382 «Об утверждении методики определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности» (с изменениями и дополнениями).

7. Fenix+ / Fenix+ 2 Программа для определения величины индивидуального пожарного риска, версия x.1.74 Методическое руководство. – 2018. – https://docs.mst.su

8. Постановление Правительства Российской Федерации от 7 апреля 2009 г. № 304 «Об утверждении правил оценки соответствия объектов защиты (продукции) установленным требованиям пожарной безопасности путём независимой оценки пожарного риска».

Статья поступила в редакцию 18.04.2019
Статья принята к публикации 22.05.2019

УДК 623.746

АВТОМАТИЗАЦИЯ ОЦЕНКИ СООТВЕТСТВИЯ ЛЕТНО-ТЕХНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК АВИАЦИОННЫХ ТРЕНАЖЕРОВ ХАРАКТЕРИСТИКАМ ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА

© 2019

Квятковский Юрий Григорьевич, кандидат технических наук,
доцент кафедры «Прикладная информатика»
Пензенский государственный технологический университет
(440039, Россия, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11)

Ремонтов Андрей Петрович, кандидат технических наук, доцент. заведующий кафедры «Прикладная информатика», декан Факультета Автоматизированных Информационных Технологий
Пензенский государственный технологический университет
(440039, Россия, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11)

Колесникова Светлана Викторовна, кандидат кономических наук,
доцент кафедры «Прикладная информатика»
Пензенский государственный технологический университет
(440039, Россия, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11)

Аннотация. В статье рассматриваются основные принципы организации автоматизированной оценки летно–технических характеристик (ЛТХ) авиационных тренажеров (АТ). В настоящее время в Гражданской авиации действует ряд нормативных документов и методик для определения соответствия авиационного тренажера имитируемому летательному аппарату (ЛА). Испытания тренажеров на соответствие данным методикам сложная и объемная задача, имеющая ряд проблем и занимающая много времени в том числе из-за недостаточной автоматизации процесса испытаний. Предлагаемая система реализована в виде программного обеспечения в составе тренажера, позволяет осуществлять: первоначальную установку модели, т.е. осуществлять ее инициализацию; проверку статических и динамических характеристик с заданной точностью; управление при проверке характеристик модели по режимам; коррекцию параметров модели динамики полета. Апробация системы осуществлена при разработке, испытаниях и эксплуатации ряда комплексных тренажеров отечественных самолетов.

Ключевые слова: авиационный тренажер, испытания тренажера, автоматизированная оценка, летно-технические характеристики.

AUTOMATION CONFORMITY ASSESSMENT OF PERFORMANCE CHARACTERISTICS OF FLIGHT SIMULATORS WITH THE CHARACTERISTICS OF THE AIRCRAFT

© 2019

Kvyatkovsky Yuri Grigoryevich, candidate of technical Sciences,
associate Professor of the Department “ Applied Informatics»
Penza State Technological University
(440039, Russia, Penza, Baidukov passage / Gagarin St., 1a / 11)

Remontov Andrey Petrovich, candidate of technical Sciences, associate Professor,
head of the Department “Applied Informatics”, Dean of the faculty of Automated Information Technologies
Penza State Technological Universit
(440039, Russia, Penza, Baidukov passage / Gagarin St., 1a / 11)

Kolesnikova Svetlana Victorovna, candidate of economic Sciences,
associate Professor of the Department “ Applied Informatics»
Penza State Technological University
(440039, Russia, Penza, Baidukov passage / Gagarin St., 1a / 11)

Annotation. The article deals with the basic principles of the organization of automated assessment of flight performance of aircraft simulators. Currently, civil aviation has a number of regulations and techniques to determine the compliance of the aircraft simulator (at) simulated aircraft(LA). Testing simulators for compliance with these methods is a complex and voluminous task, which has a number of problems and takes a lot of time, including due to the lack of automation of the testing process. The system, implemented in the form of software as part of the simulator, allows you to: the initial installation of the model, i.e. to carry out its initialization; check static and dynamic characteristics with a given accuracy; control when checking the characteristics of the model by modes; correction of the parameters of the flight dynamics model. Testing of the system was carried out during the development, testing and operation of a number of complex simulators of domestic aircraf

Keywords: aircraft simulator, simulator testing, automated assessment, flight performance.

В настоящее время в отечественном тренажеростроении ведется активная работа по сближению отечественных методических разработок [1] по испытаниям авиационных тренажеров для военной и гражданской авиации, гармонизация их с мировыми стандартами [2,3,4]. Методы испытаний основаны

на:

-нормированных требованиях, показателях, допусках;

-унификации технологий, автоматизации процесса испытаний АТ ;

-оценках имитации режимов полета, решении целевых задач пилотирования согласно нормативным документам проведения испытаний для конкретного ЛА.

В отличие от применяемых методов, основанных на соответствии АТ техническому заданию, предлагается нормированная система критериев, позволяющая проводить объективное оценивание тренажеров, сравнение их технического уровня. Проводится не только оценка имитаторов и систем АТ, но и качество имитации полетного задания, режимов полета. Повышение качества оценивания достигается за счет широкого использования средств объективного контроля. Оценка имитационных качеств тренажера, его обучающих возможностей основывается на количественном сравнении с данными полета реального ЛА и последующим подтверждением результатов оценками экспертов. Методы объективного контроля заключаются в сравнении имитируемых параметров с данными летных испытаний ЛА с учетом регламентированных допусков. В качестве эталонов для сравнения результатов используются идентифицированные характеристики ЛА. Возможно выполнение испытательных режимов и тестов вручную опытными летчиками – экспертами.

Возросшие требования к обучению летного персонала, повышение возможностей тренажеров за счет бурного развития вычислительной техники, информационных технологий, привело к значительному росту количества контролируемых параметров и систем АТ в целом [5,6]. Качественные испытания и ввод АТ в эксплуатацию становятся крайне сложным и затяжным процессом. Автоматизация процесса приемки тренажера с использованием средств автоматизации контроля и оценки результатов позволяет значительно сократить время и затраты на испытания [7].

Для быстрой обработки, анализа контрольных цифровых данных моделирования, наглядности представления результатов испытаний, а также настройки параметров тренажера по результатам идентификации разработана автоматизированная система оценки летно-технических характеристик (ЛТХ) авиационного тренажера.

В качестве инструмента для автоматического снятия характеристик в состав АТ включается программный модуль автоматического пилотирования (рисунок 1).

Данный модуль состоит из подмодулей, которые позволяют на АТ автоматически выполнять следующие режимы и этапы полета: руление по ВПП, взлет, прерванный взлет, набор высоты; горизонтальный полет, снижение, посадку, уход на второй крут, вираж, координированное скольжение, балансировка в заданной точке и др/ [11]. Для каждого режима полета при проведении испытаний определяются необходимые эталонные летно-технические характеристики, условия полета и необходимые регистрируемые параметры [12].

Система определяет как статические моделируемые характеристики самолета, так и динамические [13,14,15]. При снятии статических характеристик, как правило, осуществляется балансировка самолета в заданной точке с заданной конфигурацией.

Для балансировки самолета используется соответствующий программный модуль, который вычисляет балансировочные значения органов управления и углов. При снятии динамических характеристик используются типовые управляющие воздействия, полученные по результатам летных испытаний. В случае их отсутствия используются типовые воздействия, генерируемые автоматически. Выполнение этапов полета осуществляется по методике, заложенной в Руководство по летной эксплуатации.

При этом законы управления синтезируются исходя из условия автоматической стабилизации (или изменения) контролируемых летчиком параметров на заданном этапе полета.

Информация, полученная в результате испытаний на тренажере, отображается в виде таблиц и графиков.

Наложение на полученные графики графиков данных, предоставленных разработчиком ЛА, позволяет осуществить численный анализ и определить на основе установленных критериев, достигнуто ли приемлемое соответствие (рисунок 2).

Результаты анализа данных представляются в виде отклонений от номинала в физических величинах, погрешности результата и заключения о выполнении требуемого критерия. При этом величина допуска по количественным критериям устанавливается в абсолютных значениях соответствующего критерия и/или в процентах по отношению к номинальному значению критерия, характерному для реального самолета в каждом конкретном случае.

В связи с невысокой достоверностью продувочных аэродинамических характеристик необходимость идентификации характеристик АТ по результатам летных испытаний, как правило, возникает уже на этапе проектирования с целью уточнения математических моделей [16].

На этапе сертификационных испытаний идентификация может использоваться для настройки АТ. В процессе идентификации образуется определенный вектор параметров, который используется для выработки рекомендаций по настройке АТ [17,18,19].

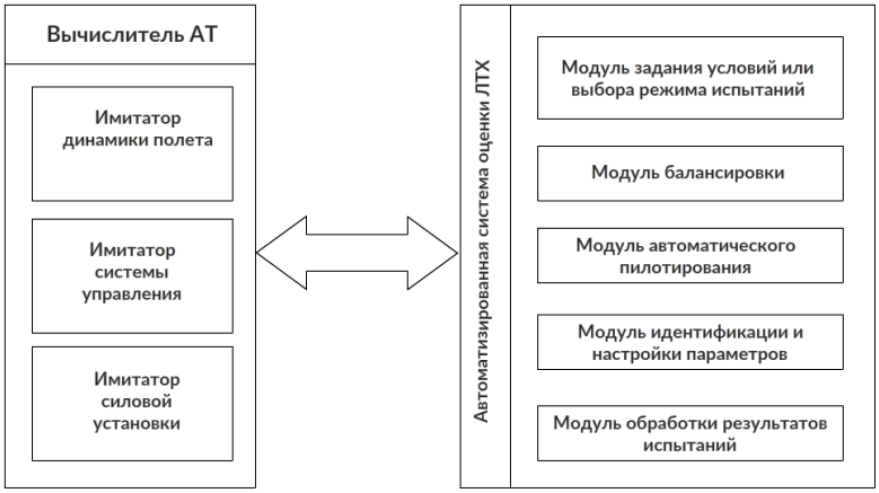
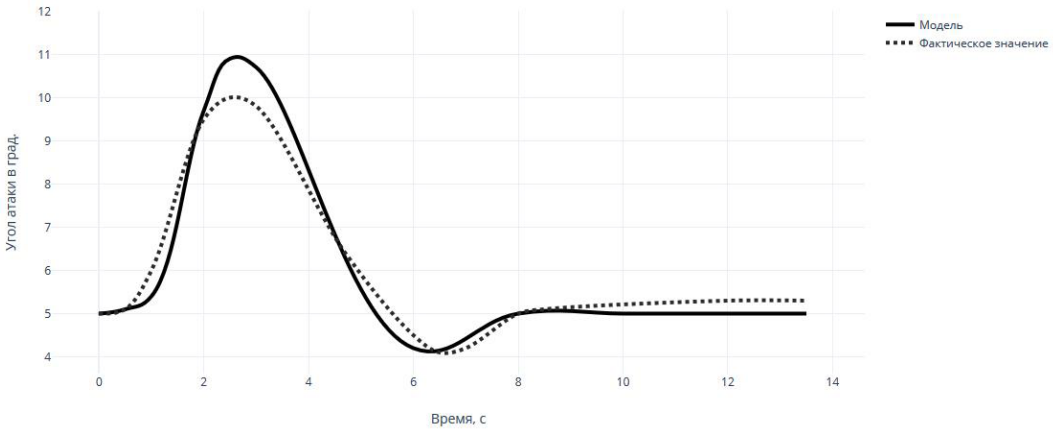


Рисунок 1 – Структурная схема получения ЛТХ



Риснок 2 – Сравнение фактических характеристик ЛА с характеристиками АТ

Идентификация параметров тренажера выполняется в модуле идентификации системы. В качестве алгоритмов применяются методы с настраиваемой моделью и частотные методы.

В процессе испытаний автоматизированная система обеспечивает:

- ввод условий полета и изменение их согласно программе испытаний;

-управление двигателями, взлетно-посадочными средствами и т. п.;

-ввод отказов;

-регистрацию параметров полета;

-анализ полученных результатов с выдачей их на печать или экран;

-ввод и хранение эталонных характеристик;

-численную обработку полученных данных с целью расчета необходимых характеристик; запись и хранение полученных результатов на магнитный диск.

Данная система позволяет повысить качество авиационных тренажеров, оперативно получать ЛТХ АТ и производить их анализ на соответствие заданным требованиям, осуществлять автоматизированную проверку АТ по объективным критериям, оценивать качество авиатренажеров на уровне международных требований, уменьшить время испытаний АТ в 6-8 раз. Система внедрена в производство и использована при разработке, испытаниях и эксплуатации комплексных авиационных тренажеров ряда отечественных самолетов.

Дальнейшее направление исследований целесообразно вести в направлении разработки методов параметрической идентификации параметров модели динамики полета по результатам летных испытаний с целью получения эталонных моделей и использования их при оценке ЛТХ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. «Нормы годности авиационных тренажеров для подготовки авиационного персонала воздушного транспорта», утвержденные ФАС России 15.05.98 г. с Дополнением № 1 от 18.07.2000 г.

2. Международные критерии для оценки наземных тренажёров. International criteria for flight simulator evaluation / Hampson B. // World Aerosp. Technol’91: Int. Rev. Aerosp. Des. and Dev. – London, 1991.– С. 196–197.

3. Международные стандарты сертифицирования авиационных тренажёров (проект) – RAeS Conference, 1992, 16–17 January, НТБ, сум.зап.1/94 – Перевод N 478/ИПО Переводчики Баранова В. И., Волкова О. Н., Ратникова Е. А., 1993. – 67 с. НТБ, инв. N 1549

4. Аксенов В.Д. Систематизация требований и классификация технических средств подготовки и обучения авиационных специалистов // Тренажерные технологии и обучение: новые подходы и задачи: сб. ст. Междунар. конф. – М.: ЦАГИ, 2003. – С. 32–38.

5.Бирюков Н.М., Фаворова Г.Н. Задачи совершенствования испытаний авиационных тренажеров // В сб.Актуальные проблемы науки и образования / труды Международ. юбилейного симпозиума (АПНО–2003). – Пенза. 2003.

6. Бирюков Н.М., Фаворова Г.Н. Типовые методы испытаний тренажеров // сб. статей юбилейной Международ. научно практической конференции «Теория и практика имитационного моделирования и создания тренажеров», Пенза. 2006.

7. Шибаев В.М. Современные нормы годности авиационных тренажеров – залог безопасности полетов // Авиатренажеры, учебные центры и авиаперсонал–2012: IV Междунар. конф. М.: Динамика, 2012.

8. Шибаев В.М. Документ ICAO 9625 H – новый подход к формированию требований к характеристикам авиационного тренажера с учетом задач подготовки летного состава // Тренажерные технологии – резерв повышения безопасности полетов: круглый стол. М.: Крокус Экспо, 2011.

9. Куатов Б.Ж. Оценка качества имитируемой модели в технических средствах подготовки и обучения авиационных специалистов / А.И. Годунов, В. И. Мандриков, Б. Ж. Куатов // Труды Международного симпозиума «Надежность и качество»: в 2 т. – Пенза: Изд-во ПГУ, 2014. – Т. 1. – С. 296–300.

10. Годунов А.И., Квятковский Ю.Г., Юрков Н.К. Синтез автоматизированной системы оценивания качества пилотирования на авиационном тренажере. Известия высших учебных заведений .Поволжский регион. Физ-мат науки.2012.№4(14) – С. 142–150

11. Бюшгенс Г.С., Студнев Р.В. Аэродинамика самолета. Динамика продольного и бокового движения. М.: Машиностроение, 1979. 349 Губинский А.И. Надежность и качество функционирования зргатических систем. Л.: Наука, 1982. 216 с.

12. Деревянчук Н.В. Формирование оптимальных траекторий полета в авиационных тренажерах // Надежность и качество: Труды международного симпозиума. Пенза, 2004.

13. Кваша М.М. Квятковский Ю.Г О методологии оценки некоторых системных свойств имитаторов авиатренажера. В сборнике статей Юбилейной Международной научно-практической конференции" Теория и практика имитационного моделирования и создания тренажеров". Пенза. 2006.

14. Годунов А.И. Некоторые аспекты оцен-ки адекватности авиационного тренажера летательному аппарату / А.И. Годунов, В.И. Мандриков // Автоматизация в промышленности. – 2008. – № 7. – С. 46–48.

15. Годунов А. И. Обеспечение комплексной адекватности авиационных тренажеров / А.И. Годунов, Б.К. Кемалов, Н.К. Юрков // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Технические науки. – 2011. – № 3 (19). – С. 15–24

16. Деревянчук Д.М., Деревянчук Н.В. Методы автоматического расчета режимов разгона и торможения в авиационных тренажерах // Методы и средства измерения в системах контроля и управления: Труды международной конференции. Пенза, 2004.

17. Бростилов А.Н. Статистические критерии оценки адекватности имитационного моделирования в тренажеростроении / А.Н. Бростилов, А. И. Годунов // Труды Международного симпозиума «Надежность и качество». – Пенза, 2004. – С. 161–163.

18. Куатов Б.Ж. Оценка качества имитируемой модели в технических средствах подготовки и обучения авиационных специалистов / А.И. Годунов, В.И. Мандриков, Б.Ж. Куатов // Труды Международного симпозиума «Надежность и качество» : в 2 т. – Пенза: Изд-во ПГУ, 2014. – Т. 1. – С. 296–300.

19. Куатов Б.Ж. Точность моделирования в авиационных тренажерах // Труды V Международной научно-практической конференции «Актуальные вопросы науки и техники в сфере развития авиации». – Минск: Военная академия Республики Беларусь. – 2015. – С. 308.

20. Кольцов С.Е. Результаты работ по допуску в эксплуатацию новых тренажеров для подготовки авиаперсонала гражданской авиации // Авиатренажеры, учебные центры и авиаперсонал-2012: IV Междунар. конф. М.: Динамика, 2012.

Статья поступила в редакцию 20.04.2019
Статья принята к публикации 22.05.2019

УДК 535

ПРИМЕНЕНИЕ СИГНАЛОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДОВ ПСИХОФИЗИЧЕСКОГО ИМИТИРОВАНИЯ

© 2019

Роганов Владимир Робертович, кандидат технических наук,
профессор кафедры «Информационные технологии и системы»
Пензенский государственный технологический университет
(440039, Россия, г. Пенза, проезд Байдукова / ул. Гагарина, 1а/11, e-mail: v*ladimir_roganov@mail.ru)*
Кувшинова Ольга Александровна, ст. преподаватель
кафедры «Информационно-вычислительные системы»
Пензенский государственный университет архитектуры и строительства
(44, Россия, г. Пенза, ул. Германа Титова, 28, e-mail: oly791702@mail. ru)

Аннотация. Работа посвящена актуальному вопросу исследовании и разработке имитаторов визуальной обстановки тренажёров подготовки лётчиков и водителей транспортных средств. Учитывая, что обучаемый приобретает профессиональные навыки управления реальным транспортным средством, управляя моделью транспортного средства перемещающуюся в модели пространства. Одной из актуальных задач является синтез модели узнаваемой части реально существующего пространства наблюдаемой через окно кабины тренажера, с целью привития обучаемому профессиональных навыков ориентировки и управления транспортным средством в нормальных и предаварийных ситуациях.

Ключевые слова: имитация, компьютерный генератор изображения, моделирование, трехмерная модель, виртуальная модель, база данных, пространство, зрительный аппарат человека, примитивы, оптические преобразователи.

THE APPLICATION OF THE SIGNALS USING THE METHODS OF PSYCHO-PHYSICAL SIMULATION

© 2019

Roganov Vladimir Robertovich, Professor at Department of Information Technologies and Systems
Penza State Technological University
(440028, Russia, Penza, Baydukov passage / Gagarin St., 1a / 11, e-mail: vladimir_roganov@mail.ru)
Kuvshinova Olga Aleksandrovna, senior lecturer of the Department of information and computer systems
Penza State University of Architecture and Construction
(440028, Russia, Penza, German Titov St., 28, e-mail: oly791702@mail. ru)

Annotation. The work is devoted to the topical issue of research and development of simulators of the visual environment of simulators for the training of pilots and drivers of vehicles. We take into account that the learner acquires the professional skills of driving a real vehicle by driving the vehicle model moving in the space model. One of the urgent tasks is to synthesize a model of a recognizable part of a real-life space observed through a simulator cabin window, with the goal of instilling in the learner the professional skills of orientation and driving in normal and pre-crash situations.

Keywords: imitation, computer image generator, modeling, three-dimensional model, virtual model, database, space, human visual apparatus, primitives, optical converters.

Введение. Узнаваемая визуально наблюдаемая модель трёхмерного пространства должна синтезироваться в реальном масштабе времени с циклом смены изображения 80 мсек [1,2]. Поставленная задача синтеза разбивается на несколько подзадач:

– разработка устройства индикации, позволяющего наблюдателю считать, что видит реальное трёхмерное пространство и может профессионально тренировать свой глазомер визуально определяя расстояние до видимых моделей, так же как и визуально определяет расстояние до видимых объектов через окно кабины транспортного средства [6,7] (решается за счёт подбора и использования специальных оптических систем) доставляющих изображение с экранов формирования промежуточного изображения в определённые составляющие зрительного аппарата человека, как правило, выбранных из ранее известных оптических преобразователей: двухканальных, воздействующих на диспарантность зрительного аппарата человека или одноканальных, воздействующих на аккомодацию и конвергенцию зрительного аппарата человека) [14,18];

– разработка компьютерного генератора изображения (КГИ) способного за 80 мсек синтезировать на экране формирования промежуточного изображения двухмерную проекцию трёхмерной сцены визуализации попавшей в данный момент времени в пирамиду видимости, математически связанную с нахождением глаз наблюдателя и направлением его взора в модели кабины транспортного средства (решается за счёт выбора одного из известных КГИ) [10,12];

– разработка баз данных базы данных КГИ (выполняется во время проведения конструкторских

работ по проектированию и изготовлению тренажёрного комплекса), где в виде удобном для максимально высокой скорости синтеза двухмерной проекции части сцены визуализации хранятся все примитивы, из которых набирается и закрашивается видимая на экране формирования промежуточного изображения двухмерная проекция части трёхмерной сцены визуализации [11].

Целью данной работы является выделить основные направления, по которым необходимо провести исследования для получения у обучаемого на тренажёре эффекта нахождения в реальном пространстве, объекты которого видит через остекление кабины тренажёра

От решения задачи моделирования визуальной виртуально наблюдаемой трёхмерной модели узнаваемой части реально существующего пространства зависит число учебных ситуаций, что в итоге определяет возможности рассматриваемого тренажёра для решения задач обучения, заданных Заказчиком. В наиболее исследованных авиационных комплексных тренажёрах моделирование трёхмерной модели окружающего пространства позволяет учить лётчиков такой сложной задаче как посадка летательного аппарата на реально существующий аэродром. При этом лётчик в полном объёме приобретает профессиональные навыки пилотирования летательным аппаратом и частично навыки самолётовождения, так как обычно выход на точку четвёртого разворота проводится как «полёт в облаках», а визуальный заход на посадку выполняется с высоты 400 метров при полёте по глиссаде. Анализируя, что уже исследовано для улучшения качества обучения уже известных задач и создания новых учебных ситуаций применительно к решению задачи улучшения имитатора визуальной обстановки авторы пришли к вводу, что в настоящее время достаточно хорошо изучены оптическая часть устройства индикации, основные модули компьютерного генератора изображения и наименее изучены задачи создания баз данных КГИ, оптимизированных с целью получения максимально возможной визуальной информации для обучаемого с учетом технических характеристик всех узлов имитатора визуальной обстановки в комплексе.

Материалы исследования. При разработке баз данных для КГИ используются визуально наблюдаемые примитивы; полигоны-грани и огни и управляющие примитивы, исключающие из процесса синтеза визуально наблюдаемые примитивы, которые в данный момент в принципе видны не могут быть видны. При исследовании задач, возникающих при разработке баз данных для КГИ наименее исследованы задачи исключения из процесса обработки примитивов, которые не могут отображаться на экране формирования промежуточного изображения из-за удаления наблюдателя от места его расположения и разрешающей способности экрана формирования промежуточного изображения [9,19]. Один из аспектов решения этой задачи – использование психофизических методов [3,4], рассматривающих возможности обнаружить сигнал [5]. В данном случае сигнал – это высвечивание рассматриваемого примитива на экране формирования промежуточного изображения. По определению психофизика – узкая область физиологии, изучающая взаимодействие между объективно измеримыми физическими процессами и субъективными ощущениями, а шкалирование – одна из разновидностей измерительных методов, применяемых в психологии. Основы психофизики заложили немецкие исследователи XIX в. Густав Теодор Фехнер и Эрнст Генрих Вебер [1].

Для исследования поставленной задачи были проведены эксперименты. Учтём, что свечение пикселей на экране формирования промежуточного изображения [5,20] при постановке задачи исследовать какая информация поступает к человеку при просмотре изображения имею очень много похожего с задачей оценки изображения, напечатанного на листе типографским способом. Чтобы найти связь между объективными характеристиками (разрешением оттиска) и субъективно воспринимаемым качеством на примере цифровых фоторепродукций, было проведено индивидуальное тестирование, предъявление пар ахроматических оттисков и предъявление пар хроматических оттисков соответственно. В выборке исследований участвовали студенты и магистранты специальности «Технология полиграфии и упаковочного производства» Кафедры полиграфии и веб-дизайна ИРИТ-РТФ Уральского федерального университета имени первого Президента России Б.Н. Ельцина.

С целью создания одинаковых условий прохождения тестирования всеми испытуемыми была создана экспериментальная установка в виде кабины. Внутри помещался испытуемый, стул и поверхность, которая выполняет функцию стола. Установка изолирована от внешних источников света. Освещение внутри соответствует условиям стандарта *ISO 3664:2000* «Условия просмотра – полиграфия и фотография». Для проведения исследования использовался тест, который представлял собой сравнение пар черно-белых и цветных изображений, отпечатанных на отдельных листах бумаги формата *A4,* а в процессе прохождения теста испытуемый рассматривал каждую пару, сравнивал качество правого изображения с левым, и оценивал его как «лучше», «хуже» или «одинаково». Были получены данные респондентов для трех диапазонов разрешений. Для теста были выбраны три диапазона разрешений: 13−17, 24−39 и 44−153 точек/см, условно названных зонами «низких», «средних» и «высоких» разрешений соответственно.

Результаты. В ходе работы обрабатывались результаты тестов для каждого из трех диапазонов разрешений: 13–17 точек/см, 24–39 точек/см и

44–153 точек/см. Были найдены вероятности ложных тревог и построены зависимости частоты всех девяти исходов ответов от разности между разрешением правого и левого снимков. Зависимости, были построены на основе множества точек в виде линейной линии тренда (рисунок 1). По оси ординат оценка вероятностей ответов, по оси абсцисс разница разрешений. На графиках было видно, что коэффициент при параметре x (интенсивность психологического восприятия) уменьшается по мере увеличения разрешения. Для цветных и черно-белых изображений с низким и средним разрешением высокая достоверность аппроксимации. А для высоких разрешений обоих видов оттисков, R^2 (коэффициент ошибок) был очень низок, что говорит о слабой достоверности аппроксимации. Из чего можно сделать вывод, что при увеличении разрешения респондент, не замечая разницы, просто пытается угадать.

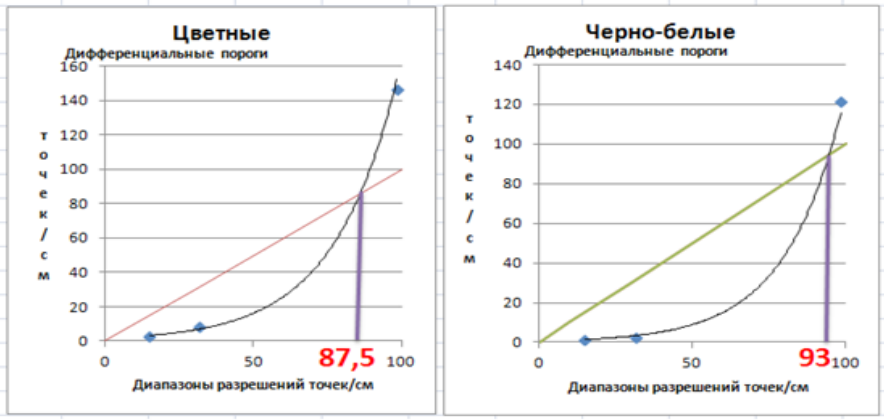


Рисунок 1 – Определение порогового разрешения

По оси ординат, найденные выше дифференциальные пороги точек/см, а по оси абсцисс диапазоны разрешений точек/см. Дифференциальные пороги находятся в близких диапазонах друг к другу. Из графиков было найдено предельное разрешение – разрешение, равное величине дифференциального порога. Его значение составило 87,5; 93 точек/см или 222,6; 236,6, точек/дюйм. Это позволило сделать вывод, что человек обрабатывая визуальную информацию имеет значительный порог по её восприятию как по разрешающей способности, так и интенсивности яркостных характеристик. Применительно к имитаторам визуальной обстановки, это означает определить порог необходимости высвечивания визуально наблюдаемого примитива, если при разрешающей способности 600×800 пикселей на экране формирования промежуточного изображения с размерами по диагонали 19” решение задачи обработки этого примитив для дальнейшего использования в процессе синтеза должна решаться как решение геометрической задачи – в принципе этот примитив примерно соответствует размерам пикселя выбранного экрана промежуточного изображения. Если размер этого примитива в двухмерной проекции занимает площадь меньше чем 0,8 площади пикселя экрана (имеется в виду суммарная площадь все трёх пикселей RGB), то целесообразно исключить этот визуально наблюдаемый примитив из дальнейшей обработки в данный такт режима реального времени.

Выводы:

1. Использование теории психофизической функции на основе теории обнаружения сигнала, позволяет провести исследование целесообразности дальнейшей обработки визуальных примитивов, исключив их из этого такта режима реального времени с помощью, управляющих примитивов баз данных КГИ.

2. Исследование дифференциальных порогов и предельных разрешений для ощущения разницы между изображений показывает, что, если размер визуального примитива на двухмерной проекции занимает площадь меньше чем 0,8 площади пикселя его целесообразно исключить из дальнейшей обработки в данный цикл режима реального времени.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. V.R. Roganov, E.A. Asmolova, A. N. Seredkin, M.V. Chetvergova, N.B. Andreeva, V.O. Filippenko, “The problem of virtual space modeling in aviation simulators” in Life Science Journal. 2014. P. 11. No. 12s. – 1097 P.

2. Mikheev M.Yu., Roganov V.R., Andreev P.G., Goryachev N. V., Trusov V.A. “Developing the structure of the quality control system of power supply units in mobile robots” in 2017 IEEE June 29-30, 2017, Astana, Kazakhstan – URL:http://www.toc.proceedings.com/35400webtoc.pdf

3. Психофизика: законы Фехнера и Стивенса. Основные положения теории обнаружения сигнала.

– URL:http://www.shpargalki.ru/news/34.html (дата обращения 25.03.2019).

4. Психофизические методы. – URL: https://www.helpiks.org (дата обращения 25.03.2019).

5. Шиффман Х. Ощущение и восприятие. – СПб.: Питер, 2003. – 928 с.

6. Istomin B.A., Ivanov S.A., Gerasimenko A.V., Roganov V.R., Istomin V.V., Istomina T.V. Description of the biological feedback using the elements of the theory of automatic control // In the collection: Modern technologies and the development of polytechnical education. Scientific electronic publication. 2016. – pp. 711–714.

7. O. Kuvshinova L. Nainish, E. Roganova, E. Meshcheryakova. Some evaluations of efficiency of machine synthesis of terrain images affecting learning process using simulators for vehicle drivers. Education and Humanities Research, Volume 289, (CSIS 2018) pp.133–137.

8. Асмолова Е.А., Роганов В.Р. Моделирование визуально наблюдаемой трёхмерной модели окружающего пространства вокруг кабины авиационного тренажёра / В сборнике: Теория и практика имитационного моделирования и создания тренажёров. Сборник статей международной научно-практической конференции. 2016. С. 16–28.

9. Роганов В.Р. Постановка задачи совершенствования эргатического-оптико-аппартно-программного комплекса моделирования визуально наблюдаемой части виртуального пространства для авиационного тренажёра / В сборнике: Методы и средства измерений в системах контроля и управления. Сборник статей международной конференции. Под редакцией Жашковой Т.В. 2016. С. 126–138.

10. Roganov, V.R., Asmolova, E.A., Seredkin, A.N., Chetvergova, M.V., Andreeva, N.B. & Filippenko, V.O. (2014). Problem of virtual space modelling in aviation simulators. Life Sci. J., 11: 371373.

11. Roganov, V.R., Sagyndyk, A.B., Akhtarieva, R.F., Beisenbayeva, A.K. & Sannikova S.I. (2017). Integrated organization of the system for forming the information support of aeronautical simulator. Int. J. Appl. Eng. Res., 12: 5207–5213.

12. Mikheev M.Yu., Zhashkova, T.V., Shcherban, A.B., Grishko, A.K. & Rybakov, I.M. (2016). Generalized structural models of complex distributed objects. Proc. IEEE East-West Design Test Symp. (EWDTS'2017), 14-17 October 2017, Yerevan.

13. Михеев М.Ю., Мещерякова Е.Н., Найниш Л. А., Кувшинова О. А. Некоторые аспекты качества синтеза 3d-изображений для специализированных когнитивных обучающих сред. Журнал Надежность и качество сложных систем. – 2018. – № 4 (24). – С. 100–107.

14. Роганов В.Р., Михеев М.Ю. К задаче разработки киберфизической системы имтаторов тренажёра, моделирующих пространство за остеклением кабины / Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2017. Т. 2. С. 339–342.

15. Vyatkin S.I., Dolgovesov, B.S., Yesin, A.V., Schervakov, R.A. & Chizhik, S.E. (1999). Voxel volumes volume-oriented visualization system. Int. Conf. Shape Modeling Appl., pp. 371–378.

16. Yurkov N.K., Andreev, A. N., Blinov, A. V. & Yakimov, A. N. (1999). Conceptual approach to introduction of information technology into the field of simulation. Meas. Tech., 42: 421–426.

17. Yurkov N.K., Andreev, A.N., Danilov, A.M, Klyuev, B.V., Lapshin, É.V. & Blinov, A.V. (2000). Information models for designing conceptual broad-profile flight simulators. Meas. Tech., 43:667–672.

18. Елхов В.А., Кондратьев Н.В., Овечкис Ю.Н., Паутова Л.В. Безочковая система показа объемных многоракурсных киноизображений/Мир техники кино. 2009. № 11. С. 2.

19. Елхов В.А., Овечкис Ю.Н., Паутова Л.В., Паутов А.А. Исследование и оптимизация параметров, влияющих на качество стереокомпьютерного изображения / Техника кино и телевидения. 2003. № 5. С. 37.

20. Жашкова Т.В., Михеев М.Ю., Роганов В.Р. Интеллектуальные системы и технологии // Учебно-методическое пособие. Пенза, 2015. Том Часть 1 – 65 С.

Статья поступила в редакцию 29.03.2019
Статья принята к публикации 22.05.2019

УДК 621.373.54

АДАПТИВНЫЙ ТАКТОВЫЙ ГЕНЕРАТОР ДЛЯ АППАРАТА МЕДИЦИНСКОЙ ДИАГНОСТИКИ

© 2019

Чулков Валерий Александрович, доктор технических наук, доцент,
заведующий кафедрой «Биомедицинская инженерия»
Пензенский государственный технологический университет
(440039, Россия, г. Пенза, проезд Байдукова / ул. Гагарина, 1а/11, e-mail: chu@penzgtu.ru)

Аннотация. Статья посвящена методу повышения точности воспроизведения и обработки биоэлектрической информации, получаемой от живого организма. Метод основан на когерентном формировании цифровых отсчетов биоэлектричекого сигнала путем фазовой синхронизации тактового генератора аппарата медицинской диагностики с опорными сигналами, образованными из сетевого фазового напряжения, что уменьшает его влияние. Предложен вариант технической реализации тактового генератора, охваченного петлей фазовой автоподстройки частоты, обеспечивающего *N*-кратное умножение частоты сети.

Ключевые слова: частота, фаза, управляемый генератор, синхронизация, система фазовой автоподстройки частоты, фазочастотный компаратор.

THE INTERPOLATING PWM MODULATORS FOR SIGNAL TRANSMISSION AND CONVERSION TECHNIQUE

© 2019

Chulkov Valery Alexandrovich, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor,
head of Department «Biomedical engineering»
Penza State Technological University
(Russia, Penza, proezd Baydukova / Gagarina St., 1a/11, e-mail: chu@penzgtu.ru)

Annotation. The article is devoted to the method for improving the accuracy of reproduction and processing of bioelectric information received from a living organism. The method is based on the coherent formation of a bioelectrical signal digital readout with phase synchronization of a medical diagnostic apparatus clock generator with reference signals formed from a network phase voltage, which reduces its effect. A variant of the clock generator technical implementation, covered by a phase locked loop, providing N-fold multiplication of the network frequency, is proposed.

Keywords: frequency, phase, voltage controlled oscillator, synchronization, phase lock loop, phase comparator.

Введение. Во многих аппаратах медицинской диагностики в качестве информативных сигналов о состоянии живого организма выступают биоэлектрические сигналы контактных электродов либо преобразованные в электрические сигналы данные физических датчиков. Воспроизведение и дальнейшая обработка таких сигналов имеет ряд особенностей, которые необходимо учитывать при проектировании электронных узлов аппаратуры. Прежде всего – это их относительно низкочастотный энергетический спектр и малая амплитуда, которая в ряде случаев оказывается ниже уровня шумового фона, создаваемого электронными компонентами схем и внешними помехами. Уменьшение уровня шумового фона позволяет существенно повысить диагностическую ценность получаемой информации.

Внутренние шумы тракта воспроизведения низкочастотного биоэлектрического сигнала обычно подавляются фильтрацией, отсекающей высокочастотную область спектра, что позволяет существенно повысить отношение сигнал/шум. Среди источников внешних помех от смежных электрических установок выделяются принципиально неустранимые сетевые наводки 50 Гц. В практике воспроизведения слабых сигналов для подавления такого рода наводок находит применение режекторная фильтрация, используются также специальные схемы подключения исследуемого биообъекта к измерительному оборудованию. Кроме того, эффективным способом борьбы с сетевыми помехами, полностью устраняющим «стробоскопический эффект» и способствующим ослаблению шума, адаптация частоты местного тактового генератора медицинского прибора к частоте промышленной сети [1,2].

Целью такой адаптации является когерентность процесса выборки значений аналоговых сигналов при их оцифровке с шумовым процессом, что достигается обеспечением точной кратности тактовой частоты аппарата частоте сетевого напряжения. Благодаря этому можно существенно повысить точность представления и обработки информации. Известно, например, что привязка периода усреднения цифрового измерительного преобразователя к периоду помехи способствует уменьшению ее влияния вплоть до полного устранения, степень подавления помехи оценивается отношением результирующего уровня помехи к ее исходному значению [1]

$$K = \frac{sin^2\left(\pi T/T_O\right)}{\pi T/T_O},$$

где T_O – период помехи (сети), T – интервал усреднения. Как видно из этой формулы, K периодически обращается в ноль, когда интервал усреднения кратен периоду помехи.

В качестве других примеров эффективности привязки тактового генератора к сетевому фазовому напряжению можно привести приборы для оценки качества электроэнергии [3], в которых синхронизация способствует повышению точности такой оценки. Фазовая синхронизация тактовых импульсов с сетью дает возможность уменьшить переходные искажения в процессе переключении силовых электрических установок с преимущественно индуктивным характером нагрузки. Умножитель частоты с фазовой автоподстройкой частоты (ФАПЧ) местного генератора к сетевому напряжению может стать эффективным средством устранения «стробоскопического эффекта» в видеотерминалах [4], для этого фазовому сравнению подвергаются следующие с с сетевой частотой опорные импульсы и импульсы, полученные путем деления частоты местного генератора на заданный коэффициент умножения частоты.

Таким образом, в медицинском диагностическом приборе ставится задача умножения частоты с высокой кратностью путем фазовой автоподстройки тактового генератора. Проектирование системы ФАПЧ, как известно [5], предполагает поиск компромисса между, с одной стороны, частотной полосой захвата и удержания синхронизма (малая инерционность) и, с другой стороны, динамической точностью синхронизации (высокая инерционность). В том случае, когда опорные импульсы системы регулярны, решением проблемы становится применение одновременно фазового и частотного сравнения генерируемых импульсов с опорными. Такую возможность предоставляет использование фазочастотного компаратора [6], который позволяет расширить полосу захвата до полосы удержания без ущерба для динамической точности синхронизации. Состав и принцип действия устройства ФАПЧ с фазочастотным компаратором поясняется рисунком 1.

Устройство включает управляемый генератор (УГ), способный перестраивать свою частоту в заданных пределах в окрестностях частоты Nf_O (f_O – опорная частота 50 Гц, N – коэффициент умножения частоты) под воздействием управляющего напряжения, формируемого формируемым связанным с блоком накачки заряда (БНЗ) интегрирующим фильтром (Ф). В каждом текущем периоде фазочастотный компаратор (ФЧК) сравнивает моменты поступления опорного импульса f_O и тактового импульса f_T, поступающего от УГ через делитель частоты на N. В зависимости от результата сравнения ФЧК формирует на одном из своих двух выходов *UP* и *DN* импульс рассогласования, который посредством БНЗ преобразуется в приращение напряжения фильтра $U_Ф$, что, в свою очередь, приводит к корректировке частоты f_T. Благодаря использованию интегратора в качестве контурного фильтра система ФАПЧ приобретает астатизм в отношении фазы, что обеспечивает сведение к нулю установившейся фазовой ошибки.

БНЗ состоит из пары сопряженных источников вытекающего и втекающего токов, каждый из которых связан с соответствующим выходом ФЧК – *UP* или *DN*. Известны множество схемных методов организации ФЧК, наиболее простой вариант схемы ФЧК строится на паре динамических D-триггеров с общей цепью сброса через элемент И-НЕ [7].

Поскольку УГ настроен на номинальную тактовую частоту, близкую к $f_T \approx Nf_O$, то частота импульсов, поступающих через делитель частоты на второй вход ФЧК, оказывается близкой к опорной частоте импульсов на первом его входе f_O = 50 Гц. Возможны три случая фазового отношения между сравниваемыми импульсами: в первом случае импульсы обратной связи отстают во времени от опорных импульсов, во втором они опережают опорные импульсы, третий случай соответствует синфазности сравниваемых импульсов. Эти три ситуации отображены на временных диаграммах сигналов (рисунок 1,*б*).

В первом случае в ФЧК первым взводится триггер T_1 – ФЧК вырабатывает импульс *UP*, длительность этого импульса равна времени задержки сигнала обратной связи относительно опорного импульса. В момент прихода импульса обратной связи взводится и триггер T_2, после чего вентиль И-НЕ незамедлительно сбрасывает оба триггера. Импульс *UP*, поступая в БНЗ, активирует источник вытекающего тока, который направляется в конденсатор интегрирующего фильтра и заряжает его. Поэтому напряжение на выходе фильтра $U_Ф$ получает положительное приращение, заставляющее УГ ускоряться, т.е. повышать частоту с тем, чтобы компенсировать фазовое рассогласование.

Во втором случае, напротив, ФЧК вырабатывает импульс на выходе *DN*, что приводит к понижению напряжения фильтра, вынуждая УГ замедляться. Если импульс с делителя частоты приходят одновременно с опорным импульсом, что соответствует установившемуся режиму синхронизма, то корректировка частоты УГ не производится, оба триггера в ФЧК взводятся одновременно, после чего сразу же сбрасываются сигналом с выхода элемента И-НЕ.

На рисунке 1,*в* показана форма дискриминационной характеристики ФЧК – зависимости инжектируемого БНЗ заряда от значения фазового рассогласования, объясняющая свойство частотной дискриминации подобного компаратора. Если частоты сравниваемых сигналов не равны, то первым взводится преимущественно один и тот же триггер, второй триггер после того, как будет взведен своим синхронизирующим сигналом, сбрасывается сразу после установки, т.е. импульс

на его выходе не успевает сформироваться. По этой причине при неравенстве частот сравниваемых импульсов преобладает либо заряд, либо разряд интегрирующего конденсатора в фильтре, происходит однонаправленное приращение напряжения, в итоге частота УГ монотонно изменяется в необходимом направлении. После выравнивания частот начинает отслеживаться фаза опорного сигнала. Благодаря свойству частотной дискриминации полоса захвата ФАПЧ расширяется до полосы удержания и определяется лишь границами перестройки частоты УГ.

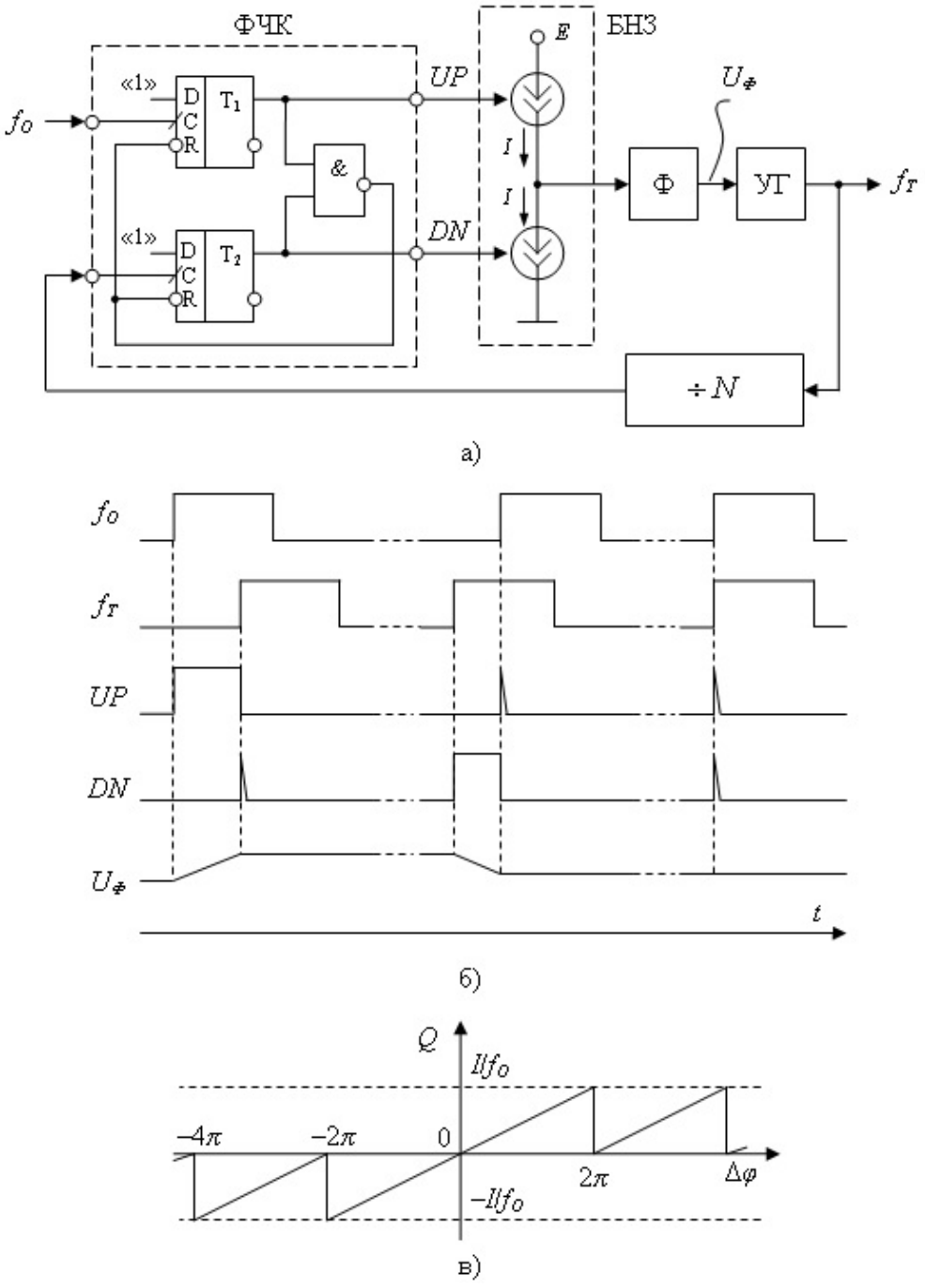


Рисунок 1 – Синхронизированный сетью тактовый генератор: а – функциональная схема, б – временные диаграммы сигналов, в – дискриминационная характеристика ФЧХ

На рисунке 2 изображена принципиальная схема тактового генератора. Формирователь опорных импульсов (в схеме не показан) направляет к входу схемы импульсы сетевой частоты с уровнями микросхем ТТЛ, такие импульсы можно образовать из колебаний во вторичной обмотке трансформатора блока питания. Фазочастотный компаратор построен по усовершенствованной схеме [8], отличающейся минимальным количеством логических вентилей И-НЕ. Он состоит из пары динамических триггеров

(вентили с перекрестными обратными связями) с общей цепью сброса, схема по существу повторяет конфигурацию схемы ФЧК (рисунок 1,а), однако обладает повышенным быстродействием и, следовательно, большей точностью.

Блок накачки заряда выполнен в виде пары управляемых источников тока – вытекающего тока (T_1) и втекающего тока ($T_,$), каждый из них включается при появлении сигнала на соответствующем выходе ФЧК, когда закрывается диод $Д_1$ или, соответственно, диод $Д_2$. Токи источников тока одинаковы по абсолютному значению, которое выбрано достаточно малыми с тем, чтобы не подгружать выходы вентилей ФЧК по высокому уровню напряжения.

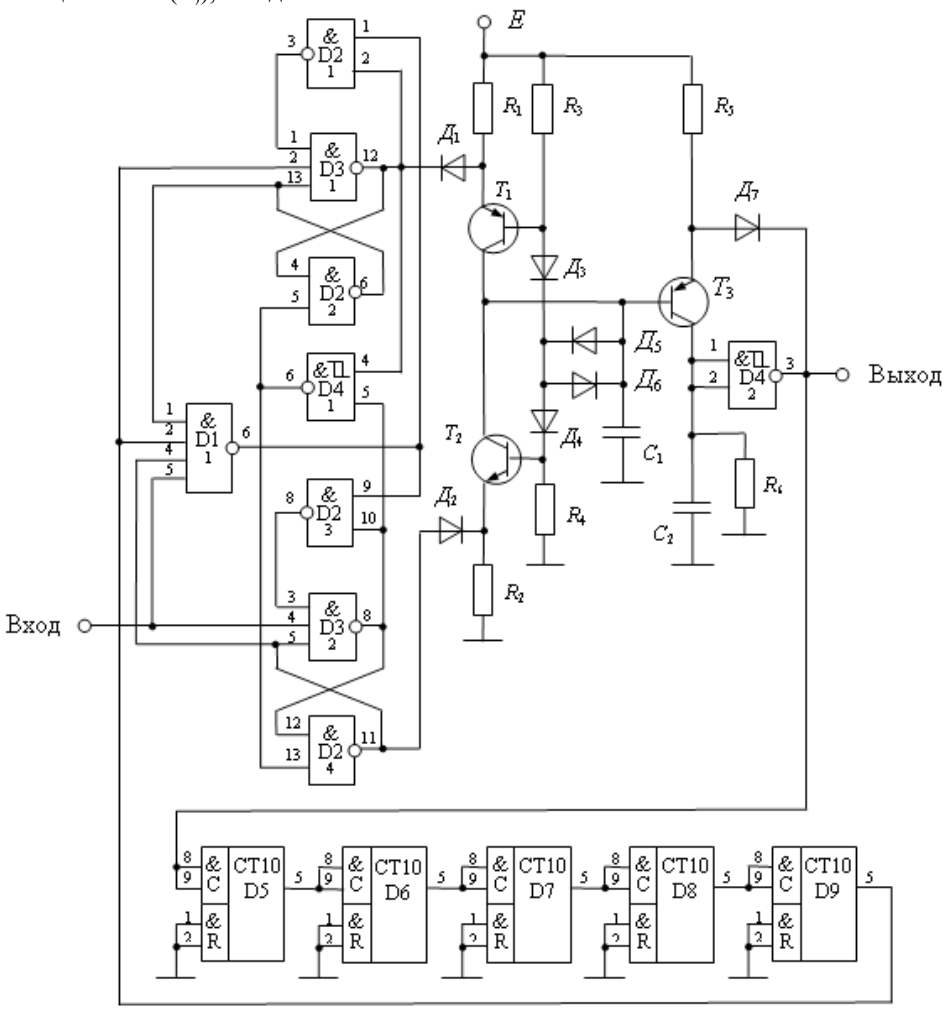


Рисунок 2 – Принципиальная схема тактового генератора. D1 – К555ЛА1, D2 – К555ЛА1, D3 – К555ЛА4, D4 – К555ТЛ3, D5 … D9 – К155ИЕ1, Т1, Т3 – КТ326Б, Т2 – КТ316Б, Д1 … Д7 – КД522Б

Основу управляемого генератора составляют хронирующий конденсатор C_2 и триггер Шмитта D_4, управляющий процессами его заряда и разряда, включая и выключая ток транзистора T_3. Участок разряда конденсатора через резистор R_6 занимает одно и то же время, а продолжительность участка разряда зависит от величины коллекторного тока транзистора T_3 при его включении. Таким образом, период колебаний УГ складывается из участков экспоненциального перезаряда конденсатора между нижним $U_{ПН}$ и верхним $U_{ПВ}$ порогами переключения триггера Шмитта (для микросхемы К555ТЛ3 они близки к 0,78 и 1,67 В соответственно) через резистор R_6. В процессе разряда напряжение на конденсаторе стремится к нулю, а при разряде – к уровню напряжения эквивалентного источника напряжения (в соответствии с теоремой Тевенина – Нортона). Величина тока – коллекторного тока транзистора T_3 связана с напряжением на интегрирующем конденсаторе C_1 () как

$$I = \frac{E - U_{бэ} - U_{ф}}{R_5}, \quad (1)$$

где Е – питающее напряжение, $U_{бэ}$ – падение напряжения на эмиттерном переходе транзистора T_3. При изменении напряжения фильтра изменяется и частота генератора – осуществляется его автоматическая подстройка, частоту колебаний УГ можно представить формулой

$$f_T = 1 \Big/ \left[R_2 C_1 ln \left(\frac{U_{ПВ}}{U_{ПН}} \cdot \frac{IR_2 - U_{ПН}}{IR_2 - U_{ПВ}} \right) + 2t_P \right],$$

где t_P – среднее время задержки распространения вентиля D_4. Это выражение дает основания для выбора параметров элементов времязадающей цепи R_6 и C_2 таким образом, чтобы при среднем значении напряжения фильтра, примерно равном половине питающего напряжения $U_ô \approx E/2$, частота импульсов составляла $f_T \approx Nj$. Диоды $Д_5$, $Д_6$ необходимы для ограничения диапазона перестройки частоты УГ.

Для получения тактовой частоты, равной 5 МГц в устройстве используется делитель частоты, составленный из пяти десятичных счетчиков импульсов типа К155ИЕ1 с общим коэффициентом деления $N = 10^5$.

Вывод. Таким образом, в испытанном образце устройства, питающимся напряжением +5 В, обеспечивается жесткая привязка выходной частоты к опорной частоте 50 Гц, полоса захвата равна полосе удержания, синхронизация обеспечивается в пределах не менее ±20% от номинальной частоты опорных импульсов. Схема УГ способна генерировать импульсы с большей частотой вплоть до 10 МГц, доработка устройства при этом заключается в корректировке емкости хронирующего конденсатора и подборе соответствующего делителя частоты в цепи обратной связи.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Шляндин В.М. Цифровые измерительные преобразователи и приборы. Учебник для специальности «Информационно-измерительная техника». – М.: Высшая школа, 1973. – 280 с.

2. Чулков В.А. Синхронизированный с сетью тактовый генератор // Приборы и техника эксперимента. – 2018. – №3. – С. 61–63.

3. ГОСТ Р 51317.4.30-2008 (МЭК 61000-4-30:2008) Методы измерений показателей качества электрической энергии // Общие положения. http://gostrf.com/normadata/1/4293829/4293829210.pdf.

4. Хоровиц П., Хилл У. Искусство схемотехники: В 2-х т. Т. 2. Пер. с англ. – Изд. 3-е, стереотип. – М.: Мир, 1986. – 590 с.

5. Чулков В.А. Интерполирующие устройства синхронизации и преобразователи информации. – М.: Физматлит, 2010. – 324 с.

6. Чулков В.А. Техника фазового сравнения при восстановлении синхросигналов в информационных каналах систем хранения данных // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Технические науки. Информатика, вычислительная техника. – 2015. – № 1 (33). – С. 29–41.

7. Титце У., Шенк К. Полупроводниковая схемотехника: Справочное руководство / Пер. с нем. – М.: Мир, 1982. – 512 с.

8. Частотно-фазовый детектор: Авт. свид. СССР 866698 : М. Кл.[3] Н 03 D 13/00 / Чулков В.А.; заявитель и патентообладатель Пенз. науч.-исслед. ин-т вычислительной техники. – № 2648788/18-09; заявл. 21.07.1978; опубл. 23.09.1981, Бюл. № 35. – 4 с.

Статья поступила в редакцию 19.04.2019
Статья принята к публикации 22.05.2019

УДК 664.859

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОДУКЦИИ ИЗ ПЛОДОВ РЯБИНЫ КРАСНОЙ, ПОЛУЧЕННОЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ ЭНЕРГИИ КАВИТАЦИИ

© 2019

Нициевская Ксения Николаевна, кандидат технических наук, доцент, ведущий научный сотрудник
Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук (630501, Россия, Новосибирская область, Новосибирский район, р.п.Краснообск, а/я 463)
Мотовилов Олег Константинович, доктор технических наук, главный научный сотрудник
Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук (630501, Россия, Новосибирская область, Новосибирский район, р.п.Краснообск, а/я 463)
Мотовилов Константин Яковлевич, доктор биологических наук, главный научный сотрудник, *Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук (630501, Россия, Новосибирская область, Новосибирский район, р.п.Краснообск, а/я 463)*
Щербинин Вячеслав Вадимович, аспирант, младший научный сотрудник
Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук (630501, Россия, Новосибирская область, Новосибирский район, р.п.Краснообск, а/я 463, e-mail aksuta88@bk.ru)

Аннотация. В качестве объекта исследования взяты плоды рябины обыкновенной (красной), оценка технологической пригодности осуществлялась по установленным показателям действующей нормативной документации. Выявлено изменение свойств полученных образцов продукции из плодов рябины. В статье представлена сравнительная характеристика образцов продукции из плодов рябины красной, полученной различными методами воздействия. Исследовано влияние кавитационного воздействия в процессе обработке растительного сырья, дополнительно с гидромеханическим диспергированием. Приведен анализ технических характеристик образцов продукции из одинакового растительного сырья, изменяющийся под влиянием различных технологических параметров. Согласно традиционным способам обработки идет снижение технических характеристик готовой продукции. Описание экспериментальных образцов, полученных на механо-акустическом гомогенизаторе определяет продукт с улучшенными органолептическими показателями, снижением показателей безопасности к нулю и пролонгированным сроком хранения. Упаковка продукции не требует использованием специальных материалов.

Ключевые слова: кавитация, гидромеханическое диспергирование, плоды рябины обыкновенной (красной), оценка качества.

THE STUDY OF PRODUCTION OF FRUITS OF MOUNTAIN ASH RED, OBTAINED WITH THE USE OF THE ENERGY OF CAVITATION

© 2019

Nitievskaya Ksenia Nikolaevna, candidate of technical Sciences, *associate Professor,* leading researcher
Siberian Federal scientific center of agrobiotechnology of the Russian Academy of Sciences (630501, Russia, Novosibirsk region, Novosibirsk district, R. p. Krasnoobsk, and/I 463)
Motovilov Oleg Konstantinovich, doctor of technical Sciences, chief researcher
Siberian Federal scientific center of agrobiotechnology the Russian Academy of Sciences (630501, Russia, Novosibirsk region, Novosibirsk district, R. p. Krasnoobsk, and/I 463)
Motovilov Konstantin Yakovlevich, doctor of biological Sciences, chief researcher
Siberian Federal scientific center of agrobiotechnology the Russian Academy of Sciences (630501, Russia, Novosibirsk region, Novosibirsk district, R. p. Krasnoobsk, and/I 463)
Shcherbinin Vyacheslav Vadimovich, post-graduate student, junior researcher
Siberian Federal scientific center of agrobiotechnology the Russian Academy of Sciences (630501, Russia, Novosibirsk region, Novosibirsk district, R. p. Krasnoobsk, and/I 463)

Abstract. As the object of study the fruits of Rowan ordinary (red) were taken, the assessment of technological suitability was carried out according to the established indicators of the current regulatory documentation. The change of properties of the obtained samples of products from the fruits of mountain ash. The article presents a comparative description of the product samples from the fruits of red Rowan obtained by various methods of exposure. The influence of cavitation influence in the process of processing of vegetable raw materials, in addition to hydro-mechanical dispersion, is investigated. The analysis of technical characteristics of product samples from the same plant raw materials, changing under the influence of different technological parameters. According to the traditional methods of processing there is a decrease in the technical characteristics of the finished product. Description of the experimental samples obtained on the mechano-acoustic homogenizer determines the product with improved organoleptic characteristics, reduced safety to zero and prolonged shelf life. Product packaging does not require the use of special materials.

Keywords: cavitation, hydro-mechanical dispersion, red Rowan fruit, quality assessment.

Введение. В настоящее время наиболее актуальным направлением производства продуктов питания – использование продукции растительного происхождения**.** При обработке продуктов используют различные типы воздействия, как тепловое, химическое, физическое, так и совмещение принципов воздействия гидромеханическое, акустическое и т.д.

Недостаточно высокая эффективность традиционных способов производства пищевой продукции, связанное с потерей нативных свойств исходного сырья во время обработки, привело к освоению процессов, сочетающих в себе несколько принципов воздействия на продукт. Это привело к развитию продуктов нового поколения с улучшенными свойствами хранespecобности, аминокислотного скора, изменений на уровни клеточного строения. Основным показателем при использовании этих методов является также снижение потери сельскохозяйственной продукции вследствие применения принципов глубокой переработки растительного сырья.

Основная трудность с применением принципов гидромеханического воздействия представлена выбором режимов и процессов обработки, обеспечивающих получение продукта с необходимыми функциональными свойствами. Важным условием является комплексная переработка растительного сырья, которая включает следующие аспекты:

– технологическая эффективность получения нутриентов с функциональными свойствами, необходимыми для преобразования в необходимую форму пищи;

– глубокая переработка сырья;

– широкий спектр сырья;

– комбинирование значительного числа фракций при изготовлении различных форм пищи, что позволяет использовать эффект взаимного обогащения нутриентами и вырабатывать на базе растительного сырья продукты высокой пищевой ценности.

Ингредиентный состав растительного сырья обусловливает его многофункциональное назначение – сочетание технологических функций, основными из которых являются эмульгирование, регулирование консистенции и обеспечение стабильности при хранении с физиологически активными свойствами. Таким образом, чтобы получить гомогенный продукт, размерами частиц наноразмера с частичным разрушением клеточных мембран, влияющих на перераспределение составных частей в полидисперсной системе с водой возможно при использовании принципа «ультразвука», связанный с разрушением клеток или их расщеплением.

Влияние кавитационного поля на растительную клетку является одним из современных способов ускорения протекания физических, биологических и химических процессов. Это объясняется природой процесса – образованию в жидкости пульсирующих каверн (в форме пузырьков или иных полостей), заполненных газом, паром или их смесью. На первом этапе пузырек увеличивается на величину, меньшую своего радиуса, на втором пузырек растет на величину, большую своего радиуса. Поведение пузырька определяется интенсивностью и частотой ультразвуковых явлений, а также свойствами гетерогенной системы. При этом газовый пузырек в жидкости представляет собой резонансную систему, тем самым резонансный пузырек способен увеличивать амплитуду своих колебаний при образовании микропотоков [14].

Применение кавитационного поля в процессе переработки растительного сырья является актуальным направлением в пищевой промышленности. Процесс образования гомогенного седиментационно–устойчивого продукта, сформированный на основании гетерогенной системы, обусловлен влиянием созданного в процессе кавитации давления, тем самым образующий парообразные потоки. Физический механизм кавитационного воздействия на жировые стенки обусловлен воздействием ультразвуком при определенных параметрах вязкости и давления, который аналогичен процессу закипания жидкости, различающийся от закипания соотношением давления жидкости на давление насыщенного пара, а падение давления носит локальный характер микровскипания. Процесс кавитации порождается гидродинамической силой и ультразвуком, тем самым характеризуется концентрацией энергии звуковой волны низкой плотности в высокую плотность энергии, связанную с пульсациями на этапе захлопывания кавитационных пузырьков. В фазе разрежения акустической волны в гетерогенной системе образуется разрыв в виде полости, которая заполняется пузырьками насыщенного пара самой жидкости, полученного при обработке системы под воздействием сил ультразвука. Пар находится на границе раздела фаз под влиянием давления повышенного воздействия и сил поверхностного натяжения, что способствует конденсации системы в полости. При этом появляется огромное количество микропузырьков пара, которые друг с другом образуют ударные волны, разрушающие мембраны жировых клеток, в результате согласно эффекту инверсии фаз создается однородная система частиц от 5 до 15 мкм.

Данный момент сопровождается давлением по расчетным данным до 100 МПа. После схлопывания полости в окружающей жидкости распространяется сферическая ударная волна, быстро затухающая в пространстве. Важнейшим свойством кавитации является локализация процессов в очень малых областях (нескольких микрометров) [11].

Целью работы предлагается анализ технических характеристик образцов, полученных из плодов рябины обыкновенной с использованием разных способов воздействия на растительную клетку.

Материалы и методы исследования. В качестве сырья для получения продуктов выбраны пло-

ды рябины красноплодной (сортосмесь). Плоды рябины красной отличаются высоким содержанием биологически активных веществ [16-21].

Исследования заключались в использовании различного аппаратного оснащения и его влияние на степень измельчения сырья, гомогенность структуры до и после термической обработки, изменений технических показателей качества продукции и параметры хранения.

Оценка исходного сырья в виде плодов рябины осуществлялась методом выборочного контроля в количестве 1% от массы. Внешний вид плодов оценивался визуально, запах и вкус – органолептически. Внутреннее строение плодов определялось на разрезе визуально. Размеры плодов по наибольшему поперечному диаметру определялись штангенциркулем 2-го класса точности с погрешностью измерения 0,1 мм. Масса плодов определялась взвешиванием на весах среднего класса точности с наибольшим пределом взвешивания не более 3 кг и ценой поверочного деления e≤2 г. Органолептическая оценка экспериментальных образцов проводилась по внешнему виду /цвету, консистенции, запаху и вкусу по 5 – балльной шкале [12].

Массовая доля сухих веществ определялась методом высушивания до постоянной массы по ГОСТ 28561-90 [4]. Массовая доля золы – ГОСТ 25555.4-91 [2], массовая доля сахаров – ГОСТ 8756.13-87 [8]. Посторонние примеси определялись визуально.

Метод выявления бактерий рода Salmonella по ГОСТ 10444.12-2013 [1], методы культивирования микроорганизмов по ГОСТ 26670-91 [3], методы выявления и определения количества бактерий группы кишечных палочек (колиформных бактерий) по ГОСТ 31747-2012 [6], метод определения дрожжей и плесневых грибов по ГОСТ 31659-2012 [5]. Все исследования проводились в 3-5 кратной повторности и обрабатывались статистически.

Результаты и обсуждение. Оценка технологической пригодности плодов рябины красной заключалась в исследование технических характеристик исходного сырья (плоды рябины красной (сортосмесь)), а также образцов полученных традиционным способом обработки сырья с применением высокотемпературных режимов обработки и образцов, полученных с использованием гидромеханического воздействия с эффектом кавитации.

Оценка исходного сырья в виде плодов рябины красной проводилась по основным показателям качества, регламентируемым в ГОСТ 6714-74 [7]: *Внешний вид, размер и строение плода* – плоды ложные, ягодообразные («яблоко»), без плодоножек, 2-5-гнездные, округлые или овально-округлые, в поперечнике до 9 мм, блестящие, сильно морщинистые. На верхушке плода видны остатки чашечки в виде пяти малозаметных зубчиков, смыкающихся своими верхушками в центре. В мякоти плода находятся от 2 до 7 слегка серповидно-изогнутых, продолговатых, с острыми концами, гладких красновато-бурых семян; *Цвет – к*расновато-оранжевый, буровато-красный, желтовато-оранжевый; *Запах* – слабый, свойственный плодам рябины; *Вкус – к*исловато-горький; *Влажность* – 15,0 % (норма не более 18,0%); *Массовая доля общей золы* – 0,68 % (норма не более 5,0%); *Массовая доля плодов, утративших естественную окраску (почерневших, пригоревших)* – 1,0 %, (норма не более 3,0%); *Массовая доля недозрелых плодов (светло-желтых, желтых)* – 1,0 %, (норма не более 2,0%); *Массовая доля других частей растения рябины (плодоножек, веточек, листьев)* – 0,5 %, (норма не более 0,5%); *Массовая доля плодов с плодоножками* – 2,0 %, (норма не более 3,0 %); *Массовая доля посторонних примесей*, % – отсутствует.

Плоды рябины красной по всем параметрам заявленным ГОСТ 6714-74 соответствует.

Технология получения образцов продукции из плодов рябины обыкновенной заключалась в этапах, представленных на схеме 1.

Продукт, полученный с применением гидромеханического воздействия именуется как полуфабрикат, так как возможно его использование как основы для создания продуктов питания (джемы, нектары и т.д.) [13].

Согласно анализу схемы 1, производство продукции начиналось с подготовительного этапа – анализа и инспектирования плодов рябины, освобождения от листьев и веток. Далее плоды подвергали замораживанию в морозильной камере в диапазоне 18±2°С в течении 10 дней. Для измельчения ягод получали смесь с водной фракции в соотношении 1:1.

При получении контрольного образца (образцы №1 и №2) ягоды подвергали измельчению с помощью ножей блендера в течении 15 минут. Температурная обработка образца №1 продолжалась до достижения в смеси температуры 95-110°С.

При получении образца №2 ягодную смесь перемешивали с сахаром в количестве 60-65 % в блендере и подвергали нагреванию до достижения в смеси температуры 95-110°С.

Технология получения образца №3 и 4 заключалась в стадий подготовки сырья аналогично получению контрольного образца и совмещении этапов «измельчение сырья» и «температурная обработка» в механо-акустическом аппарате (МАГ) при воздействии сил кавитации.

При получении продуктов из плодов рябины с сахаром (образец №4) в МАГе содержит этапы – составление смеси с добавлением сахара → пастеризация и гомогенизация до температуры 70 – 75°С. Получение продукта из плодов рябины с сахаром (образец №4), возможно с использованием сахарного сиропа (в концентрации от 60% до 65%), обработка сырья до температуры 75°С с выдержкой 20 минут.

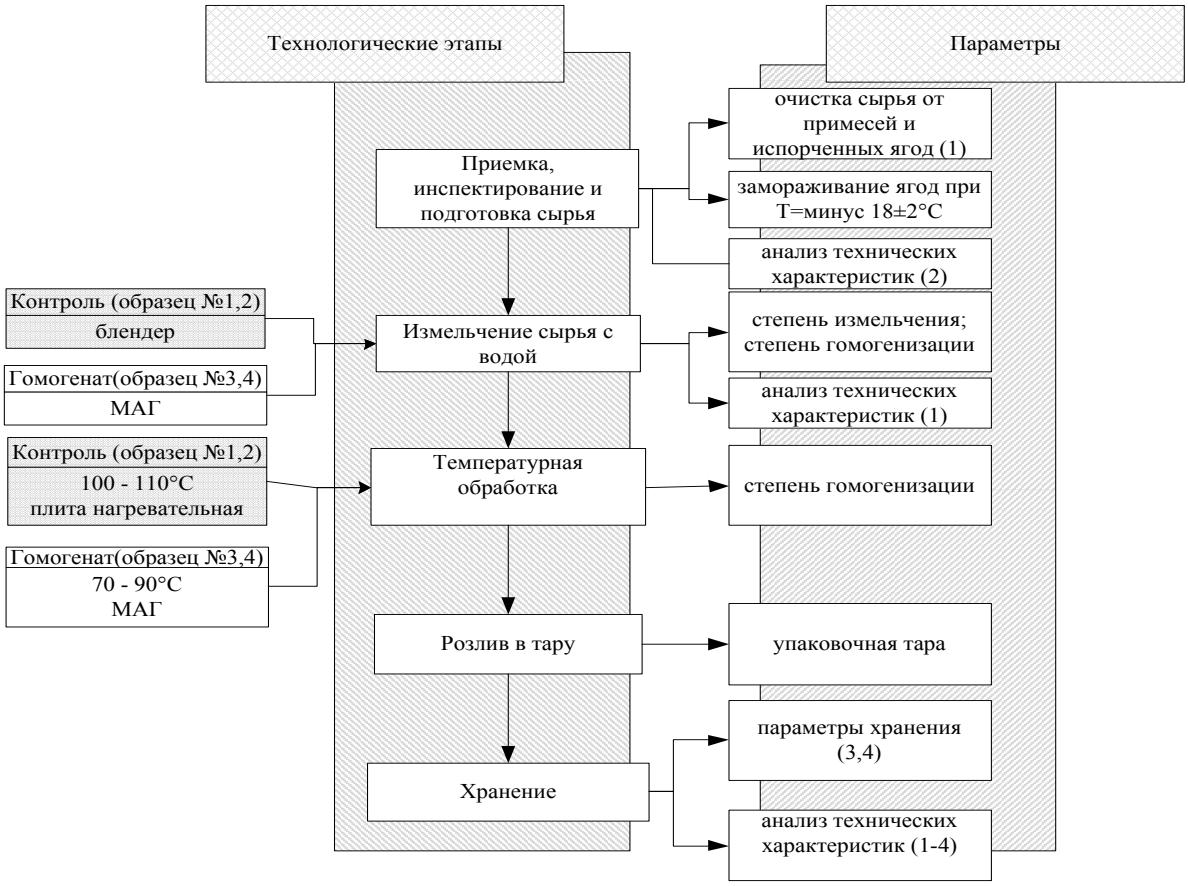


Рисунок 1 – Технология производства продукции из плодов рябины обыкновенной: 1 – органолептические исследования (внешний вид, вкус, запах, цвет,; консистенция) 2 – микробиологические исследования КМАФАнМ, дрожжи, плесени); 3 – температура хранения (°С); 4 – продолжительность хранения (сут)

Розлив образцов (№1-4) осуществляли в потребительскую тару – в полимерные по ГОСТ 33756-2016 [11] или ТР ТС 005/2011 «О безопасности упаковки» массой нетто 0,25-1 кг или другую тару, разрешенную органами Роспотребнадзора Российской Федерации для контакта с пищевыми продуктами и обеспечивающие качество, безопасность и сохранность продукта в процессе его производства, транспортирования, хранения и реализации. Тара исключала возможность вторичного обсеменения продукции при условии целостности упаковочного материала и соблюдении условий хранения (температурно-влажностного режима) в течение срока годности.

Длительность хранения данных образцов продукции зависит от степени микробиологической безопасности и других технических характеристик в процессе исследования.

При исследовании органолептичсеких характеристик продукции, полученной с помощью гидромеханического диспергирования отмечены изменения вкусо-ароматического флейвора. Многие продукты при обработке с использованием принципа диспергирования имеют выраженные специфичные для используемого сырья привкусами и запахами, которые удаляются при температурах пастеризации более 80°С. Продукты переработки плодового сырья изначально отличаются вкусовыми характеристиками, например, горечью как плоды рябины обыкновенной, однако в процессе данного способа обработки этот недостаток проявляется с положительной стороны в сочетании букета послевкусия с образованием нотки терпкости.

Продукт имеет тягучую консистенцию при образовании устойчивой связи между пектиновыми соединениями плодового сырья и сахара – происходит процесс карамелизации углеводов, сопровождающаяся в продукте потемнением цвета. Температура пастеризации продукции соответствует требованиям производства плодов протертых или дробленых, либо плодового пюре. Однако процесс производства не включает использование сорбиновой кислоты либо других консервантов.

Для получения джема из плодов рябины, выработанной традиционным способом с целью стабилизации консистенции необходимо добавлять дополнительно желирующие или пектинообразующие соединения, в случае получения джема из продукта, полученного на МАГе при добавлении сахара продукт приобретает соответствующую консистенцию благодаря этапам обработки (таблица 1).

Таблица 1 – Кодирование образцов

Наименование показателя	образец			
	№1	№2	№3	№4
Технология обработки				
традиционная	+	+		
с использованием диспергирования			+	+
с добавлением сахара		+		+
Описательная характеристика	масса с включениями мякотной части, кожицы и косточки плодов, вкус и запах интенсивный рябиновый		имеет гомогенную массу с небольшими включениями кожицы плодов, вкус и запах интенсивный рябиновый.	
	цвет от желтого до светло-оранжевого, отсутствие желирующих свойств.	вкус умеренно сладкий без признаков засахаривания. консистенция текучая, цвет от оранже-вого до светло-коричневого, желирующие свойства	цвет от желтого до светло-оранжевого, с минимальными желирующими свойствами	вкус умеренно сладкий насыщенный с ноткой терпкости, консистенция текучая и мажущая, цвет от желтого до светло-коричневого, наличие желирующих свойств

Визуально органолептические показатели можно оценить согласно рисунка 1.

Образец №1 контрольный образец без сахара; №2 контрольный образец с сахаром; №3 полуфабрикат из плодов рябины обыкновенной без сахара; №4 полуфабрикат плодов рябины имеет различную консистенцию, вкус и запах в зависимости от технологии производства и внесения сахара.

Анализируя рисунок, можно отметить различие в цветовых характеристиках пастообразных продуктов из плодов рябины обыкновенной, и консистенции.

Контрольный образец №1 полученный без добавления сахара, имеет массу с включениями мякотной части, кожицы и косточки плодов. Вкус и аромат интенсивный рябиновый, цвет характеризуется от желтого до светло-оранжевого. Консистенцию образца №1 визуально можно определить, как продукт с отсутствием желирующих свойств.

а) образец №1 *б) образец №2* *в) образец №3* *г) образец №4*

Рисунок 1 – Пастообразные продукты из плодов рябины обыкновенной

Контрольный образец №2 полученный с добавлением сахара, имеет массу с включениями мякотной части, кожицы и косточки плодов, без признаков засахаривания. Вкус и запах интенсивный рябиновый. При использовании сахара консистенция становится текучей, вкус насыщенный рябиновый, запах преломляется на средне интенсивный, цвет характеризуется от оранжевого до светло-коричневого (риснок 1 б) наличие продукта после встряхивания на поверхности тары, что указывает на наличие желирующих свойств продукта при добавлении сахара.

Продукт (образец №3), полученный без добавления сахара, имеет гомогенную массу с небольшими включениями кожицы плодов. Вкус и запах интенсивный рябиновый. Консистенцию образца №3 визуально можно определить по боковым поверхностям тары, а именно рисунок 1 в) мы видим неравномерность продукта после встряхивания на поверхности тары, что позволяет судить о гомогенной консистенции с минимальными желирующими свойствами.

Полуфабрикат (образец №4), полученный с добавлением сахара, имеет гомогенную массу с небольшими включениями кожицы ягод, без признаков засахаривания. Вкус и запах интенсивный рябиновый, умеренно сладкий. При использовании сахара приобретает текучую и мажущую консистенцию, вкус насыщенный с ноткой терпкости рябиновый с долгим приятным послевкусием, запах преломля-

ется на средне интенсивный, цвет характеризуется от желтого до светло-коричневого (рисунок 1г) показывает наличие продукта после встряхивания на поверхности тары, что указывает на наличие желирующих свойств продукта в процессе образования плотных связей пектина и сахара.

Обработка сырья с гидромодулем 1:0,8 приводит к формированию мучнистой структуры, интенсивным проявлением органолептических характеристик.

Балльная оценка органолептических показателей продуктов переработки плодов рябины обыкновенной представлена на рисунке 2.

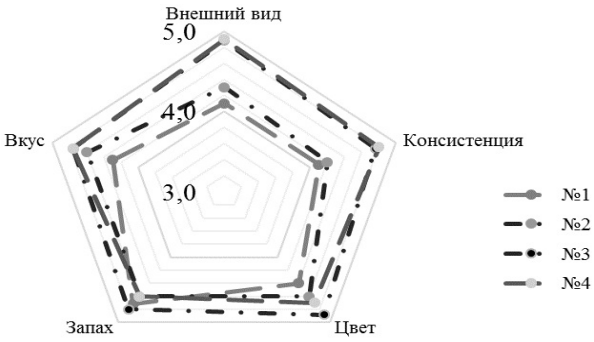


Рисунок 2 – Профилограмма органолептической оценки пастообразных продуктов из рябины обыкновенной(образец №1 контрольный образец без сахара; №2 контрольный образец с сахаром; №3 полуфабрикат из плодов рябины обыкновенной без сахара; №4 полуфабрикат из плодов рябины обыкновенной с сахаром)

Образцы № 1 и 2, как контроль набрали меньше баллов, чем образцы полученные с помощью механо-акустического воздействия (№ 3 и 4). Образец №1 оценивался выше образца №2 по показателю «запах», данный факт объясняется отсутствием консервирующих веществ (в виде сахара), снижающий характерный рябиновый аромат. Показатели «вкус» и «цвет» оказались спорными в рамках индивидуальных предпочтений дегустаторов, т.к. одни предпочитают продукцию без сахароподобных веществ, другие иначе.

Добавление сахара улучшает органолептические показатели продукта (образец №4), однако при проведении дегустации отмечен образец №3 без сахара по показателям «вкус» и «запах» набрал 4,8 балла, отмечен «натуральный рябиновый» вкус и запах с ноткой горечи.

Рассмотрена модель дегустационной оценки продукции из плодов рябины обыкновенной (рисунок 3), полученной на механо-акустическом гомогенизаторе в зависимости от (у) - содержания водной части (гидромодуль) и усредненных результатов дегустационной оценки (х, балл) по формуле (1):

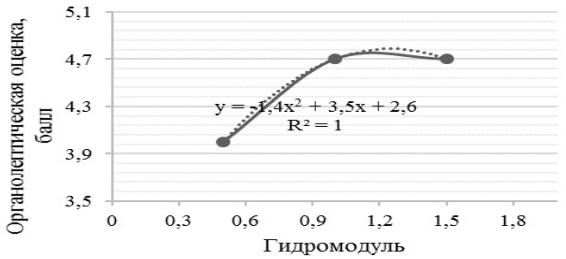


Рисунок 3 – Полиномиальная зависимость органолептической оценки и гидромодуля полуфабрикатов из плодов рябины обыкновенной при Т = 70 – 75°С (образцы №3 и 4)

Как уже отмечало выше, технология обработки с применением механо-акустического воздействия позволяет отказаться от использования в технологическом производстве консервантов (лимонной кислоты, сорбиновой кислоты и сахароподобных веществ).

Температура обработки продукции соответствует требованиям производства плодов протертых или дробленых, либо плодового пюре, при этом процесс производства не включает использование консервантов, что характеризует его как продукт с высокой влажностью и является благоприятной средой для развития микроорганизмов патогенной и условно-патогенной микрофлоры.

Исследование плодов рябины обыкновенной и продуктов на её основе проводилось согласно требованиям ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции», при этом микробиота продуктов переработки плодов рябины обыкновенной в процессе обработки снизилось до нуля.

Данные, полученные в результате микробиологических исследований отмечают снижение микробиологических показателей после технологической обработки сырья по показателям: «КМАФАнМ», КОЕ/г с $1{,}3x10^4$ до нуля, «Дрожжи», КОЕ/г с $1{,}1\times10^3$ до нуля и «Плесени», КОЕ/г $3{,}8\times10^2$ до нуля. При сроке хранения – 60 суток, в образцах №3 и 4 рост посторонней микрофлоры не обнаружен, образцы №1 и 2 не соответствуют требованиям безопасности.

Для упаковки полуфабриката из плодов рябины обыкновенной согласно ГОСТ Р 53959 – 2010 [9] возможно применение потребительской тары (из стекла, металлических, полимерных и комбинированных материалов), разрешенная к применению в пищевой промышленности, при соблюдении принципа сохранности продукции в течение срока годности при соблюдении условий транспортирования и хранения. Хранение полуфабриката (образцы №3 и 4) осуществляться в хорошо вентилируемых складских помещениях на стеллажах или поддонах при относительной влажности воздуха не более 75%, при рекомендуемых температурных режимах хранения не выше плюс 20°С в защищенном от пря-

мых солнечных лучей месте.

Выводы. При получении продукции согласно традиционной технологии производства и с применением аппарата МАГ-50 получены различные по структуре пищевые продукты, отличающиеся текстурой и техническими характеристиками.

Использование гидромеханического диспергирования при получении гомогенного продукта из плодовых культур, благодаря этапам гомогенизации, стерилизации и диспергирования, позволяет получить готовый продукт, обладающий повышенной усвояемостью.

В процессе проведения собственных экспериментальных исследований подтверждена зависимость процессов кавитации как стерелизующего фактора воздействия на сырье, ранее имеющего неудовлетворительные микробиологические показатели, изменяющиеся в процессе обработки на механо-акустическом гомогенизаторе.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. ГОСТ 10444.12-2013 Микробиология пищевых продуктов и кормов для животных. Методы выявления и подсчета количества дрожжей и плесневых грибов.

2. ГОСТ 25555.4-91 Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения золы и щелочности общей и водорастворимой золы.

3. ГОСТ 26670-91 Продукты пищевые. Методы культивирования микроорганизмов.

4. ГОСТ 28561-90 Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения сухих веществ или влаги.

5. ГОСТ 31659-2012 Продукты пищевые. Метод выявления бактерий рода Salmonella.

6. ГОСТ 31747-2012 Продукты пищевые. Методы выявления и определения количества бактерий группы кишечных палочек (колиформных бактерий).

7. ГОСТ 6714-74 Плоды рябины обыкновенной.

8. ГОСТ 8756.13-87 Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения сахаров.

9. ГОСТ Р 53959-2010 Продукты переработки фруктов, овощей и грибов. Упаковка, маркировка, транспортирование и хранение.

10. ГОСТ Р 54681-2011 Консервы. Фрукты протертые или дробленые. Общие технические условия. – Введ. 2013-01-01. – М.: Стандартинформ, 2013 – 16 с.

11. ГОСТ 33756-2016 Упаковка потребительская полимерная. Общие технические условия. – Введ. 2017-05-01. – М.: Стандартинформ, 2017 – 36 с.

12. Дегустационный анализ: Курс лекций / О.В. Голуб. Кемеровский технологический институт пищевой промышленности. – Кемерово, 2003. – 119 с.

13. Патент 2623635 Российской федерации Способ получения полуфабриката из плодов рябины обыкновенной (Sorbus Aucuparia L).

14. Шапхаев Э.Г. Дезинтеграция клеток в биотехнологии: Учеб. пособие / Э.Г. Шапхаев, В.Ж. Цыренов, Е.И. Чебунина // ВСГТУ. – Улан-Удэ. 2001. – 96 с.

15. Шорникова Л.П. Энергия инфра – красного излучения и микробиологическая безопасность сушеных овощных продуктов / Л.П. Шорникова, С.К. Волончук, Л.А. Осинцева, Г.П. Чекрыга // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук, 2008. №1. – С. 91–93.

16. Berna E., Kampuse S., Dukalska L., Murniece I., The chemical and physical properties of sweet rowanberries in powder sugar. Foodbalt-2011, Conference Proceedings, 6th Baltic Conference on Food Science and Technology “Innovations for Food Science and Production“. – Jelgava. – Latvia (May 5-6). – 2011. – PP. 163–168.

17. Kampuss K., Kampuse S., Berna E., Kruma Z., Krasnova I., et al., Biochemical composition and antiradical activity of rowanberry (Sorbus L.) cultivars and hybrids with different Rosaceae L. cultivars// Latvian Journal of Agronomy. – 2008. – №1. – PP. 59–65.

18. Hukkanen A.T., Polonen S.S., Karenlampi S.O., Kokko H.I., Antioxidant capacity and phenolic content of sweet rowanberries // Journal Agric. Food Chem. – 2006. – №54. – PP. 112–119.

19. Jiri Mlcek, Otakar Rop, Tűnde Jurikova, Jiri Sochor, Miroslav Fisera, Stefan Balla, Mojmir Baron, Jan Hrabe Bioactive compounds in sweet rowanberry fruits of interspecific Rowan crosses // Central European Journal of Biology. – 2014. – №9(11). – PP 1078–1086.

20. Barros L., Falcao S., Baptista P., Freire C., VilasBoas M., Ferreira I.C.F.R., Antioxidant activity of Agaricus spp. mushrooms by chemical, biochemical and electrochemical assays // Food Chem. – 2008. – 111. – PP. 61–66.

21. Wang Z., Hsu Ch., Yin M., Antioxidative characteristics of aqueous and ethanol extracts of glossy privat fruit // Food Chem. – 2009 – №112. – PP. 914–918.

Статья поступила в редакцию 27.03.2019
Статья принята к публикации 22.05.2019

УДК 637.521.473

РАЗРАБОТКА ОБОГАЩЕННЫХ ОМЕГА-3 МЯСНЫХ ПОЛУФАБРИКАТОВ И РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЮ В ФИТНЕС-ИНДУСТРИИ

©2019

Асфондьярова Ирина Владимировна, кандидат технических наук, доцент,
доцент Высшей школы сервиса и торговли
Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого
(193231, Россия, г. Санкт-Петербург, пр. Большевиков, 3, e-mail: ririna25@mail.ru)
Дубкова Надежда Владимировна, кандидат медицинских наук, доцент,
доцент кафедры профилактической медицины и основ здоровья
Национальный Государственный Университет Физической культуры,
спорта и здоровья им. П.Ф. Лесгафта
(193231, Россия, г. Санкт-Петербург, Искровский проспект, 1/13, e-mail: nvdubkova@mail.ru)
Сагайдаковская Елизавета Сергеевна, магистрант
Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого
(195253, Россия, г. Санкт-Петербург, пр. Маршала Блюхера, 65, e-mail: esagaydakovskaya@mail.ru)

Аннотация. В данной статье рассмотрены актуальные проблемы здорового питания различных слоев населения, приведены физиологические потребности взрослого населения в энергии и пищевых веществах, в том числе людей, посещающих фитнес клубы. Известно, что для сбалансированного питания человеку необходимо употреблять не только основные пищевые вещества: белки, жиры и углеводы, но и незаменимые аминокислоты, витамины, макро- и микрокомпоненты, полиненасыщенные жирные кислоты, в частности, омега-3 жирные кислоты для умственного развития и поддержания хорошего самочувствия человека, а также повышения сопротивляемости организма от ряда заболеваний. Организм человека не способен самостоятельно вырабатывать эссенциальные пищевые вещества, в том числе омега-3 жирные кислоты, поэтому необходим источник получения их извне, то есть из пищи. Для решения проблемы рационального питания нами предложены полуфабрикаты на основе мяса птицы, с добавлением семян льна, богатые омега-3 жирными кислотами. В статье показаны результаты определения содержания влаги, белка, жира, углеводов и омега-3 жирных кислот в обогащенных котлетах до и после тепловой обработки и даны рекомендации для возможного использования новой продукции в питании людей, посещающих фитнес клубы.

Ключевые слова: полуфабрикаты, котлеты на основе мяса птицы, омега-3 жирные кислоты, обогащающая добавка, пищевая и энергетическая ценность, здоровое питание, рацион, фитнес клубы, суточная потребность в энергии и пищевых веществах

DEVELOPMENT ENRICHED WITH OMEGA-3 MEAT PRODUCTS AND RECOMMENDATIONS FOR THEIR USE IN THE FITNESS INDUSTRY

© 2019

Asfondyarova Irina Vladimirovna, candidate of technical sciences, associate professor,
associate professor of the Higher School of Service and Trade
St. Petersburg Polytechnic University of Peter the Great
(193231, Russia, St. Petersburg, Bolshevikov Avenue, 3, e-mail: ririna25@mail.ru)
Dubkova Nadezhda Vladimirovna, candidate of medical sciences,
associate professor of preventive medicine and health basics
National State University of physical culture, sport and health. P. F. Lesgaft
(193231, Russia, St. Petersburg, Iskrovsky prospect 1/13, e-mail: nvdubkova@mail.ru)
Sagaidakovskaia Elizaveta Sergeevna, graduate student
Peter the Great St.Petersburg Polytechnic University
(195253, Russia, Saint-Petersburg, Marshal Blucher prospect, 65, e-mail: esagaydakovskaya@mail.ru)

Abstract. This article discusses the current problems of healthy nutrition of various segments of the population, shows the physiological needs of the adult population in energy and nutrients, including people attending fitness clubs. It is known that for a balanced nutrition a person needs to use not only the main nutrients: proteins, fats and carbohydrates, but also essential amino acids, vitamins, macro- and micro-components, polyunsaturated fatty acids, in particular, omega-3 fatty acids for mental development and maintenance. human well-being, as well as increasing the body's resistance to a number of diseases. The human body is not able to independently produce essential nutrients, including omega-3 fatty acids, so a source is needed to get them from the outside, that is, from food. To solve the problem of rational nutrition, we proposed semi-finished products based on poultry meat, with the addition of flax seeds, rich in omega-3 fatty acids. The article shows the results of determining the content of moisture, protein, fat, carbohydrates and omega-3 fatty acids in enriched cutlets before and after heat treatment, and made recommendations for the possible use of new products in the diet of people attending fitness clubs.

Keywords: semi-finished products, meatballs based on poultry meat, omega-3 fatty acids, an enriching additive, nutritional and energy value, healthy food, diet, fitness clubs, daily energy and nutrient requirements

Постановка проблемы в общем виде. В настоящее время остаются актуальными проблемы рационального питания различных групп населения. Основными из них являются дефицит полезных с экологической точки зрения продуктов, недостаток в питании полноценного белка, избыток насыщенных животных жиров, несбалансированность рационов по витаминному и минеральному составу, дефицит витаминов, недостаток потребления пищи, содержащей омега-3 жирные кислоты [1].

Состояние здоровья населения по данным Всемирной организации Здравоохранения (ВОЗ) на сегодняшний день имеет тенденцию к ухудшению и характеризуется увеличением числа лиц, страдающих различными заболеваниями [2,3]. Это связано с особенностями современного этапа развития человеческого общества: со снижением физических и с возрастанием нервно-эмоциональных нагрузок, изменением ритма жизни, труда и питания, что приводит к снижению энергозатрат, особенно у населения, проживающего в городах, а также объемов потребляемой пищи. Кроме того, сохраняется недостаток в рационе биологически активных веществ, необходимых человеку. А нарушение принципов рационального, сбалансированного питания неизбежно приводит как к распространению алиментарных (неинфекционных) заболеваний, так и к неоправданным экономическим и социальным потерям.

Основным из факторов, обеспечивающих здоровье человека, его способность к труду и противостояние внешним неблагоприятным воздействиям, определяющим качество и продолжительность жизни, является правильное здоровое питание. Оно предполагает оптимизацию рациона за счет использования специализированных продуктов различной функциональной направленности, в том числе биологически активных добавок [4], в состав которых входят вещества естественного происхождения, предназначенные для ежедневного употребления и оказывающие регулирующее действие на физиологические функции и биохимические реакции организма человека.

Так, с помощью полноценного и безопасного питания можно снизить заболеваемость, связанную со старением человека на 80%, аллергией – на 60%, сахарным диабетом – 50%, заболеваниям сердечно-сосудистой системы – 25%, болезнями органов зрения – 20%. В отдельных случаях полноценное питание позволяет не только сохранить здоровье, но и в определенной мере, заменить лекарственные препараты [2,3].

Другим, не менее важным фактором для обеспечения здоровой жизни человека является его физическая культура. На сегодняшний день популярным среди различных слоев населения является посещение фитнес клубов.

Анализ последних исследований и публикаций. Известно, что чередование физической и умственной нагрузок требует оптимизации питания с целью укрепления здоровья занимающихся, повышения работоспособности, улучшения настроения и качества жизни. Когда мы говорим о рациональном питании, то мы подразумеваем не только количественную полноценность питания, которая заключается в покрытии суточных энерготрат энергией пищевых веществ, но и качественную адекватность питания, которая может быть достигнута только сбалансированностью рациона по важнейшим макро- и микронутриентам. Восполнение суточных энерготрат на сегодняшний день среди подавляющего большинства населения развитых стран не является трудностью, так как калорийных продуктов достаточно много. Энергетическая ценность пищевого рациона удовлетворяется в среднем за счет белка на 14%, за счет жиров на 30%, и за счет углеводов на 56%. Вместе с тем, достигнуть качественной полноценности рационов питания достаточно сложно. Это зависит и от знаний населением аспектов нутрициологии и гигиены питания, и от возможности потребления разнообразной, а порой и дефицитной пищи. К таким, можно сказать, дефицитным продуктам, относятся в частности, продукты, содержащие омега-3 жирные кислоты (рыба и морепродукты, семена льна, семена чиа, грецкий орех и др.)

При этом, надо отметить, что омега-3 жирные кислоты незаменимы при физических нагрузках, обеспечивают нормальную работу нервной системы, сердца и сосудов, являются мощным фактором профилактики воспалительных процессов в организме [1].

Труды современных ученых направлены на создание усовершенствованных и инновационных технологий, которые позволят в будущем разработать новую высококачественную и безопасную продукцию.

Надо отметить, что «Основы государственной политики Российской Федерации в области здорового питания населения на период до 2020 года» содержат в себе вопросы, которые касаются усовершенствования технологического процесса для создания продуктов питания на основе сырья животного происхождения, в том числе мясного. Данные технологии ориентируются на изменение химического состава, который должен соответствовать потребностям людей, принадлежащих к разным возрастным группам [5,6].

Одним из самых динамичных сегментов мясного направления является производство полуфабрикатов, причем замороженные пользуются наибольшим спросом, поскольку они удобны в использовании и имеют длительный срок хранения.

Для приготовления классических полуфабрикатов используют мясо убойных животных и птицы [7]. При этом, показатели на душу населения по производству мяса птицы Ленинградской области и Санкт-Петербурга за прошедшие годы выше общероссийских и достигли мирового уровня [8].

Кроме основного мясного ингредиента, в рецептуру входят крупы, овощи, мука, специи, панировки, усилители вкуса, консерванты и др [7].

Особое внимание в производстве мясных продуктов уделяется применению натурального растительного сырья. В современных условиях в пищевой и перерабатывающей промышленности России для получения функциональных продуктов питания широко используются зерновые культуры для создания в различных композициях комбинированных продуктов питания сложного состава [9]. Так, например, зародыши семян зерновых и бобовых культур позволяют повысить не только пищевую ценность, но и стабилизировать функциональные свойства мясных систем, в том числе с менее выраженными технологическими свойствами, в частности, мяса птицы механической обвалки [10,11].

Как отмечалось ранее, рацион человека должен содержать достаточное количество балластных веществ: пектин, клетчатку, гемицеллюлозу. Поэтому одним из способов обогащения замороженных полуфабрикатов является применение овсяной крупы, содержащей в достаточном количестве железо, фосфор, кальций и йод. Они оказывают влияние на формирование и нормальное развитие костной системы, укрепление ногтей, волос, зубов, нормализацию пищеварительной системы. Кроме того, внесение круп в изделия позволяют улучшить структурно-механические свойства фаршей [12,13].

Также в рацион здорового питания должны входить полиненасыщенные жирные кислоты: омега-3, омега-6 и омега-9; витамины группы В, С, А, Е; минеральные вещества, такие как магний, фосфор, медь. Семена льна рекомендуют использовать людям, страдающих атеросклерозом, заболеваний дыхательных путей, артритов.

Цель исследования – разработка формованной продукции повышенной пищевой и биологической ценности на основе мяса птицы, обогащенной омега-3; оценка качественной полноценности полученного нового продукта и определение возможности его использования в питании лиц старше 18 лет, посещающих фитнес клубы.

В задачи исследования входило: разработка рецептуры котлет и установление оптимального количества обогащающей добавки для них; проведение органолептической оценки и определение пищевой, энергетической и биологической ценности; разработка рекомендаций для использования нового продукта в питании людей, посещающих фитнес клубы.

Материалы исследования и результаты. В связи с выше перечисленным, нами ранее были разработаны рецептуры котлет с добавлением семени льна и установлено оптимальное количество обогащающей добавки 5% к общей массе [14].

Объектами исследования стали: образец 1 – контрольный (котлеты без обогащающей добавки) в сыром виде; образец 2 – обогащенные котлеты в сыром виде, образец 3 – контрольный в готовом (жареном) виде, и образец 4 – обогащенные котлеты ω-3 в готовом виде.

В исследуемых образцах определяли содержание влаги [15], белка [16], жира [17], углеводов [18] и омеги-3 жирных кислот [19]. А также в котлетах определяли пищевую и энергетическую ценность. Результаты анализа представлены в таблицах 1–2.

Таблица 1 – Пищевая ценность и содержание ω-3 в котлетах

Показатели качества	Образцы			
	Образец 1	Образец 2	Образец 3	Образец 4
Влага,%	68,60	65,80	64,80	63,55
Жир, %	5,90	7,84	4,21	7,40
Белок, %	15,71	19,60	13,22	16,47
Углеводы, %	13,82	13,75	11,19	11,14
Пищевая и энергетическая ценность, ккал/кДж	171,22/716.86	203,96/853.93	135,53/567.43	177,04/741.23

Таблиц 2 – Содержание омега-3 жирных кислот в готовых котлетах

ω-3 жирные кислоты	Липидная формула	Контрольный образец	С семенами льна
α-Линоленовая кислота,%	18:3 (*n*−3)	0,37	5,43
Докозагексаеновая кислота, %	22:6 (*n*−3)	0,45	0,46
Эйкозапентаеновая кислота ,%	20:5 (*n*−3)	0,28	0,30
Итого,%	-	1,1	6,19

Как следует из таблицы, содержание влаги после тепловой обработки котлет уменьшилась на 3,8% и 2,25%, соответственно. Пищевая ценность обогащенных котлет в сыром и готовом виде выше на 32,74 ккал и 26,92 ккал по сравнению с контрольными котлетами, соответственно. Внесение семян льна повлияло на содержание жира полуфабрикатов, как в сыром, так и в готовом виде и увеличилось на

1,94% и 3,19%, соответственно. Известно, главные представили омега-3 жирных кислот являются:

1. Докозагексаеновая кислота (ДГК). Входит в состав серого вещества головного мозга, оболочек клеток, глазной сетчатки, спермы, яичек. Кроме того, ДГК играют первостепенную роль в формировании нервной системы грудного младенца.

2. Эйкозапентаеновая кислота (ЭПК). Стимулирует регенерацию клеточных мембран, нормализует механизмы транспорта липидов по кровяному руслу, активизирует иммунитет, улучшает абсорбцию жиров в пищеварительном тракте, повышает антиоксидантные функции организма.

3. Альфа-линоленовая кислота (АЛК). Жиры данного типа помогают в борьбе со стрессом, плохим холестерином, повышенным артериальным давлением, проблемами с кожей, волосами, ногтями (сухостью, себореей, расслоением).

Кроме того, они являются строительным субстратом для синтеза эйкозапентаеновых и докозагексаеновых жирных кислот.

Выводы. Рассмотрение вопроса о перспективах использования обогащенных омега-3 жирными кислотами продуктов в фитнес индустрии должно проводиться с учетом **с**уточной потребности в питательных веществах для взрослого работающего человека среднего возраста 30-39 лет. Эта потребность составляет для мужчин и женщин в среднем, белок – 89г. и 74г., жир – 105г. и 85 г, углеводов 462 г. и 372 г [20].

Необходимо учитывать, что физиологическая суточная потребность в полиненасыщенных жирных кислотах (ПНЖК) составляет 6 – 10% для взрослого человека, в том числе омега-3 жирных кислот 1-2% от калорийности суточного рациона [20].

Таким образом, семена льна позволяют повысить не только пищевую, но и биологическую ценность. При этом, полученный новый продукт удовлетворяет суточную физиологическую потребность в ПНЖК, в том числе омега-3 и его можно в дальнейшем рекомендовать для оптимизации питания людей, посещающих фитнес клубы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Цаллагова Р.Б. Гигиенические основы физкультурно-спортивной деятельности: Количественная и качественная адекватность питания студента – спортсмена / учебное пособие Р.Б. Цаллагова, В.П. Башмаков, Н.В. Дубкова. Национальный государственный университет физической культуры, спорта и здоровья имени П.Ф. Лесгафта, Санкт-Петербург. – СПб.: [б.и.], 2016. – 160 с.

2. Тихомирова Н.А. Технология продуктов функционального питания. – М.: ООО Франтэра, 2002.

3. Шевченко В.В., Асфондьярова И.В. Повышение пищевой ценности комбинированной рыбо-морепродукции функционального назначения // Функциональные липиды и здоровое питание: наука, технологии, бизнес: Материалы 14-ой Международной практической конференции (27-29 октября 2014 г.) СПб.: ФГБОУ ВПО «СПбГТЭУ», 2015. С.78-82.

4. Герасименко Н.Ф, Позняковский В.М., Челнакова Н.Г. Здоровое питание и его роль в обеспечении качества жизни // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК-продукты здорового питания №4 (12), 2016. С.52.

5. Касьянов Г.И. д.т.н., проф., Перспективы совершенствования технологии мясных и рыбных продуктов URL: http://krkgi.ru/sb120303/ (дата обращения:17.05.2018).

6. Сагайдаковская Е.С., Кучерявенко М.А. Анализ инноваций, представленных в сегменте мясных и рыбных полуфабрикатов // Фундаментальные и прикладные исследования в области управле- ния, экономики и торговли: сб. труд. научно-практической и учебной конференции. Ч. 3. СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2018. С. 362–366.

7. Кучерявенко М.А. Рыбные формованные полуфабрикаты функционального назначения // Материалы 4-й Международной научно-практической конференции «Технологии производства пищевых продуктов питания и эксертиза товаров» (5 апреля 2018). Курск, 2017. С. 105–109.

8. Белокурова Е.С., Панкина И.А., Луцко Т.П., Осипова А.В. Квалиметрический подход к оценке биосырья животного происхождения // Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии, №1, 2019. С. 220–222.

9. Белокурова Е.С., Кулакова М.С. Проростки пшеницы как источник эссенциальных микронутриентов при создании комбинированных пищевых продуктов // Перспективы развития науки и образования в современных экологических условиях. Материалы VI Международной научно-практической конференции молодых учёных, посвящённой году экологии в России. Составитель Н.А. Щербакова. 2017. С. 571–575.

10. Шевченко, В.В., Асфондьярова, И.В., Демченко, В.А., Рыбалова Н.Б. Фарш из морепродуктов повышенной биологической ценности // Известия Санкт-Петербургского аграрного университета, 2017. №1 (46). С. 129–130.

11. Пономарёва Т.А. Инновационный способ производства мясных рубленых полуфабрикатов // Инновационные технологии в науке и образовании: материалы III Междунар. науч.-практ. конф. (Чебоксары, 23 окт. 2015 г.) / редкол.: О.Н. Широков [и др.] – Чебоксары: ЦНС «Интерактив плюс», 2015. – № 3 (3). С. 147–148. – ISSN 2413–3981.

12. Касьянов, Г.И., Деревенко, В.В., Франко Е.П. Технология переработки плодов и семян бахчевых культур. – Краснодар: Экоинвест, 2010. 148 с.

13. Васильева, А.Г., Касьянов, Г.И., Деревенко В.В. Комплексное использование тыквы и ее семян в пищевых технологиях. – Краснодар: КубГТУ,

2010. 144 с.

14. Сагайдаковская Е.С. Маркетинговые исследования потребительских предпочтений в сегменте рынка мясных полуфабрикатов Санкт-Петербурга // Торговля и сервис от настоящего к будущему: инновации в сфере товаров и услуг: Сборник трудов по материалам молодежной конференции (15-16 ноября 2017 года). СПб.: Курск ЗАО «Университетская книга», 2017. С. 253.

15. ГОСТ 33319-2015 Мясо и мясные продукты Метод определения массовой доли влаги. Введ. 2016-07-01. М. Стандартинформ, 2016. 6 с.

16. ГОСТ 25011-2017 Мясо и мясные продукты. Методы определения белка. Введ. 2018-07-01. М. Стандартинформ, 2017. 14 с.

17. ГОСТ 23042-2015 Мясо и мясные продукты Методы определения жираВведд. 2017-01-01. М. Стандартинформ, 2016. 16 с.

18. ГОСТ 31470-2012 Мясо птицы, субпродукты и полуфабрикаты из мяса птицы. Методы органолептических и физико-химических исследований. Введ. 2013-07-01. М. Стандартинформ, 2013. 41 с.

19. ГОСТ Р ИСО 5508-2010. Животные и растительные жиры и масла. Определение метиловых эфиров жирных кислот (FAME) газовой хроматографией. Введ. 2012-07-01. М. Стандартинформ, 2012. 10 с.

20. Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации. Методические рекомендации: М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2009. 36 с.

Статья поступила в редакцию 02.04.2019
Статья принята к публикации 22.05.2019

УДК 663.3

ОСОБЕННОСТИ ПОДГОТОВКИ СЫРЬЯ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ДИСТИЛЛЯТОВ ИЗ МАНДАРИНОВ

© 2019

Дубинина Елена Васильевна, кандидат технических наук,
ведущий научный сотрудник отдела технологии крепких напитков
Всероссийский научно-исследовательский институт пивоваренной, безалкогольной и винодельческой промышленности – филиал Федерального научного центра пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН (119021, Россия г. Москва, ул. Россолимо, 7, e-mail: elena-vd@yandex.ru)
Крикунова Людмила Николаевна, доктор технических наук,
ведущий научный сотрудник отдела технологии крепких напитков
Всероссийский научно-исследовательский институт пивоваренной, безалкогольной и винодельческой промышленности – филиал Федерального научного центра пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН (119021, Россия г. Москва, ул. Россолимо, 7, e-mail: cognac320@mail.ru)
Трофимченко Владимир Александрович, кандидат технических наук,
старший научный сотрудник отдела технологии крепких напитков
Всероссийский научно-исследовательский институт пивоваренной, безалкогольной и винодельческой промышленности – филиал Федерального научного центра пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН (119021, Россия г. Москва, улица Россолимо, 7, e-mail: vtrofimchenko@yandex.ru)

Аннотация. Плодовые водки относятся к особой группе крепких спиртных напитков, производимых на основе фруктовых дистиллятов. Эти напитки отличаются оригинальными вкусо-ароматическими характеристиками, отражающими особенности используемого сырья. При разработке новых видов таких напитков необходимо учитывать особенности биохимического состава исходного фруктового сырья. Каждый вид фруктов требует применения специфических технологических приемов на всех стадиях производственного процесса. Статья посвящена исследованию влияния различных технологических приемов, используемых на стадии первичной переработки и подготовки мандаринов к дистилляции на качественные характеристики мезги, предназначенной для дистилляции. В качестве объектов исследования в работе использовали подготовленные различными способами образцы мандариновой мезги. Опытные образцы мезги оценивали по составу летучих компонентов в пересчете на безводный спирт. В результате исследований выявлены значимые факторы, определяющие качественные характеристики подготовленного сырья: условия сбраживания, состав сбраживаемого сырья, температурные режимы и продолжительность мацерации. Установлено, что при использовании мандаринов в качестве сырья для производства дистиллятов по схеме, предусматривающей сбраживание мезги, обязательной является стадия отделения кожуры вместе с альбедо. При подготовке мандариновой мезги к дистилляции с использованием подбраживания с последующей мацерацией водно-спиртовым раствором рекомендовано добавлять до 2 % высушенной кожуры. Показано, что такой прием приводит к существенному повышению концентрации ароматобразующих компонентов.

Ключевые слова: плодовые водки, мандарины, особенности биохимического состава, мандариновая мезга, механический состав мезги, брожение, условия сбраживания, мацерация, продолжительность мацерации, качественный и количественный состав летучих компонентов.

THE FEATURES OF PREPARATION OF THE RAW MATERIALS IN THE PRODUCTION OF DISTILLATES FROM MANDARINS

© 2019

Dubinina Elena Vasilyevna, candidate of technical sciences,
Leading researcher of the Spirits Technology Department
All-Russian Scientific Research Institute of Brewing, Beverage and Wine Industry – Branch of V.M. Gorbatov Federal Research Center for Food Systems of RAS (119021, Russia, Moscow, Rossolimo St., 7, e-mail: elena-vd@yandex.ru)
Krikunova Ludmila Nikolaevna, doctor of technical sciences,
Leading researcher of the Spirits Technology Department
All-Russian Scientific Research Institute of Brewing, Beverage and Wine Industry – Branch of V.M. Gorbatov Federal Research Center for Food Systems of RAS (119021, Russia, Moscow, Rossolimo St., 7, e-mail: cognac320@mail.ru)
Trofimchenko Vladimir Alexandrovich, candidate of technical sciences,
Senior researcher of the Spirits Technology Department
All-Russian Scientific Research Institute of Brewing, Beverage and Wine Industry – Branch of V.M. Gorbatov Federal Research Center for Food Systems of RAS (119021, Russia, Moscow, Rossolimo St., 7, e-mail: vtrofimchenko@yandex.ru)

Abstract. The Fruit vodka are a special group of spirits produced on the basis of fruit distillates. These drinks are characterized by original taste and aroma characteristics, reflecting the characteristics of the raw materials used. When developing new types of such drinks, it is necessary to take into account the peculiarities of the biochemical composition of the initial fruit raw materials. Each type of fruit requires of using of the specific technological methods at all stages of the production process. The article is devoted to the study of the influence of various technological methods used at the stage of primary processing and preparation of mandarins for distillation on the quality characteristics of the pulp intended for distillation. The samples of mandarin pulp prepared in various ways was used as objects of research in the work. Experimental samples of the pulp were evaluated by the composition of volatile components in terms of anhydrous alcohol. As a result of researches the significant factors determining qualitative characteristics of the prepared raw materials was revealed: the conditions of fermentation, the composition of the fermentation raw materials, temperature regimes and the duration of maceration. It is established that when using mandarines as a raw material for the production of distillates according to the scheme providing for fermentation of pulp, the stage of separation of the peel together with albedo is mandatory. When preparing pulp of mandarins for distillation using partial fermentation followed by maceration with an aqueous alcohol solution, it is recommended to add up to 2 % of the dried peel. It was shown that this technique leads to a significant increase in the concentration of valuable volatile components.

Key words: fruit vodka, mandarins, features of biochemical composition, mandarin pulp, mechanical composition of pulp, fermentation, fermentation conditions, maceration, maceration duration, qualitative and quantitative composition of volatile components.

Введение. В связи с изменением приоритетов потребителей при выборе алкогольной продукции в Российской Федерации наметились тенденции увеличения спроса на крепкие спиртные напитки, обладающие оригинальными вкусо-ароматическими характеристиками. К этой группе напитков относятся, в том числе, плодовые водки, а также другие виды изделий на основе дистиллятов из растительного сырья [1, с. 142]. В связи с этим российскими специалистами разработан ряд инновационных технологий, предусматривающих использование широко распространенного фруктового сырья (слива, вишня, груша), а также нетрадиционного, в том числе дикорастущего [2 – 6]. К последнему виду относятся мандарины. Оценка литературных данных по биохимическому составу данного вида фруктового сырья показала, что плоды мандаринов содержат до 90 % воды, от 8 до 10 % сахаров, среди которых более половины составляет сахароза, 1-2 % органических кислот (основная - лимонная кислота) [7, с. 9]. В тоже время, исследованиями, проведенными во ВНИИПБиВП установлено, что сахаристость мандаринов зависит от региона произрастания и может достигать 150 г/дм3 [8]. Среди азотсодержащих веществ, которые составляют, в зависимости от региона, от 0,10 % до 0,20 % в пересчете на сухое вещество, преобладают свободные аминокислоты – до 70 % [9, 10]. Также следует отметить, что плоды мандарина богаты пектиновыми веществами, в первую очередь – растворимыми формами, что создает определенные трудности при получении дистиллятов с допустимыми значениями по содержанию метанола. Основная часть пектиновых веществ сырья сосредоточена в альбедо – части плода, находящейся между кожицей и дольками с соковыми мешочками [11]. Другой особенностью данного вида сырья является высокое содержание эфирного масла, в состав которого входит 98 % монотерпеновых углеводородов: d-лимонен, α-пинен, цитраль, мирцен, n-цимол, терпинолен, каприловый и другие альдегиды, метиловый эфир антраниловой кислоты [12,с.165;13,14]. Основная масса эфирных масел сосредоточена в поверхностной части кожуры плодов – флаведо.

При производстве фруктовых дистиллятов большое внимание уделяется стадии подготовки сырья к дистилляции. Традиционно в винодельческой отрасли существует несколько способов переработки фруктового сырья, который определяется в зависимости от вида сырья [15,с.221]:

- сбраживание целых плодов, мезги или фруктового сока (Способ I);
- подбраживание мезги с последующим спиртованием (Способ II);
- мацерация не ферментированных фруктов или ягод в растворе этилового спирта (Способ III).

Известно, что основными ароматобразующими компонентами фруктовых дистиллятов, полученных из сброженного сырья, являются вторичные продукты брожения, которые создают основу их аромата, при этом очень важно сохранить ароматические компоненты, присущие данному виду фруктов или ягод, так как ароматические компоненты исходного сырья придают дополнительные специфические оттенки в аромате и вкусе дистиллятов и напитков на их основе [16;17,с.501].

Цель настоящей работы заключалась в сравнительной характеристике способов подготовки мандаринов к дистилляции, а также выявлении значимых факторов, определяющих качественные характеристики подготовленного сырья.

Объекты и методы исследования. В качестве объектов исследования в работе использовали подготовленные различными способами образцы мандариновой мезги. Мандариновую мезгу готовили из смеси плодов различных сортов мандаринов. Исходные кондиции мандариновой мезги: массовая концентрация сахаров в пересчете на инвертный

сахар – 105-115 г/дм^3, массовая концентрация титруемых кислот в пересчете на лимонную кислоту – 8,9-9,2 г/дм^3.

Качественный и количественный состав летучих компонентов в образцах мезги определяли газохроматографическим методом на газовом хроматографе «Thermo Trace GC Ultra» (Thermo, USA)» с пламенно-ионизационным детектором по ГОСТ 33834-2016 [18].

Как известно основная часть ароматических компонентов цитрусовых плодов, включая мандарины, сосредоточена в кожуре, которая составляет до 27 % от массы плода. С целью выяснения возможности использования кожуры для повышения эффективности производства и получения высоко ароматичного дистиллята при использовании способа, предусматривающего сбраживание сырья (способ I) была проведена серия экспериментов по сбраживанию мезги различного состава. Были подготовлены следующие образцы сброженной мезги: сбраживание мезги из очищенных плодов – образец 1.1; сбраживание мезги из плодов с кожурой (неочищенных) – образец 1.2; сбраживание мезги, полученной из смеси очищенных (50 %) и неочищенных (50 %) плодов – образец 1.3; сбраживание мезги, полученной из смеси очищенных (90 %) и неочищенных (10 %) плодов – образец 1.4.

Результаты исследования и их обсуждение. Брожение образцов проводили в одинаковых условиях при температуре 22-25 ºС без доступа воздуха. Продолжительность процесса в образцах 1.1 и 1.4 в среднем составляла 5-6 дней. Продолжительность брожения в образцах 1.2 и 1.3 составила 13 и 10 дней, соответственно, что обусловлено угнетающим воздействием на дрожжи высокой концентрации фенольных соединений и эфирных масел, содержащихся в кожуре.

Образцы сброженной мандариновой мезги характеризовались крепостью на уровне 5,8 - 6,5 % об. Они существенно отличались по своим органолептическим характеристикам. В аромате образцов, полученных из неочищенных плодов или с большой их концентрацией (50 %), ощущался резкий цитрусовый тон, а во вкусе присутствовала сильная горечь. В образце 1.4, полученном с минимальным внесением кожуры, также присутствовала горечь во вкусе, хотя аромат был более приятным.

На основании результатов газохроматографического исследования установлено, что основными летучими компонентами сброженной мандариновой мезги, не зависимо от образца, являлись высшие спирты (таблица 1).

Таблица 1 – Влияние состава исходного сырья на качественный и количественный состав основных летучих компонентов сброженной мезги

Наименование компонента	Массовая концентрация, мг/дм^3 б.с. *			
	Образец 1.1	Образец 1.2	Образец 1.3	Образец 1.4
Ацетальдегид	476	935	674	502
Этилацетат	21	78	53	32
Метанол	689	1830	1350	895
1 -пропанол	218	206	210	189
Изобутанол	1213	1294	1203	1227
Изоамилол	2865	2768	2576	2761
Фенилэтиловый спирт	893	436	560	752
Всего летучих компонентов, за исключением метанола	6452	5855	5387	5519

**При определении суммы летучих компонентов учитывались все идентифицированные летучие компоненты, некоторые из них в иллюстративных материалах не представлены*

Суммарная концентрация 1-пропанола, изобутанола и изоамилола составляла от 67 до 76 % от общего содержания летучих компонентов. Высокое содержание высших спиртов в сброженной мандариновой мезге связано с большой концентрацией свободных аминокислот, которые являются предшественниками образования соответствующих высших спиртов. При этом отмечено, что состав сбраживаемой мезги не оказывает существенного влияния на концентрацию высших спиртов. Она варьируется в пределах 3989-4296 мг/дм^3 б.с.

Напротив, выявлена четкая зависимость массовой концентрации ацетальдегида и этилацетата от количества неочищенных плодов в составе сбраживаемой мезги – с увеличением их доли содержание данных летучих компонентов возрастало. Концентрация фенилэтилового спирта, придающего дистиллятам характерные цветочно-медовые оттенки [16], имела противоположную зависимость. Вероятно, это обусловлено негативным влиянием эфирных масел кожуры на дрожжевые клетки, что приводит к изменению их метаболизма. В результате этого может происходить повышенное образование таких вторичных продуктов брожения как ацетальдегид и уксусная кислота. А подавление бродильной активности дрожжей может привести к уменьшению

содержания фенилаланина – предшественника фенилэтилового спирта.

Полученные экспериментальные данные по содержанию метанола (строго регламентированного по показателям безопасности компонента) показали, что при использовании мандаринов в качестве сырья для производства дистиллятов по схеме, предусматривающей сбраживание мезги (способ I), обязательной является стадия отделения кожуры, включая альбедо и флаведо.

При подготовке сырья к дистилляции кроме сбраживания мезги (способ I) был использован способ II, предусматривающий подбраживание мезги на чистой культуре винных дрожжей с последующим спиртованием путем добавления водно-спиртового раствора крепостью 45 % об. (с добавлением и без добавления кожуры). Цель подбраживания в технологии столовых фруктовых вин из сырья с высоким содержанием пектиновых веществ заключается в том, чтобы повысить выход жидкой фракции за счет разрушения полимерных структур сырья [19, с. 127]. Подбраживание фруктового сырья в технологии дистиллятов позволяет, во-первых, обогатить мезгу ценными летучими компонентами, хотя и в меньшей степени, чем при полном сбраживании; во-вторых, в результате мацерации сырья повышается степень перехода компонентов в жидкое состояние при его обработке водно-спиртовым раствором [20]. Концентрация водно-спиртового раствора на уровне 45 % об. выбрана исходя из практики ликёро-водочного производства [21].

При подбраживании в качестве сырья использовали мезгу из очищенных плодов мандаринов. Процесс осуществляли при температуре 22-25 °С в течение 24 часов. Крепость подброженной мезги составляла 2,5-3,5 % об., содержание сахаров не более 50 % от их первоначальной концентрации.

Водно-спиртовую смесь крепостью 45 % об. добавляли в мезгу в соотношении 1:1 по объему. Для определения оптимальной продолжительности мацерации подброженной мезги водно-спиртовым раствором была снята динамика накопления летучих компонентов (таблица 2). Установлено, что независимо от длительности контакта подброженной мезги и водно-спиртовой смеси суммарное содержание летучих компонентов в образцах мезги, подготовленной по способу II, существенно ниже, чем в образцах, подготовленных по способу I. Также было установлено, что максимальная суммарная концентрация энантовых эфиров и высших спиртов накапливается к концу третьих суток мацерации. Дальнейшее увеличение продолжительности мацерации ухудшает качественные характеристики подготовленного сырья за счет повышения концентрации ацетальдегида (почти в два раза) и метанола – более чем на 40 % по сравнению с концентрацией, определенной в образце на 3-е сутки мацерации. Таким образом, полученные данные позволили определить оптимальную продолжительность процесса – 2-3 суток (48-72 час) при заданной температуре.

Таблица 2 – Влияние продолжительности мацерации на состав основных летучих компонентов подготовленного сырья

Наименование компонента	Массовая концентрация, мг/дм^3, б.с.					
	1 сутки	2 суток	3 суток	4 суток	5 суток	6 суток
Ацетальдегид	54,7	69,5	84,3	159,6	160,8	161,0
Этилацетат	4,5	5,8	6,7	9,9	10,1	10,5
Сумма энантовых эфиров	4,5	6,3	9,4	7,6	8,0	8,3
Метанол	269,1	383,0	417,5	702,2	705,5	706,4
1 -пропанол	12,1	13,5	22,0	21,5	22,3	22,0
Изобутанол	26,0	27,4	38,6	39,0	39,1	39,3
Изоамилол	34,1	42,4	56,1	61,4	62,2	62,3
Фенилэтиловый спирт	13,5	14,3	15,7	15,7	16,6	16,8
Всего летучих компонентов, за исключением метанола	155,3	185,2	237,4	320,7	325,8	326,0

На основании литературных данных [12,19] и собственных исследований нами было сделано предположение, что внесение в подброженную мезгу на стадии мацерации кожуры позволит улучшить аромат подготовленного сырья за счет повышенного содержания эфирных масел, терпеновых спиртов, эфиров высших жирных кислот и высших спиртов. Для получения сопоставимых результатов эксперимента предварительно отделенную кожуру мандаринов подвергали сушке до влажности около 10 %. Мацерацию осуществляли в одинаковых условиях в течение 2-х суток. В качестве контроля использовали образец без кожуры.

Установлено, что дополнительное внесение в подброженную мандариновую мезгу сушеной кожуры в количестве 1-3 % приводит к повышению суммарного содержания летучих компонентов (таблица 3).

Таблица 3 – Влияние количества вносимой высушенной кожуры на состав основных летучих компонентов подготовленного сырья

Наименование компонента	Массовая концентрация, мг/дм^3				
	контроль	1,0 %	1,5 %	2,0 %	3,0 %
Ацетальдегид	69,5	69,5	70,0	84,3	85,7
Этилацетат	5,8	6,7	7,6	8,1	9,0
Сумма энантовых эфиров	6,3	9,4	9,8	10,5	11,0
Метанол	383,0	409,4	428,7	434,4	728,6
1 -пропанол	13,5	22,4	26,0	27,2	28,7
Изобутанол	27,4	47,5	48,0	52,4	53,3
Изоамилол	42,4	96,0	105,4	112,7	113,7
Фенилэтиловый спирт	14,3	21,1	24,7	25,1	25,8
Всего летучих компонентов, за исключением метанола	185,2	282,9	300,0	326,2	335,4

Как видно из представленных данных, в процессе мацерации незначительно повышается концентрация ацетальдегида, этилацетата и энантовых эфиров, растет концентрация метанола (за исключением образца с внесением 3,0 % кожуры). Также было отмечено, что использование кожуры приводит к повышению содержания всех основных высших спиртов. Выявленный факт может быть связан как с особенностями биохимического состава кожуры, так и с изменением активной кислотности среды, с повышением которой, как известно, усиливается кислотный гидролиз с образованием летучих ароматобразующих компонентов [22].

Таким образом, результаты газохроматографического анализа, а также проведенный дополнительно органолептический анализ образцов подготовленной мезги позволили рекомендовать при использовании способа II внесение высушенной кожуры до 2,0 % по отношению к весу исходной мезги.

Подготовка мезги к дистилляции по способу III (однократная мацерация свежей мандариновой мезги в водно-спиртовом растворе крепостью 45 % об.) включала смешивание мандариновой мезги с водно-спиртовым раствором в соотношении 1:1 (по объему) и выдержку в течение 6-ти суток при температуре 23±2ºС с периодическим перемешиванием (2-3 раза в день) и отбором проб.

Установлено, что в процессе мацерации на протяжении 6 суток концентрация всех летучих компонентов повышалась в среднем на 30-40 % по сравнению с образцом, выдержанным в течение одних суток (таблица 4).

Таблица 4 – Влияние продолжительности мацерации свежей мезги на состав основных летучих компонентов подготовленного сырья

Наименование компонента	Массовая концентрация, мг/дм^3 б.с.			
	1 сутки	3 суток	5 суток	6 суток
Ацетальдегид	33,0	30,0	39,7	43,2
Этилацетат	3,0	3,9	3,0	5,1
Метанол	94,7	128,7	147,4	149,8
1 -пропанол	2,6	4,3	5,4	5,0
Изобутанол	-	0,1	0,3	0,8
Изоамилол	7,3	10,0	10,3	10,7
Фенилэтиловый спирт	1,7	2,0	2,3	2,7
Всего летучих компонентов, за исключением метанола	51,2	52,5	61,8	68,3

Представленные данные свидетельствуют о том, что по сравнению с образцами, полученными с использованием способа II, содержание летучих компонентов в мезге, подготовленной путем мацерации было, в среднем, в 6 раз меньше. В этих образцах отсутствовали энантовые эфиры, а содержание основных высших спиртов, составляющих основу аромата фруктовых дистиллятов, было ниже пороговых значений.

Выводы. Обобщая полученные результаты, для подготовки мандариновой мезги к дистилляции можно рекомендовать два способа – сбраживание измельченных плодов после отделения кожуры, альбедо и флаведо в анаэробных условиях, либо подбраживание очищенного сырья с последующим внесением до 2 % высушенной кожуры и мацерацией водно-спиртовым раствором с объемной долей этилового спирта 45 % в течение двух – трех суток.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Техническое регулирование производства и оборота винодельческой продукции и спиртных напитков. Регламент Европейского союза / под ред. Л.А. Оганесянца, А.Л. Панасюка. М.: Промышленно-консалтинговая группа «Развитие», 2009. 200 с.

2. Оганесянц Л.А., Песчанская В.А., Алиева Г.А., Дубинина Е.В. Способ получения вишневого дистиллята. Патент РФ № 2487928. Опубл.: 20.07.2013. Бюл. № 23.

3. Оганесянц Л.А., Песчанская В.А., Дубинина Е.В., Лорян Г.В. Способ получения шелковичного дистиллята. Патент РФ № 2560266. Опубл.: 20.08.2015. Бюл. № 23.

4. Оганесянц Л.А., Песчанская В.А., Дубинина Е.В. Способ производства дистиллята из черной смородины. Патент РФ № 2609659. Опубл.: 02.02.2017. Бюл. № 4.

5. Оганесянц Л.А., Песчанская В.А., Дубинина Е.В., Трофимченко В.А. Разработка исходных требований к грушевому дистилляту для производства плодовой водки // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2014. – № 1. – С. 36–38.

6. Оганесянц Л.А., Песчанская В.А., Дубинина Е.В. Способ производства дистиллята из малины. Патент РФ № 2651489. Опубл.: 19.04.2018. Бюл. № 11.

7. Федоренко В.С. Главнейшие субтропические плодовые культуры. Киев: Изд-во АН УССР, 1985. 122 с.

8. Kafkas E., Polatöz S., Koç N.K. Quantification and Comprison of Sugas, Carboxyl Acids and Vitamin C Components of Various Citrus Species by HPLC Techniques // Journal of Agricultural Science and Technology. 2011. Vol. 5, No. 2, Pp. 175–180.

9. Bermejo A., Llosa MJ., Cano A. Analysis of bioactive compounds in seven citruc cultivars // Food Sci Technol Intl., 2011. – № 17. – P. 55-62.

10. Abeysinghe D., Sun C., Zhang W., Zhou C., Chen K. Bioactive compounds and antioxidant capacities in different edible tissues of citrus fruit of four species // Food Chemistry. 2007. No. 104, Pp. 1338-1344.

11. Гогия В.Т. Биохимия субтропических растений. М.: Колос, 1984. 288 с.

12. Забусова В.В., Демакова Е.А., Паршикова В.Н., Степень Р.А. Эфирные масла из отходов реализации и потребления плодов цитрусовых // Химия растительного сырья. 1999. № 4. С. 105–111.

13. Айба Л.Я., Одабашян Ф.И., Фогель В.А. Новые перспективные сорта и формы цитрусовых для промышленного возделывания на Черноморском побережье Кавказа // Субтропическое и декаративное садоводство. – 2004. – № 2 (39). – С. 413–418.

14. Оганесянц Л.А., Панасюк А.Л., Рейтблат Б.Б. Теория и практика плодового виноделия // М.: Промышленно-консалтинговая группа «Развитие», 2011. – 396 с.

15. ГОСТ 33834-2016 Продукция винодельческая и сырье для ее производства. Газохроматографический метод определения массовой концентрации летучих компонентов. – Введен 2018-01-01. – М.: Стандартинформ, 2016. – 11 с.

16. Оганесянц Л.А., Песчанская В.А., Дубинина Е.В., Осипова В.П., Алиева Г.А. Качественный и количественный состав летучих компонентов плодовых водок // Виноделие и виноградарство. 2013. № 6. С. 22–24.

17. Алексанян К.А., Ткачук Л.А. Технология производства фруктово-ягодных натуральных вин / под общ. ред. Ловкиса З.В. Минск: Беларус. навука, 2012. 246 с.

18. Дубинина Е.В., Осипова В.П., Трофимченко В.А. Влияние способа подготовки сырья на состав летучих компонентов и выход дистиллятов из малины // Пиво и напитки. 2018. № 1. С. 28–32.

19. Бачурин П.Я., Смирнов В.А. Технология ликеро-водочного производства // М.: Пищевая промышленность, 1975. – 325 с.

20. Оганесянц Л.А., Панасюк А.Л., Кузьмина Е.И., Песчанская В.А., Борисова А.Л. Совершенствование технологии переработки груши для производства дистиллятов // Виноделие и виноградарство. 2013. № 2. С. 10–13.

Статья поступила в редакцию 04.04.2019
Статья принята к публикации 22.05.2019

УДК 664(045)

АНАЛИЗ ПРЕДПОЧТЕНИЙ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ В ОТНОШЕНИИ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ ДЕСЕРТНЫХ СОУСОВ

© 2019

Аверьянова Елена Витальевна, кандидат химических наук, доцент кафедры биотехнологии
Бийский технологический институт (филиал)
Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова
(659305, Россия, Алтайский край, г. Бийск, ул. Имени Героя Советского Союза Трофимова, 27, e-mail: lena@bti.secna.ru)
Белоусова Дарья Дмитриевна, магистрант кафедры биотехнологии
Бийский технологический институт (филиал)
Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова
(659305, Россия, Алтайский край, г. Бийск, ул. Имени Героя Советского Союза Трофимова, 27, e-mail: belousova.dd@bti.secna.ru)

Аннотация. В статье приведены результаты маркетингового исследования по выявлению потребительских предпочтений в выборе специализированных десертных соусов. В рамках исследования проведен сбор первичной социологической информации, подготовка данной информации к обработке, анализ обработанной информации и формирование выводов. В настоящее время в мире особенно остро стоит проблема медико-социальной причины заболеваний, связанных с нарушением углеводного обмена, а как следствие сахарного диабета и увеличения массы тела, являющихся следствием неумеренного потребления легкоусвояемых углеводов. Потребители имеют в широком доступе разнообразные пищевые продукты, которые содержат в своем составе огромное количество простых сахаров, и употребляют их, не задумываясь о потенциальном вреде здоровью. В связи с этим создание специализированного пищевого продукта с низким содержанием простых сахаров – десертного соуса является актуальным и востребованным. В статье приводятся результаты опроса респондентов относительно их предпочтений в отношении специализированного десертного соуса. Показано, что потребители заинтересованы в выходе на рынок специализированного десертного соуса, поскольку сегодня соус является продуктом ежедневного спроса. В ходе проведенного исследования было опрошено 200 жителей Алтайского края в возрасте от 18 до 55 лет. Выявлено мнение респондентов относительно основных потребительских достоинств десертного соуса, таких как ингредиентный состав, качество продукта и его вкусовые характеристики, а также цена, торговая марка, дизайн и вид упаковки.

Ключевые слова: специализированный продукт, здоровое питание, сахарный диабет, заболевания эндокринной системы, десертный соус, сахарозаменитель, маркетинговые исследования, предпочтения потребителей.

THE ANALYSIS OF PREFERENCES OF CONSUMERS CONCERNING SPECIALIZED DESSERT SAUCES

© 2019

Averyanova Elena Vitalyevna, Candidate of Chemical Sciences,
Associate Professor Department of «Biotechnology»
Biysk Institute of Technology (branch) of the Altai State Technical University of I.I. Polzunov
(659305, Russia, Biysk, Hero of the Soviet Union Trofimov St., 27, e-mail: lena@bti.secna.ru)
Belousova Darya Dmitriyevna, graduate student Department of «Biotechnology»
Biysk Institute of Technology (branch) of the Altai State Technical University of I.I. Polzunov
(659305, Russia, Biysk, Hero of the Soviet Union Trofimov St., 27, e-mail: belousova.dd@bti.secna.ru)

Abstract. The article presents the results of a marketing research to identify consumer preferences in the choice of specialized dessert sauces. As part of the study, primary sociological information was collected, this information was prepared for processing, analysis of the processed information and the formation of conclusions. Currently, the world is particularly acute problem of medical and social causes of diseases associated with impaired carbohydrate metabolism, and as a result of diabetes and weight gain, resulting from the inappropriate consumption of easily digestible carbohydrates. Consumers have wide access to a variety of foods that contain in their composition a huge amount of simple sugars, and consume them without thinking about the potential harm to health. In this regard, the creation of a specialized food product with a low content of simple sugars - dessert sauce is relevant and in demand. The article presents the results of a survey of respondents regarding their preferences regarding specialized dessert sauce. It has been shown that consumers are interested in entering the market for a specialized dessert sauce, since today sauce is a product of daily demand. In the course of the study, 200 residents of the Altai Territory aged 18 to 55 were surveyed. The opinion of respondents regarding the main consumer advantages of dessert sauce, such as ingredient composition, product quality and taste, as well as price, brand, design and type of packaging, was revealed.

Keywords: specialized product, healthy food, diabetes, diseases of the endocrine system, dessert sauce, sugar substitute, market researches, preferences of consumers.

Введение. На сегодняшний день к приоритетным задачам правительственных программ в области пищевой промышленности и здорового питания относятся: обеспечение специализированными продуктами питания населения, особенно страдающего нарушением углеводного обмена и вывод этих продуктов на отечественный продовольственный рынок [1,2]. В реалиях современной рыночной экономики главным условием успеха является выпуск принципиально новых продуктов и постоянное расширение их ассортимента, поскольку требования потребителей становятся все более взыскательными, а конкурентная борьба все более ожесточенной. Производители создают новые, более привлекательные для потребителя продукты питания и напитки, которые не всегда отвечают принципам здорового питания [3].

Основным требованием при построении диетотерапии граждан, имеющих определенные проблемы со здоровьем, является введение в их ежедневный рацион специализированных продуктов питания. Пищевые продукты специализированного назначения предназначены, в том числе, для профилактики заболеваний, связанных с углеводным обменом, а также для обеспечения сбалансированности диеты людей, уже страдающих данными заболеваниями [4].

Наиболее распространенным заболеванием, связанным с нарушением углеводного обмена, является сахарный диабет (СД). Особенно остро проблема заболевания СД стоит в экономически и социально развитых странах – рост количества заболевших неуклонно растет и сопровождается тяжелейшими осложнениями заболеваний сердечнососудистой системы и ранней смертности. Люди имеют в широком доступе самые разнообразные и изысканные продукты питания, которые в большинстве своем содержат огромное количество легкоусвояемых углеводов. Неумеренное их потребление является ключевой причиной развития СД, особенно на фоне малой физической активности, следствием которой является быстрое увеличение массы тела (ожирение повышает риск заболевания СД в 20 раз) [5-7]. По данным Всемирной Организации Здравоохранения (ВОЗ) в мире на сегодняшний день насчитывается уже около 422 млн. человек больных СД, причем в год по причине СД умирает около 1,5 миллиона человек, в том числе молодые люди от 18 лет и дети [8]. По прогнозам ВОЗ уже к 2030 году число больных СД возрастет до 550 млн. человек [9].

В связи с этим одним из приоритетных направлений решения сложившейся проблемы является создание продуктов питания с модифицированным углеводным профилем [10]. Сегодня на прилавках торговых сетей широко представлены следующие продукты специализированного питания массового потребления: каши, молочные продукты, напитки, хлебобулочные изделия, джемы, фруктовые, мясные, овощные консервы. Вопросами создания, разработки и выпуска на рынок такого рода продуктов занимаются ученые разных регионов России: Кубанский государственный технический университет, Калининградский государственный технический университет, Кемеровский государственный университет, Алтайский государственный технический университет и многие другие.

До недавнего времени высоким потребительским спросом пользовались лишь соусы на основе майонеза и кетчупа (томатной пасты). Однако в последние годы наметилась тенденция создания принципиально новых продуктов данного типа, например, популярностью стали пользоваться десертные соусы, о которых еще 5 лет назад было известно крайне мало [11]. Так в сфере общественного питания (*HoReCa*), часто и в домашней кулинарии, практически нет десертов, а иногда и мясных блюд, которые были бы не приправлены десертным соусом. В то же время культура питания населения России стала больше похожа на западноевропейскую, в которой явно выражена тенденция в потреблении разнообразных соусов [12].

Как показывает опыт, при создании специализированного пищевого продукта, в частности десертного соуса, необходим комплексный подход с привлечением специалистов не только пищевой промышленности, но и экспертов в торговле и маркетинге, которые однозначно могут спрогнозировать сегмент рынка и предпочтения целевого потребителя, а также рентабельность производства [13,14].

Изучение потребности населения при разработке инновационного продукта – специализированного десертного соуса является ключевым этапом его производства. Данная мера способствует пониманию потребности и желаний потенциальных потребителей в отношении данной категории продукта, их платежеспособность, частоту и мотивации приобретения. Эти критерии позволяют определить возможность и целесообразность реализации продукта на отечественном продовольственном рынке [15,16].

Согласно проведенным аналитическим исследованиям в настоящее время на российском рынке отсутствуют предприятия, производящие десертные соусы специализированного назначения. В то же время следует отметить, что в России налажено производство десертных соусов или как их еще называют – топпинги: ООО «ДЖЕЛАТО» (г. Москва); ООО «Альценой-БАД» (г. Климовск); Компания «Спум Фудс» (г. Королев); ООО «Красота – Сад мечты» (г. Томск); ООО «Верона М» (г. Москва). За рубежом производством десертных соусов занимаются следующие крупные компании, продукция

которых импортируется в Россию: *«The Kraft Heinz Company»* (США г. Питтсбург); *«The Hershey Company»* (США г. Херши); *«Nestle Societe Anonyme»* (Швейцария г. Веве); *«Schwartaues Werke GmbH & Co.KGaA»* (Германия г. Бад-Швартау); ООО ПТП «Агропереработка» (Украина г. Ровно); *«MEC3»* (Италия г. Гимини); *«Fabbri 1905»* (Италия г. Болонья).

Соусы представленных фирм производятся из измельченных и перетертых ягод или фруктов, кукурузного или глюкозного сиропа, воды, пектина или крахмала в качестве гелеобразователей, сахара, красителей, ароматизаторов, стабилизаторов, консервантов и регуляторов кислотности. Согласно представленной в общем доступе информации, ни одно из перечисленных предприятий не занимается производством специализированных соусов без внесения сахара, т.е. с использованием сахарозаменителей. Данный факт говорит о том, что производство специализированного десертного соуса может быть востребовано на продовольственном рынке.

По результатам патентного поиска выявлен лишь один десертный соус, содержащий подсластивающее вещество стевиозид Е960 [17]; в основном данная категория продуктов вырабатывается с использованием сахарозы в качестве основного рецептурного компонента [18-22].

Целью исследования является анализ предпочтений населения в отношении специализированного десертного соуса, содержащего исключительно натуральные компоненты и разрешенного к употреблению лицам с заболеваниями эндокринной системы.

Объекты и методы исследования. Исследование предпочтений потребителей проведено методом социологического опроса на основе анкеты, разработанной на базе Интернет-проекта «Анкетолог», созданного АО «Институт общественного мнения Анкетолог», путем прямого распространения рассылки анкеты через социальные сети.

Исследование проводилось в три этапа: первый этап необходим для сбора первичной социологической информации, на втором этапе собранную информацию приводили к виду удобному для обработки и на третьем этапе осуществили комплексную обработку полученной информации и формулирование выводов относительно поставленной задачи.

В ходе эксперимента было опрошено 200 жителей Алтайского края в возрасте от 18 до 55 лет. Провести опрос граждан старше 55 лет не представлялось возможным, поскольку среди старшей возрастной группы пользователей социальных сетей крайне мало.

Результаты и их обсуждение. Среди опрашиваемых респондентов оказалось 61 % женщин и 39 % мужчин. Распределение респондентов по возрастам представлено на рисунке 1.

Среди респондентов, принявших участие в опросе, в возрасте от 18 до 30 лет оказалось 15 % мужчин и 22 % женщин, в возрасте от 31 года до 40 лет мужчины оказались более активны (16 %), чем женщины (20 %) и в возрасте от 41 года до 55 лет мужчин, принявших участие в опросе 8 % и 19 % женщин.

Респондентам было предложено ответить на ряд вопросов, касающихся их предпочтений в отношении соусов. Распределение ответов на вопрос «Как часто вы употребляете различные соусы?» представлено на рисунке 2.

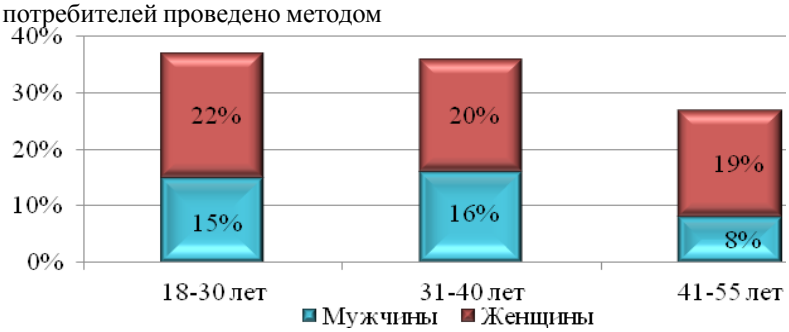


Рисунок 1 – Распределение респондентов по полу и возрасту

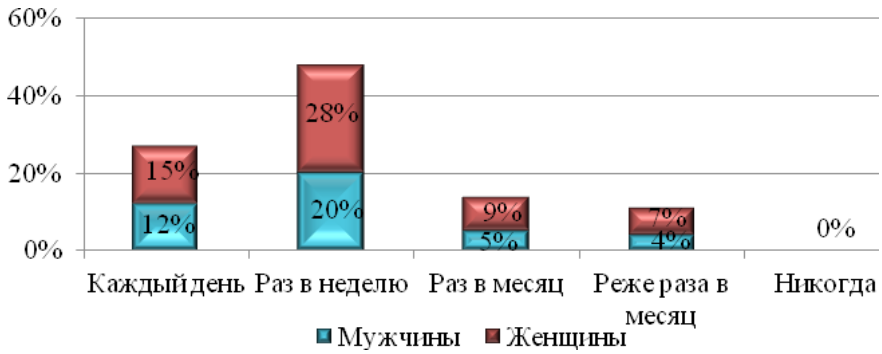


Рисунок 2 – Частота употребления соусов

Согласно данным рисунка 2 ответы на этот вопрос распределились следующим образом: более четверти опрошенных (27 %) употребляют соусы каждый день, что позволяет отнести соус к продуктам повседневного спроса; почти половина (48 %) употребляют соусы раз в неделю; 14 % и 11 % потребителей могут позволить себе соусы раз в месяц и реже, соответственно; респондентов никогда не употребляющих соусы среди опрошенных не оказалось. Полученные результаты свидетельствуют о высокой востребованности различных соусов в кулинарии и общественном питании.

На следующем этапе опроса респондентам предложено было ответить, необходимо ли пополнить ассортимент специализированных продуктов питания десертными соусами, которые возможно употреблять в пищу не только непосредственно нуждающимся в них людям, но и гражданам, ведущим здоровый образ жизни и заботящимся о своем здоровье. Среди опрошенных 8 % дали отрицательный ответ, их мнение в дальнейшем не учитывалось.

Наиболее важные потребительские свойства специализированного десертного соуса, выявленные в результате опроса, представлены на рисунке 3. Потребительские свойства оценивались по шкале от 1 до 5, где 1 – совсем не важно, 5 – очень важно.

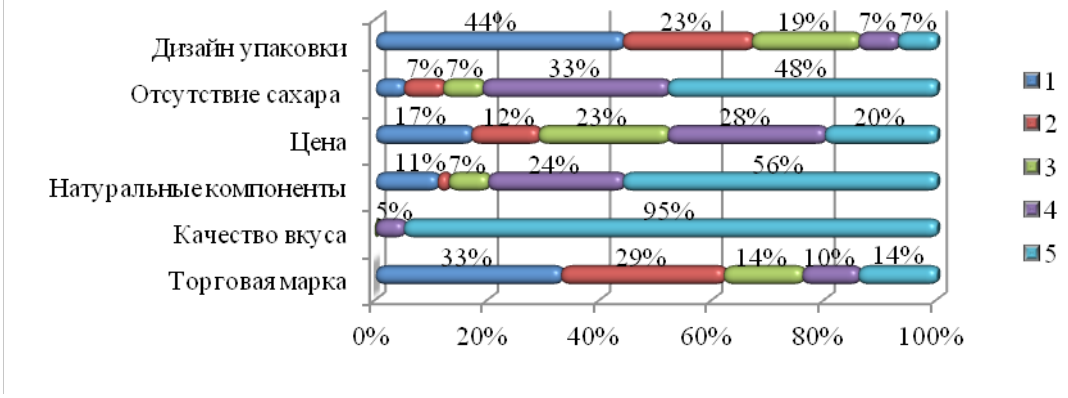


Рисунок 3 – Оценка потребительских свойств при выборе специализированного десертного соуса

Как и ожидалось, качество вкуса – это наиболее важное потребительское свойство для большинства респондентов, что вполне логично, даже специализированный продукт питания с обоснованным действием должен обладать высоким качеством вкуса. Следующим по важности свойством потребители отметили наличие натуральных компонентов, что абсолютно оправдано для данной категории продукта. Также опрашиваемые считают важным отсутствие в данном продукте сахара и консервантов, т.е. потребители на самом деле заинтересованы в создании специализированного соуса, который был бы предназначен для питания людей с нарушением углеводного обмена. Меньше всего респонденты обратили бы внимание на торговую марку продукта и дизайн упаковки, поскольку широко рекламируемые бренды и яркая упаковка не всегда являются гарантией высокого качества продукта. Что касается цены предлагаемого соуса, то здесь мнения разделились – для половины (4 и 5 по шкале) респондентов цена играет решающую роль в принятии решения о покупке, другая же часть респондентов практически не обращает внимания на стоимость продукта.

Далее респондентам предложено было решить, какая вкусовая основа для десертного соуса наиболее предпочтительна – шоколадная (Ш), плодово-ягодная (П), сливочная (С) или карамельная (К). Ответы для разного пола и возраста представлены на рисунке 4 а) и 4 б), соответственно.

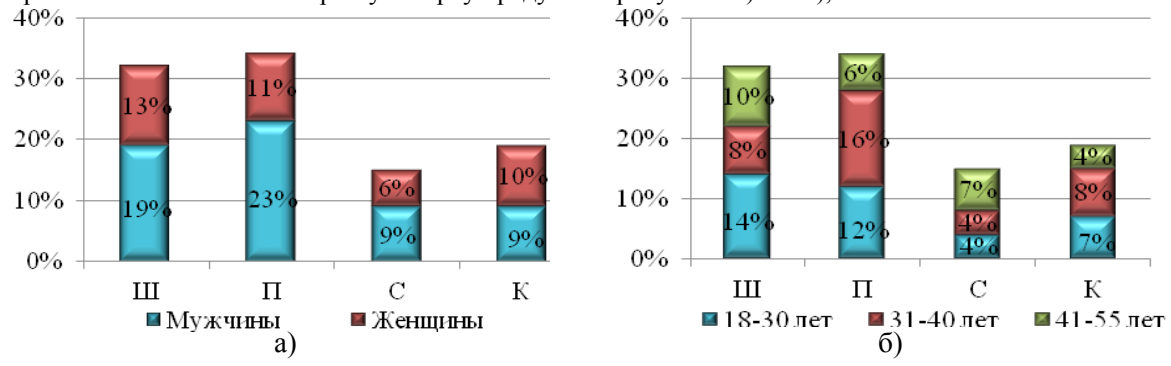


Рисунок 4 – Вкусовые предпочтения полов и разных возрастных групп в отношении десертных соусов

Наиболее удачной вкусовой основой для десертного соуса 34 % респондентов, из которых 23 % женщин, считают плодово-ягодную. Вероятно, это связано с тем, что плоды и ягоды ассоциируются с сырьем, содержащим витамины, минеральные вещества и пищевые волокна. Среди опрошенных

13 % мужчин и 19 % женщин посчитали, что для подобного продукта подойдет шоколадная основа, которая для многих потребителей является традиционной. Сливочная и карамельная вкусовые основы пользуются наименьшей популярностью среди респондентов – 15 % и 19 %, соответственно. Причем у женщин самые популярные вкусовые основы шоколадная и плодово-ягодная, мужчины наименьший интерес проявили к сливочному и карамельному вкусам.

Для потребителей в возрасте от 18 до 30 лет наиболее предпочтительным оказался шоколадный и плодово-ягодный вкус.

Практически половина опрошенных в средней возрастной группе выбрала также плодово-ягодный вкус (16 %). Среди респондентов старшей возрастной группы наибольшей популярностью пользуются шоколадный и сливочный вкусы – 10 % и 7 %, соответственно.

На заключительном этапе опроса респондентам было предложено выбрать наиболее удобный вид упаковки для десертного соуса (рисунки 5 а) и 5 б)).

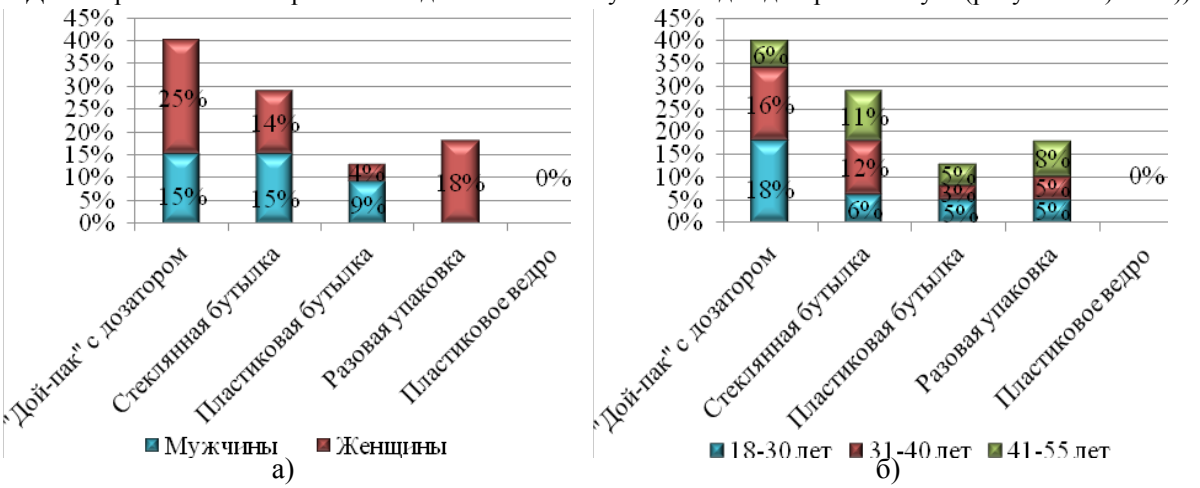


Рисунок 5 – Предпочтения полов и разных возрастных групп в отношении упаковки десертных соусов

Упаковке «Дой-пак» с дозатором отдали предпочтения 40 % респондентов, из которых 25 % женщины, которые, очевидно, привыкли к удобству упаковки ставших уже традиционными соусов – кетчупа и майонеза. Среди опрошенных 29 % сочли стеклянную бутылку хорошей упаковкой для соуса, которая ассоциируется с продуктом высокого качества, причем мужчины и женщины здесь сходятся во мнении. По мнению 18 % женщин и разовая упаковка тоже имеет место быть, в то время как мужчины такой тип упаковки не рассматривают вообще. Меньше всего (13 %) опрошенных отдали предпочтение пластиковой бутылке, из которых 9 % – мужчины. И ни один из респондентов не считает нужным упаковывать соус в такую объемную упаковку как пластиковое ведро.

Среди респондентов в возрасте 18-30 лет наибольшей популярностью пользуется упаковка «Дой-пак» с дозатором, вероятно, ввиду простоты использования и универсальности. Респонденты группы 31-40 лет также отдают предпочтение данному виду упаковки, а также их привлекает стеклянная бутылка. Третья возрастная группа также больше заинтересована в стеклянной бутылке. Пластиковая бутылка и разовая упаковка оказались практически одинаково малоинтересны всем возрастам потребителей.

Заключение. На основании проведенных исследований можно сделать вывод, что потребители готовы к появлению на рынке специализированного десертного соуса, который наряду с традиционными соусами может стать продуктом ежедневного спроса. Полученные результаты свидетельствуют о заинтересованности потребителей в данном продукте, поэтому вывести его на продовольственный рынок в настоящее время целесообразно и возможно. Социологический опрос показал, что специализированный десертный соус должен содержать исключительно натуральные компоненты, в нем должны отсутствовать легкоусвояемые углеводы и консерванты; потребитель отдает предпочтение плодово-ягодной вкусовой основе, а также удобной в ежедневном использовании упаковке «Дой-пак» с дозатором.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Основы государственной политики Российской Федерации в области здорового питания населения на период до 2020 года: Распоряжение Правительства РФ от 25.10.2010 № 1873-р // Рос. Газ. – 2010. – 3 ноября, № 5328. – 19 с.

2. Стратегия развития пищевой и перерабатывающей промышленности Российской Федерации до 2020 года: Распоряжение Правительства Российской Федерации от 17.04.2012 № 559-р [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://docs.cntd.ru/document/902343994 (дата обращения 17.11.2018).

3. Савенкова Т.В. Роль пищевой промышленности в диетической терапии населения / Т.В. Савенкова, Е.А. Солдатова, Т.Л. Киселева // Вопросы пи-

тания. – 2015. – № 6. – С. 107–115.

4. Резниченко И.Ю. Теоретические аспекты разработки и классификации кондитерских изделий специализированного назначения / И. Ю. Резниченко, Е. Ю. Егорова // Техника и технология пищевых производств. – 2013. – № 3. – С. 133–138.

5. Глобальная стратегия в области режима питания, физической активности и здоровья. Доклад секретариата [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://apps.who.int/gb/ebwha/pdf_files/WHA57/A57_9-ru.pdf?ua=1 (дата обращения 17.11.2018).

6. Морозова А.А. Научное обоснование и приоритеты создания специализированных пищевых продуктов для диетотерапии больных сахарным диабетом 2 типа / А.А. Морозова, Е.М. Кадукова // Медико-биологические проблемы жизнедеятельности. – 2017. – № 1(17). – С. 70–77.

7. The European health report 2015/ Targets and beyond – reaching new frontiers in evidence. The European health report 2015. (ISBN 978 92 890 1430 4).

8. Phodes E.T., Prosser L.A., Hoerger T.J., Lieu T. et. al. Estimated morbidity and mortality in adolescents and young adults diagnosed with Type 2 diabetes mellitus // Diabet. Med. 2013. Vol. 29, № 4. P. 453–463.

9. Глобальный доклад по диабету. – Женева: Всемирная организация здравоохранения, 2018. 88 с.

10. Тутельян В.А. Приоритеты в разработке специализированных пищевых продуктов оптимизированного состава для больных сахарным диабетом 2 типа / В.А. Тутельян, Х.Х. Шарафетдинов, И. А. Лапик и др. // Вопросы питания. – 2014. – № 6. – С. 41–51.

11. Аверьянова Е.В. Десертные соусы из ягодного сырья Сибири как продукт здорового питания / Е.В. Аверьянова // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. – 2019. – № 1 (54). – С. 51–58.

12. Утешева С.Ю. Тенденции в создании майонезов и соусов функционального назначения / С.Ю. Утешева, А.П. Нечаев // Масложировая промышленность. – 2007. – № 3. – С.12–16.

13. Виданов Н.П. Новые продукты: разработка и вывод на рынок // Переработка молока. – 2013. – № 12(170). – С. 6–11.

14. Тутельян В.А. Анализ нормативно-технической базы в сфере специализированной пищевой продукции в Российской Федерации / В.А. Тутельян, Н.В. Жилинская, В.А. Саркисян, А.А. Кочеткова // Вопросы питания. – 2017. – № 6. – С. 29–35.

15. Вакуленко О.В. Анализ рынка и оценка потребительских мотиваций при выборе соусов / О.В. Вакуленко, Е.В. Челяпов, О.С. Воронцова // Новые технологии. – 2012. – №1. – С. 4–10.

16. Москалев С.М. Оценка покупательского поведения на продовольственном рынке / С.М. Москалев, Э.А. Каськ // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – 2017.. – № 3(48). – С. 117–123.

17. Соус ягодный : пат. 2640837 Рос. Федерация, МПК A23L 23/00 / Агафонова Е.В., Барашкина Е.В., Третьякова Н.Р., Роговенко И.А.; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет». – № 2017110171; заявл. 27.03.2017; опубл. 12.01.2018, Бюл. № 2. – 3 с.

18. Способ выработки десертного соуса: пат. 2512822 Рос. Федерация, МПК A23L 1/39 / Квасенков О.И., Петров А.Н.; заявитель и патентообладатель Квасенков О.И. – № 2012152982/13; заявл. 10.12.201; опубл. 10.04.2014, Бюл. № 10. – 2 с.

19. Функциональный диетический десерт: пат. 2583309 Рос. Федерация, МПК A23L 23/00 / Клюкина О.Н., Птичкина Н.М., Никитина Т.А.; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО «Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова». – № 2015110408/10; заявл. 23.03.2015; опубл. 10.05.2016, Бюл. № 13. – 5 с.

20. Способ получения десертного соуса: пат. 2512813 Рос. Федерация, МПК A23L 1/39 / Квасенков О.И., Петров А.Н.; заявитель и патентообладатель Квасенков О.И. – № 2012152986/13; заявл. 10.12.2012; опубл. 10.04.2014, Бюл. № 10. – 2 с.

21. Соус ягодный: пат. 2640837 Рос. Федерация, МПК A23L 21/12 / Агафонова Е.В., Барашкина Е.В., Третьякова Н.Р., Роговенко И.А.; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет». – № 2017110171; заявл. 17.03.2017; опубл. 12.01.2018, Бюл. № 2. – 4 с.

22. Фруктовый соус: пат. 2600615 Рос. Федерация, МПК A23L 23/00 / Черниченко В.В.; заявитель и патентообладатель Черниченко В.В. – № 2015124430/13; заявл. 24.06.2015; опубл. 27.10.2016, Бюл. № 30. – 3 с.

Статья поступила в редакцию 01.04.2019
Статья принята к публикации 22.05.2019

УДК 631

ТЕХНИЧЕСКОЕ РЕШЕНИЕ ПОВЫШЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ХЛЕБА ПРИ ВОЙСКОВОМ ХЛЕБОПЕЧЕНИИ

© 2019

Кононов Александр Валерьевич, адъюнкт
Военная академия материально-технического обеспечения имени генерала армии А.В. Хрулева
(199034, Россия, г. Санкт-Петербург, наб. Макарова, 8, e-mail: avkon1976@yandex.ru)

Аннотация. В целях повышения качества готовой продукции полученной в результате принудительной стабилизации температуры во внутренних слоях свежеиспеченного хлеба предложена техническая разработка «Устройство для интенсификации охлаждения хлеба и хлебобулочных изделий». Техническое решение направлено на создание вакуума и снижение времени охлаждения при минимизации потерь на усушку, расходов на энергоресурсы и повышение качественных характеристик хлеба и хлебобулочных изделий за счет использования звукокапиллярных эффектов. Техническая разработка реализуется за счет интенсификации объемного процесса охлаждения хлебобулочных изделий путем совместного применения эффектов низкого вакуума и мощного ультразвука в импульсном режиме, позволяющего в 2-3 раза снизить затраты на создание вакуума в камере охлаждения и более полно использовать ультразвуковой капиллярный эффект с мгновенным испарительным процессом выходящей на поверхность изделия влагой.

Ключевые слова: устройство, хлеб, интенсификации охлаждения хлебобулочных изделий.

TECHNICAL DECISION TO IMPROVE THE INDICATORS OF BREAD QUALITY AT MILITARY BAKERY

© 2019

Kononov Alexander Valerievich, adjunct
Military Academy of Material and Technical Support named after Army General A.V. Hruleva
(199034, Russia, St. Petersburg, emb. Makarova, 8, e-mail: avkon1976@yandex.ru)

Abstract. In order to improve the quality of finished products resulting from the forced stabilization of temperature in the inner layers of freshly baked bread, a technical development called “Device for intensifying the cooling of bread and bakery products” was proposed. The technical solution is aimed at creating a vacuum and reducing the cooling time while minimizing losses to shrinkage, energy costs and improving the quality characteristics of bread and bakery products through the use of sound-capillary effects. Technical development is realized due to the intensification of the bulk process of cooling bakery products by jointly applying the effects of low vacuum and high-power ultrasound in a pulsed mode, allowing 2-3 times lower costs for creating a vacuum in the cooling chamber and more fully using the ultrasonic capillary effect with an instantaneous evaporative process on the surface of the product moisture.

Keywords: device, bread, bakery products cooling intensification.

Введение. В целях реализации Государственных программ РФ «Развитие науки и технологий» на 2013–2020 годы, «Развитие оборонно-промышленного комплекса», Стратегии развития морской деятельности РФ до 2030 года, а также развития системы материально-технического обеспечения военнослужащих [1,2,3,4,5], в частности продовольственного обеспечения, необходима разработка перспективных технических и технологических решений, обеспечивающих повышение эффективности технологического оборудования и процессов хлебопечения в сложных природно-климатических условиях. Анализ исследований показал, что работы в данном направлении ведутся [6,7,8,9,10,11,12, 13,14,15], но они не решают задачу интенсификации выдачи свежеиспеченного хлеба потребителям. Для решения поставленной задачи необходима разработка теплового аппарата, обеспечивающего интенсификацию термостимуляции свежеиспе-ченного хлеба.

Цель исследований. В целях повышения качественных показателей увеличения срока хранения свежеиспеченного хлеба в сложных природно-климатических условиях, предложено техническое решение устройство для интенсификации охлаждения хлеба и хлебобулочных изделий УОХ-2 (рисунок 1).

Условия, материалы и методы. Техническое решение направлено на повышение показателей качества хлеба и хлебобулочных изделий за счет создания вакуума и использования звукокапиллярных эффектов ультразвука в импульсном режиме в начальный период охлаждения свеежевыпеченного хлеба при минимизации потерь на усушку, снижении расходов на энергоресурсы, при резком снижения продолжительности термостимуляции.

Техническое решение реализуется за счет совместного применения эффектов низкого вакуума и ультразвука в импульсном режиме, обеспечивающих интенсификацию объемного процесса охлаждения хлеба и хлебобулочных изделий.

Синергия полей позволяет в 2-3 раза снизить затраты на создание вакуума в камере охлаждения и более полно использовать ультразвуковой капиллярный эффект обеспечивающий мгновенный испарительный процесс выхода на поверхность изделия влаги с тепловой энергией.

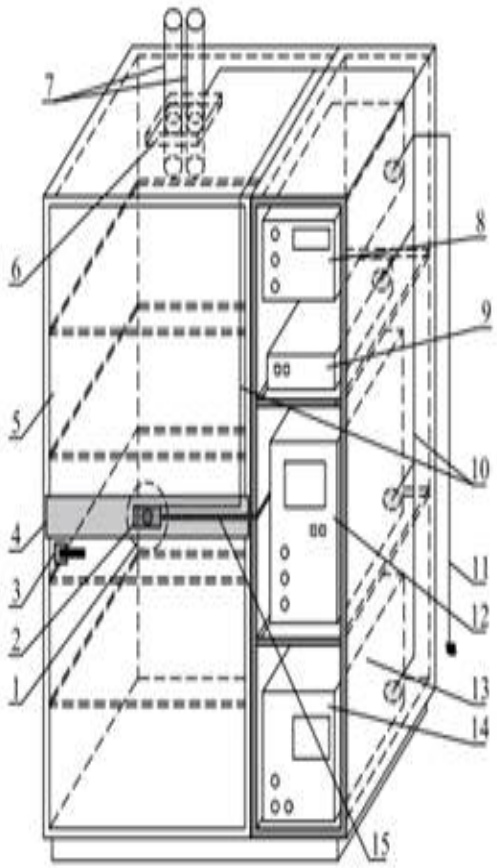


Рисунок 1 – Устройство для интенсификации охлаждения хлеба (УОХ-2):
1 – ультразвуковой излучатель; 2 – ультразвуковой преобразователь; 3 – ручка; 4 – крепежная планка; 5 – дверка; 6 – вентилятор;
7 – устройство сообщения с атмосферой и перекрывающим клапаном; 8 – блок управления;
9 – импульсный ультразвуковой генератор;
10 – шина; 11 – кабель; 12 – компрессор; 13 – корпус;
14 – вакуумный насос; 15 – шланг

Ультразвук в импульсном режиме начинает действовать немедленно в начале процесса охлаждения, принудительно диспергируя и выгоняя воду и пары на поверхность корочки хлеба и тем самым интенсифицируя испарительный процесс в первые минуты, в то время как вакуум еще действует на охлаждение незначительно из-за его недостаточного значения. И лишь в конце второй и на третьей минуте действие вакуума превуалирует над процессами ультразвука, интенсивность которых с вакуумированием падает, но хлеб уже охладился до 50-55°С [16].

Устройство для интенсификации охлаждения хлебобулочных изделий отличается тем, что обработка хлеба осуществляется в герметизированной камере охлаждения с воздухорегулирующей системой пароконвектомата, связанной с вакуумирующим компрессором, создающем отрицательное давление вакуума (Р=0,5 атм и ниже), а кроме того в дверку жестко встроен ультразвуковой излучатель, подающий в камеру охлаждения ультразвуковые волны в импульсном режиме (рисунок 2) [17,18,19, 0].

Устройство для фиксации ультразвукового концентратора к металлической дверке шкафа для охлаждения хлеба в рабочее состояние приводится следующим образом: ультразвуковой излучатель (1) вставляется в отверстие *5*, плотно фиксируясь на 360° уплотнителем (4). Фиксируется шайба, клин фиксируется в пазу. Крепежная гайка крепится на болт (13) через отверстие и затягивается гайкой (12).

Предложенное устройство для фиксации ультразвукового концентратора к металлической дверке устройства для интенсификации охлаждения хлеба позволяет осуществить жесткое крепление ультразвукового излучателя в дверке, без снижения герметичности камеры охлаждения, обладает новизной и существенными отличиями от прототипа, обеспечивающими ему новые полезные характеристики.

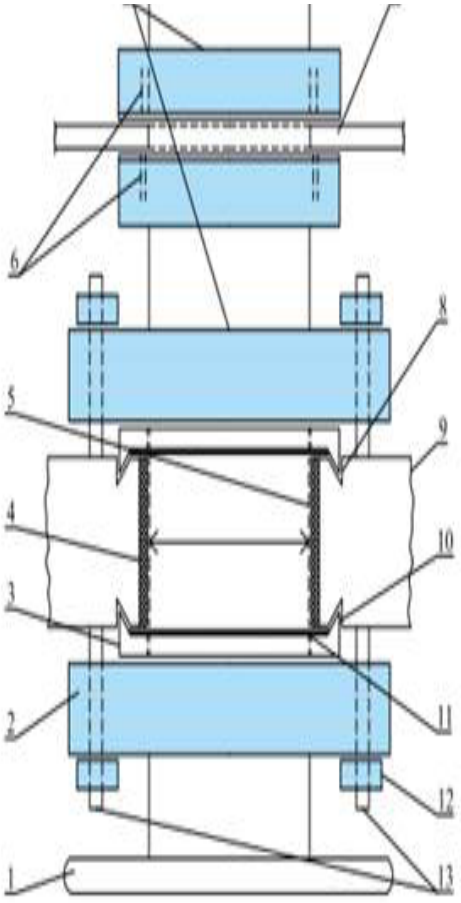


Рисунок 2 – Устройство для фиксации ультразвукового концентратора в дверке шкафа для охлаждения хлеба:
1 – ультразвуковой излучатель;
2 – крепежная гайка; 3 – шайба; 4 – уплотнитель;
5 – отверстие; 6 – буртик; 7 – пластина; 8 – паз;
9 – металлическая дверка; 10 – клин;
11 – прокладка; 12 – гайка; 13 – болт

Устройство для интенсификации охлаждения хлебобулочных изделий содержит общую для всех функциональных узлов автоматизированную систему управления, камеру охлаждения с теплоизолированным корпусом, вакууммирующий компрессор, воздухораспределительную систему, подключенную к каналам приточного и вытяжного воздуха и системе воздуховодов, расположенных в камере охлаждения, а также импульсный ультразвуковой генератор с ультразвуковым излучателем.

Камера охлаждения содержит дверь загрузки-выгрузки. Внутри теплоизолированного корпуса камеры охлаждения расположены решетки-полки для охлаждаемых хлебобулочных изделий.

Решетки-полки изготовлены из пруткового материала – это обеспечивает равномерный доступ разреженного воздуха и ультразвука к горячим хлебобулочным изделиям [17]. Схема работы устройства показана на рисунке 3.

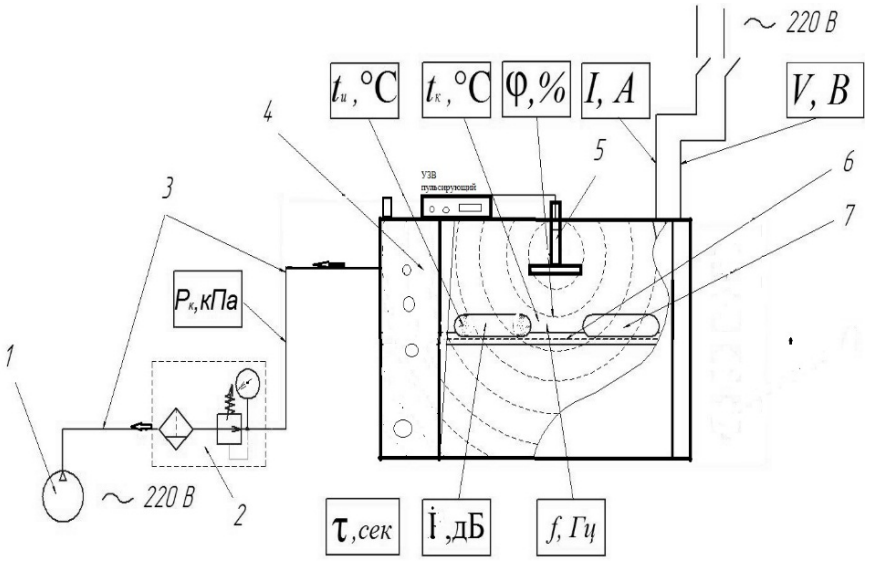


Рисунок 3 – Схема режимов работы вакуум-ультразвукового устройства для интенсификации охлаждения хлеба и хлебобулочных изделий: 1 – вакууммирующий компрессор; 2 – воздухорегулирующая система; 3 – вакуумирующие воздуховоды; 4 – блок управления; 5 – генератор импульсного УЗВ с ультразвуковым излучателем и программным блоком управления всей установки; 6 – камера охлаждения; 7 – хлебобулочное изделие

При откачивании паров из камеры охлаждения вакуумированием изменяется равновесие между фактическим давлением и давлением их насы-щенных паров. Интенсивное испарение влаги, тем более в присутствии ультразвука, который ее интенсивно выдавливает на поверхность изделия и диспергирует, ускоряя испарение, сопровождается отбором тепла от свежеиспеченного хлеба и вызывает его охлаждение. При практическом отсутствии теплопритоков извне испарение и кипение жидкости приводит к одновременному охлаждению каждой частицы материала до температуры насыщенных паров воды, соответствующей давлению в камере охлаждения. Так как паропроницаемость материалов считается высокой, то в них не возникают заметных градиентов давления и соответствующих им градиентов равновесной температуры.

При использовании в процессе охлаждения синергии полей (низкого давления вакуума и ультразвука в импульсном режиме), повышается объем продукта, пористость изделия равномерная, исключается появление микротрещин на корочке хлеба и хлебобулочных изделий. При этом вкусовые и ароматические свойства изделий не ухудшаются. Более продолжительный срок хранения изделий обуславливается тем, что при вакуумном охлаждении происходит резкое снижение температуры. При вакуумно-ультразвуковом охлаждении развитие микроорганизмов сводится к минимуму, и изделия остаются долгое время свежими, не плесневеют и не увеличивают кислотность.

Интенсификация охлаждения свежеиспеченного хлеба решается с помощью применения в камере охлаждения импульсного генератора, обеспечивающего мощность облучения хлебобулочных изделий до 10 Вт/см^2. В таком поле развиваются значительные акустические течения. Поэтому воздействие ультразвука в импульсном режиме на среду порождает более специфические эффекты. Даже при минимизации кавитации возникают звукокапиллярный эффект, диспергирование, эмульгирование, дегазация, обеззараживание, локальный нагрев и многие другие [16].

При откачке воздуха и водяных паров, поступающих в камеру от охлаждаемых продуктов, внутри влажного пористого продукта создаются условия для изоэнтропного объемного испарения и кипения жидкости. В отсутствии теплопритоков извне испарение и кипение жидкости приводит к одновременному охлаждению каждой частицы продукта

до температуры насыщенных паров воды. Поэтому охлаждение во время роста вакуума и в присутствии пульсирующего ультразвука хлебобулочных изделий существенно ускоряет их охлаждение. Ультразвук в большей степени активизирует этот процесс с первых секунд обработки свежеиспеченного хлеба (t мякиша=97°С), выполняя важнейшую роль по развитию мелкопористости мякиша, каналов откачки паров, облегчая и углубляя воздействие постепенно увеличивающегося вакуума.

Передвижение одной волны возмущения ультразвука способствует созданию вакуума у поверхности, и подсосу новых порций охлаждающего воздуха. Мякиш при этом охлаждается быстрее и равномернее, так как при озвучивании ультразвук многократно отражается от стен камеры и изделий, и проникает во все трещины и раковины заготовки, снижая термическое сопротивление тепло-и массопереносу. При этом важную роль играет звукокапиллярный эффект, увеличивая на порядок массообмен с паровой средой аппарата.

Оказываемое воздействие ультразвуковых волн на физические и химические процессы, протекающие в процессе охлаждения, позволяет улучшить качественные показатели готового продукта, увеличить сроки хранения, сократить энергозатраты и создать продукты с новыми потребительскими свойствами. При этом важно, резкое снижение образующихся канцерогенных веществ при охлаждении, несмотря на повышенную в 3-4 раза мощность импульсного ультразвука при охлаждении (2). Ведь УЗВ работает на заявленной мощности всего около 10 % от продолжительности охлаждениявремени малыми временными отрезками, за которое не наблюдается перегрев органических веществ и не идет разложение их на перекиси и другие вредные вещества (рисунок 4) [18,19].

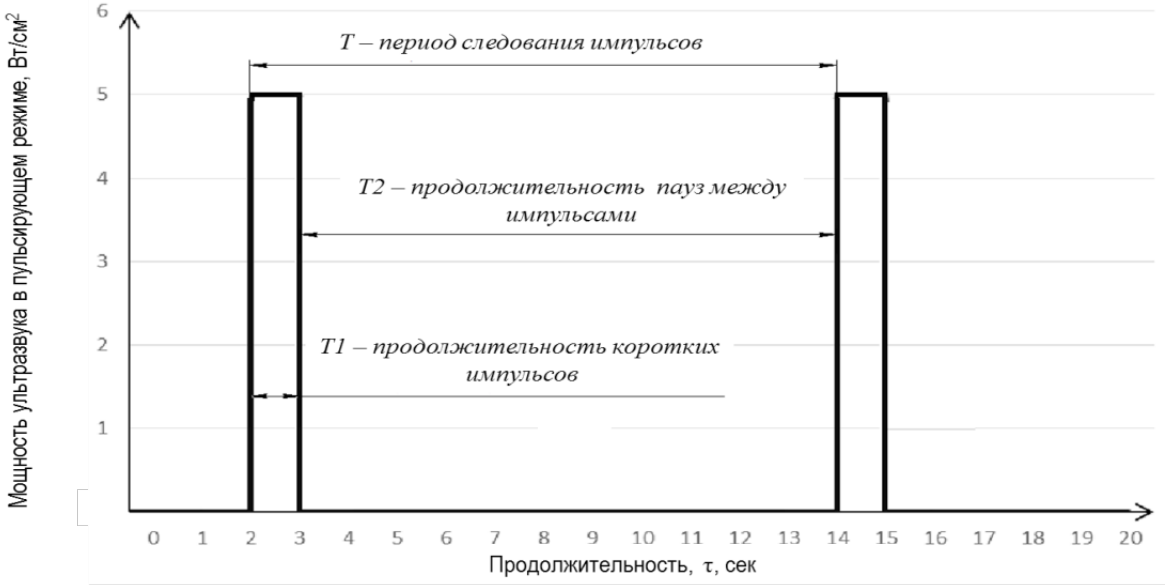


Рисунок 4 – Диаграмма включения / выключения силовых каскадов ИУЗГ

Мякиш подвергается микроколебаниям на глубину до десятка сантиметров (при мощности ультразвука 4-5 Вт/см²), что способствует интенсивной отдаче тепла и равномерному распространению его внутри изделий в момент прерывания ультразвука. При этом частицы муки в тесте получают ускорения до 2-4 q.

Результаты и обсуждение. Эксперименты показали, что:

1) температура корки хлеба при помещении его после выпечки в камеру охлаждения составляет около 112°С, мякиша 97–98 °С, но уже через 3–4 минуты температура хлеба во всем объеме быстро снижается и близка к температуре среды в камере (около 30°С). Под действием вакуума, градиента влажности и капиллярного эффекта ультразвука происходит исключительно быстрое перемещение влаги из внутренних слоев к поверхности хлеба. Влажность корки после выпечки быстро увеличивается в предложенной камере, достигая значения равновесной влажности для остывшего хлеба (12-14 %) (таблица 1);

2) достигнуты минимальные потери массы влаги при охлаждении хлеба при остывании в регулируемом вакууме и в поле импульсного ультразвука (вместо 6,3% - 4,7%);

3) установлена полная адаптация к сложным условиям эксплуатации и удобство технического обслуживания оборудования, надежность всех узлов и автоматики, современный дизайн позволяют обеспечить индивидуальный подход к процессу выработки быстро охлажденной продукции без снижения показателей качества;

4) применение ультразвукового генератора мощностью 300 Вт, промышленной частотой 22 кГц в импульсном режиме при созданном в камере охлаждения отрицательном давлении (Р=0,5 атм и ниже), в 2-3 раза менее энергозатратно (рисунок 5).

Таблица 1 – Результаты экспериментальных исследований охлаждения хлеба с использованием ультразвукового генератора и импульсного ультразвукового генератора

Вид обработки свежеиспеченного хлеба	Масса хлеба, кг	Режим обработки		Расход электроэнергии, кВт/ч		Максимальная плотность интенсивности обработки, Вт/см^2
		температура, °С	продолжительность, мин	шкаф с УЗГ	шкаф с ИУЗГ	
Хлеб формовой из муки ржаной обойной						
с УЗГ	1,7	97 – 230	10 – 11	5,8	0,6	2,2
с ИУЗГ	1,7	97 – 230	6 – 7	5,6	0,6	до 10
Хлеб формовой из муки ржаной обдирной и пшеничной 1 сорта						
с УЗГ	1,5	97 – 230	9 – 10	4,8	0,6	2,2
с ИУЗГ	1,5	97 – 230	6 – 6,5	4,6	0,6	до 10
Хлеб формовой из муки пшеничной 1 сорта						
с УЗГ	1,2	97 – 230	9– 9,5	4,57	0,6	2,2
с ИУЗГ	1,2	93 – 230	5 – 6	4,57	0,6	до 10

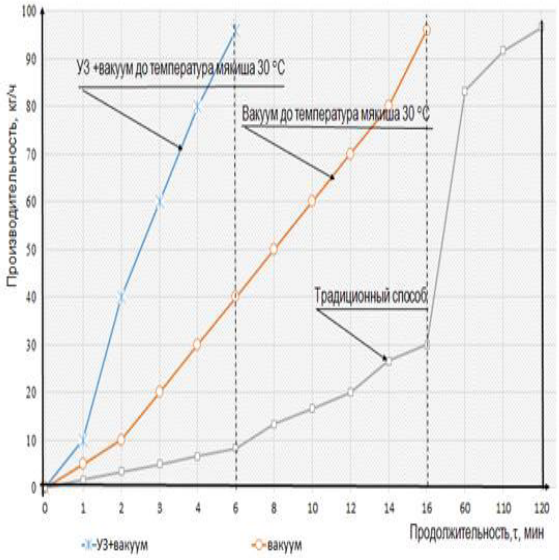


Рисунок 5 – Зависимость производительности устройства для интенсификации охлаждения хлеба УОХ-2 от использования ультразвука в импульсном режиме и отрицательного давления вакуума

Зависимость (рисунок 5) показывает рост производительности по охлаждению примерно в 10 раз.

Выводы. Таким образом, устройство для интенсификации охлаждения хлебобулочных изделий УОХ-2 позволяет ускорить процесс охлаждения свежеиспеченного формового хлеба при снижении потерь на усушку, расходов на энергоресурсы, без снижения качества хлеба и хлебобулочных изделий за счет использования звукокапиллярных эффектов и отрицательного давления вакуума (Р=0,05 атм). Предложенное устройство УОХ-2 может быть при производстве хлеба в полевых условиях, что обеспечит снижение содержания производственных площадей и ускорит выдачу свежеиспеченного хлеба потребителям.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Целыковских А.А., Курбанов А.Х., Плотников В.А. Система материально-технического обеспечения военной организации государства: особенности функционирования и перспективы развития в современных экономических условиях // Управленческое консультирование. 2014. № 12 (72). С. 16–28.

2. Топоров А.В., Бабенков В.И. Методологические основы военно-экономической эффективности интегрированной системы материально-технического обеспечения / Известия Российской академии ракетных и артиллерийских наук. 2017. № 4 (99). С. 13–22.

3. Бабенков В.И., Бабенков А.В. Нормативно-методическое обеспечение государственных заказов по приоритетным инновационным проектам // В сборнике: Теория и практика приоритетных научных исследований. Сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции: в 4–х частях. 2016. С. 112–114.

4. Топоров А.В., Бабенков В.И. Обоснование концептуальных подходов к оценке военно-экономической эффективности системы материально-технического обеспечения группировки войск (сил)/ Вопросы оборонной техники. Серия 16: Технические средства противодействия терроризму. 2016. № 9–10 (99–100). С. 110–114.

5. Целыковских А.А., Бычков А.В., Курбанов А.Х. Направления совершенствования материально-технического обеспечения коллективных сил безопасности ОДКБ // Военная мысль. 2016. № 11. С. 21–28.

6. Сычев А.А., Романчиков С.А. Инновационные решения в сфере производства продукции агропромышленных предприятий //В сборнике: Неделя науки СПбПУ материалы научной конференции с международным участием. Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого. 2016. С. 61–63.

7. Романчиков С.А., Алексеев Г.В., Леу А.Г., Карпачев Д.В. Измельчение пищевого сырья нетрадиционными способами // Хранение и переработка сельхозсырья. 2017. № 9. С. 24–28.

8. Романчиков С.А., Николюк О.И. Инновационные решения для повышения пищевой ценности продовольственного пайка // В сборнике: Ресурсное обеспечение силовых министерств и ведомств: вче-

ра, сегодня, завтра сборник статей II Международной научно-практической конференции. 2016. С. 308–311.

9. Алексеев Г.В., Савельев А.П., Николюк О.И. Расширение ассортимента хлебобулочной продукции и ресурсосбережения процесса выпечки // Ползуновский Вестник, Барнаул, АГТУ, № 2. 2018. С. 60–65.

10. Романчиков С.А. Изменение условий разработки новых продуктов питания для импортозамещения в условиях экономических санкций // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. 2017. № 4 (49). С. 178–183.

11. Алексеев Г.В., Романчиков С.А. Савельев А.П. Возможности изготовления энерго-ресурсосберегающих емкостей для приготовления пищи // Хранение и переработка сельхозсырья. 2018. № 3. С. 83–88.

12. Ермошин Н.А. Романчиков С.А. Совершенствование производства хлебопродуктов для группировок войск (сил) в особых условиях // Военная мысль. 2018. № 3. С. 19–26.

13. Романчиков С.А. Инновационная технология макаронных изделий повышенной пищевой ценности с использованием ультразвуковой магнитострикционной обработки муки / Романчиков С.А. // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. 2018. № 2–3 (362–363). С. 56–61.

14. Романчиков С.А. Шкаф для термостимуляции хлеба при отрицательном давлении вакуума в поле ультразвука // Вестник Международной академии холода. 2018. № 4. С.22–27.

15. Романчиков С.А. Устройство для ультразвуковой ускоренной сушки макаронных изделий в поле инфракрасного излучения // Ползуновский вестник. 2018. № 1. С. 70–76.

16. Романчиков С.А. Технология изготовления хлеба с использованием электрической хлебопекарной печи ХПЭ-ИУЗ с ультразвуком в импульсном режиме // Пищевая промышленность. 2019. № 2. С. 44–48.

17. Патент 184226. Российская Федерация, МПК A21D 15/02 Шкаф для охлаждения хлеба (ШОХ-1). / Кононов А.В. (RU), Пахомов В.И. (RU), Целыковских А.А. (RU), Романчиков С.А. (RU), Николюк О.И. (RU); заявитель и патентообладатель Федеральное государственное казенное военное образовательное учреждение высшего образования «Военная академия материально-технического обеспечения» имени генерала армии А.В. Хрулева (RU). – № 2018123096 приор 25.06.2018, опубл 18.10.2018, Бюл. № 29.

18. Хмелев В.Н., Барсуков Р.В., Леонов Г.В., Ильченко Е.В. Исследование работы электронного генератора ультразвукового технологического аппарата в импульсном режиме // Ползуновский вестник № 2, 2014.

19. Хмелев В.Н. Ультразвуковые многофункциональные и специализированные аппараты для интенсификации технологических процессов в промышленности // Барнаул: АлтГТУ, 2007. – 416 с.

20. Патент РФ 184996 Российская Федерация, МПК A21B 3/00 Устройство для фиксации ультразвукового концентратора в дверке шкафа для охлаждения хлеба. / Романчиков С.А. (RU); Кононов А.В. (RU); Пахомов В.И. (RU); заявитель и патентообладатель Федеральное государственное казенное военное образовательное учреждение высшего образования «Военная академия материально-технического обеспечения» имени генерала армии А.В. Хрулева (RU). – № 2018123098 приор 25.06.2018, опубл 16.11.2018, Бюл. № 32.

Статья поступила в редакцию 02.04.2019
Статья принята к публикации 22.05.2019

УДК 664.951

ОБОСНОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КИНОА В ПРОИЗВОДСТВЕ РЫБНЫХ ПОЛУФАБРИКАТОВ И ИССЛЕДОВАНИЕ ИХ ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ СВОЙСТВ

©2019

Асфондьярова Ирина Владимировна, кандидат технических наук, доцент,
доцент Высшей школы сервиса и торговли
Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого
(194064, Россия, г. Санкт-Петербург, ул. Политехническая, 29, e-mail: ririna25@mail.ru)
Демченко Вера Артемовна, кандидат технических наук, старший преподаватель
Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики
(191002, Россия, г.Санкт-Петербург, ул. Ломоносова, 9, e-mail: dem8484@gmail.com)
Кучерявенко Маргарита Андреевна, магистрант
Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого
(194064, Россия, г. Санкт-Петербург, ул. Политехническая, 29, e-mail: kucherjvenko@lenta.ru)

Аннотация. Главной задачей для пищевой промышленности, в том числе рыбной является обеспечение населения высококачественной безопасной продукцией. Популярным направлением в достижении данной задачи стало производство рыбных полуфабрикатов и кулинарных изделий. Рынок замороженных и готовых к употреблению продуктов в России отвечает на запросы потребителей: низкий ценовой сегмент продукции; быстрота приготовления и длительный срок хранения. Одним из основных процессов переработки рыбы, открывающим новые возможности в области рационального ее использования и расширения ассортимента продукции за счет внесения в рецептуру разных компонентов, включая растительные является фарш. Кроме того, внесение обогащающих добавок к фаршу позволяет повысить не только пищевую, но и биологическую ценность готового продукта. Изучена возможность использования киноа для обогащения рыбных котлет, рассмотрено ее влияние на пищевую, энергетическую и биологическую ценность рыбных изделий. Доказано положительное влияние киноа на качественные показатели рыбного фарша и готового продукта на его основе. Показаны результаты исследования рыбных котлет по органолептическим, физико-химическим и микробиологическим показателям в сыром и готовом виде. Даны рекомендации по совершенствованию технологии изготовления обогащенных рыбных котлет.

Ключевые слова: рыба, рыбная продукция**,** полуфабрикаты, кулинарные изделия, фарши, минтай, киноа, рыбные котлеты, технология, потребительские свойства, селен, органолептические, физико-химические и микробиологические показатели

A FEASIBILITY STUDY OF THE USE OF QUINOA IN THE PRODUCTION OF FISH SEMI-FINISHED PRODUCTS AND INVESTIGATION OF THEIR CONSUMER PROPERTIES

©2019

Asfondyarova Irina Vladimirovna, candidate of technical sciences, associate professor,
associate professor of the Higher School of Service and Trade
St. Petersburg Polytechnic University of Peter the Great
(194064, Russia, St. Petersburg, Polytechnic St., 29, e-mail: ririna25@mail.ru)
Demchenko Vera Artemovna, candidate of technical Sciences, senior lecturer
St. Petersburg National Research University Information technologies, mechanics and optics
(191002, Russia, St. Petersburg, Lomonosov St., 9, e-mail: dem8484@gmail.com)
Kucheryavenko Margarita Andreevna, graduate student
St. Petersburg Polytechnic University of Peter the Great
(194064, Russia, St. Petersburg, Polytechnic St., 29, e-mail: kucherjvenko@lenta.ru)

Abstract. The main task for the food industry, including fish is to provide the population with high-quality safe products. A popular direction in achieving this goal was the production of fish semi-finished products and culinary products. The market of frozen and ready - to-eat products in Russia meets the needs of consumers: low price segment of products; speed of preparation and long shelf life. One of the main processes of fish processing, opening up new opportunities in the field of its rational use and expansion of the range of products through the introduction of various components into the formulation, including vegetable is minced meat. In addition, the introduction of enriching additives to minced meat can increase not only the nutritional but also the biological value of the finished product. The possibility of using quinoa for enrichment of fish cutlets is studied, its influence on food, energy and biological value of fish products is considered. The positive influence of quinoa on the quality indicators of minced fish and the finished product based on it is proved. The results of the study of fish cutlets on organoleptic, physico-chemical and microbiological parameters in raw and finished form are shown. Recommendations on improvement of technology of production of the enriched fish cutlets are given.

Keywords: fish, fish products, semi-finished products, culinary products, minced meat, Pollock, quinoa, fish cutlets, technology, consumer properties, selenium, organoleptic, physico-chemical and microbiological parameters

Постановка проблемы. Одним из наиболее динамично растущих рынков продуктов питания России является рынок рыбы и рыбопродуктов. Однако, на сегодняшний день рыбные товары остаются менее востребованными среди потребителей по сравнению с мясными. Среднедушевой объем потребления рыбной продукции россиянами в среднем в два раза меньше объема потребления мясной продукции, при этом превышает потребление мяса птицы, свинины и говядины. Развитие и совершенствование рынка рыбы и рыбопродуктов сопровождается объективными трудностями — при общем дефиците рыбной продукции на отечественном рынке мощности большинства российских предприятий загружены не более чем на 50 %. Проблемы отечественных производителей рыбной продукции связаны с рядом факторов, среди которых наиболее значимыми являются недостаточное государственное регулирование отрасли и незаконный вылов рыбы [1].

Анализ последних исследований и публикаций. С точки зрения современных диетологов, в рацион питания необходимо включать рыбу и продукцию на ее основе не реже 2-3 раз в неделю. Так как рыба наиболее предпочтительный источник белка, содержащий меньше соединительных тканей, поэтому он легко поддается воздействию пищеварительных ферментов. Это обеспечивает практически полную усвояемость рыбного белка (93-98% по сравнению с 87-89% мясного). Если мясо перерабатывается организмом в течение около 5 часов, то рыба – всего за 2-3 часа. При этом по полноценности рыбный белок не уступает мясному, так как включает все необходимые аминокислоты, в том числе и незаменимые, а метионина в нем даже больше. В процессе кулинарной обработки рыба теряет менее 20% воды (мясо – до 40%), поэтому ее мякоть обладает сочностью и нежностью.

Также рыба содержит мало углеводов (лишь гликоген – до 0,64%), в ней нет излишка жиров и в 4-5 раз меньше калорий, чем в мясных продуктах. Да и сам рыбий жир, в отличие от животного, полезен: в нем имеются необходимые для сердечно-сосудистой системы полиненасыщенные жирные кислоты омега-3 и омега-6 (общее содержание этих кислот в разных сортах рыбы колеблется от 1 до 5%, в то время как в говядине и баранине их всего 0,2-0,5%). Жирные кислоты сокращают количество липидов в крови, тем самым препятствуя развитию одной из величайших напастей теперь уже 21 века – атеросклероза. Различные жироподобные вещества (фосфолипиды, лецитин), которые есть в рыбе, также обладают высокой физиологической активностью. Что же касается холестерина, то его в рыбе совсем немного: 20-30 миллиграммов на 100 граммов продукта.

Помимо прочего, рыба богата витаминами А, С, D, Е, В1, В2, В12, Н, РР, инозитом и пантотеновой кислотой.

В ней содержится большое количество минеральных элементов: калий, магний, фосфор, сера, хлор, натрий, магний, железо, медь, цинк, кобальт. Морские виды содержат еще и йод [2].

В настоящее время в стране и мире имеются проблемы, связанные с ограниченностью ресурсов животного белка. Поэтому создание продуктов здорового рационального питания нового поколения с направленным изменением состава и структуры для массового потребления и функциональной направленностью для различных групп населения, детей, людей старшего поколения и населения экологически неблагополучных регионов является актуальным направлением [3].

Рациональное питание − физиологически полноценное питание с учетом особенностей каждого человека, которое обеспечивает постоянство внутренней среды организма, поддерживает его жизненные проявления (рост, развитие, деятельность различных органов и систем), способствует укреплению здоровья, повышению сопротивляемости человека инфекциям и т.п. [4]. А потребление пищевой продукции с заданными свойствами и структурой (диетическими, лечебно-профилактическими или лечебными) позволит поддерживать организм в здоровом состоянии и регулировать его деятельность [3].

Надо отметить, что в последнее десятилетие увеличилось число людей, использующих готовые блюда и полуфабрикаты. Кроме того, существенное изменение традиционных вкусов населения явилось результатом всё большей осведомлённости о воздействии различных продуктов на здоровье и продолжительность жизни человека [5].

Поэтому разработка фаршевых изделий является важным направлением современной рыбной промышленности, так как технология их изготовления позволяет рационально и комплексно использовать различные объекты промысла, в том числе рыб, мало пригодных в технологическом отношении и пониженной товарной ценности, и введения разнообразных добавок в фарш дает возможность повысить его пищевую ценность, улучшенный вкус, аромат и структуру готовых продуктов.

Процесс получения рыбного фарша состоит из 3 основных этапов: предварительной разделки рыбы на тушку, куски или филе; отделение мяса от несъедобных частей рыбы (крупных и мелких костей, кожи и т.д.) и измельчение при этом мышечной ткани методом сепараторов; переработки измельченного мяса для обеспечения его устойчивости при хранении и изменении функциональных свойств.

В качестве обогащающих компонентов для большого количества разнообразных пищевых продуктов, в том числе рыбных используют семена злаковых культур, которые имеют невысокую цену, легкодоступны и произрастают на большей части территории Российской Федерации [6].

Для повышения содержания полиненасыщенных жирных кислот в рыбных рубленных котлетах авторами предлагается использование ядер грецкого ореха в сочетании с семенами подсолнечника [7].

Известно, что киноа является перспективным ресурсом питания человечества благодаря выдающимся характеристикам.

Из киноа можно получить продукты различного назначения, хлебобулочные, макаронные и мучные кондитерские изделия, но к основным продуктам, получаемым из киноа являются мука и крупа [8].

Киноа отличается повышенным содержанием белка от 14 до 22% и пищевых волокон, не содержит глютена, богата эссенциальными жирными кислотами и минеральными компонентами, в том числе селеном, что позволяет повысить как пищевую, так и биологическую ценность.

Киноа обладает противоспалительным действием. Кроме того, она самая противоаллергенная крупа из всех круп. Также внесение крупы придает конечному продукту нежную консистенцию и пышность.

Цель исследования – обоснование возможности использования киноа при изготовлении рыбных полуфабрикатов с целью повышения пищевой и биологической ценности, и исследование качества обогащенного продукта по органолептическим, физико-химическим и микробиологическим показателям.

Материалы и результаты исследования. Ранее нами была разработана рецептура рыбных котлет с внесением киноа в количестве 20% от общей массы. Добавление киноа в котлеты придало продукту приятный сладковатый привкус с ореховыми нотками, нежную консистенцию.

В рецептуру котлет входили также яйцо, соль, черный перец, репчатый лук и пшеничная мука для обжарки котлет [9**]**.

Технологический процесс изготовления котлет из минтая приведен на рисунке 1.

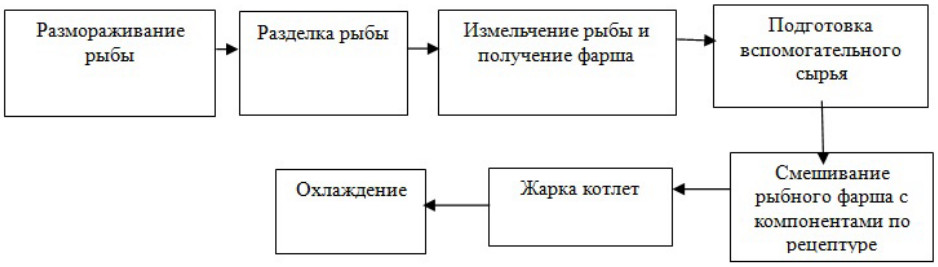


Рисунок 1 – Технологическая схема производства рыбных котлет

Перед добавлением киноа в рыбный фарш, его тщательно промывали, чтобы удалить сапонины, придающие горький вкус. Существуют два способа промывания киноа: выложить крупу в мелкое сито и промыть под проточной водой в течение 5 минут или замочить киноа на 2 часа в холодной воде, затем промыть. Полученные котлеты обжаривали в подсолнечном масле при температуре 180°С в течение 5 минут. Готовность продукта достигалась при достижении температуры в центре котлеты 65°С.

При внесении обогащающих компонентов в продукт необходимо учитывать, как отразятся эти нововведения как на его органолептических, так и на физико-химических показателях.

Объектами исследования стали: рыбные котлеты (контроль) в сыром виде – образец 1 и в готовом виде – образец 2, обогащенные котлеты – образцы 3 и 4 в сыром и готовом, соответственно.

Органолептическую оценку котлет проводили согласно стандарту [10], как в сыром, так и готовом виде по пятибалльной шкале с учетом коэффициентов весомости (по внешнему виду, цвету, консистенции, вкусу и запаху) по 4-м уровням качества: 100 – 81 – отличного, 80 – 61 – хорошего, 60 – 41 – удовлетворительного, 40 и ниже – неудовлетворительного.

Известно, что котлеты должны иметь правильную форму, равномерно обсыпанную панировкой поверхность, свойственные данному виду продукта вкус и запах, без порочащих признаков, гомогенный фарш, вязкую однородную консистенцию, на разрезе светло-серого в сыром и светло-коричневого цвета готовом виде.

По итогам органолептической оценки, обогащенные котлеты имели отличный уровень качества и отличались приятным вкусом, нежной консистенцией, золотисто-коричневой окраской поверхности по сравнению с контрольными, которые отличались суховатой консистенцией и бледной поверхностью и имели хороший уровень качества.

Из физико-химических показателей качества определяли массовую долю влаги, белка, жира и золы, а также содержание селена определяли флуориметрическим методом по стандартным методикам [11,12].

Результаты по экспертизе качества котлет приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Исследование качества котлет

Показатели качества	Образцы			
	1	2	3	4
Массовая доля влаги, %	77,45	67,38	85,23	74,15
Массовая доля жира, %	1,30	1,11	8,42	7,16
Массовая доля углеводов, %	1,10	0,94	12,52	10,64
Массовая доля белка, %	17,14	14,90	20,13	17,50
Массовая доля золы, %	3,43	3,31	3,51	3,94
Пищевая и энергетическая ценность, ккал/ кДж	84,66/352,52	73,26/305,06	206,38/850,48	177,00/729,23
Содержание селена, мкг/100г	0,009	0,008	0,07	0,06

Проанализировав полученные данные, представленные в таблице 1, установлено, что замена 20% рыбного сырья на киноа приводит к увеличению массовой доли жира на 6,05 %, углеводов на 9,70 %, белка на 2,60 %, золы на 0,63% по отношению к контролю, и калорийности готовых котлет в 2,41 %. Данные изменения химического состава и энергетической ценности связаны с заменой рыбного сырья на киноа, которая содержит в своем составе высокую долю белков, углеводов, минеральных элементов, в том числе селен.

Селен – эссенциальный элемент антиоксидантной системы защиты организма человека, обладает иммуномодулирующим действием [13]. Он улучшает кровообращение, и как следствие, повышает его устойчивость к болезням и стрессам. Кроме того, помогает предотвратить распространенные формы рака, защищать от сердечно-сосудистых заболеваний, регулирует функцию щитовидной железы [14].

Надо отметить, разработка продукции повышенной пищевой и биологической ценности должна быть безопасной для здоровья людей и доступной в ценовом отношении [15].

Согласно техническому регламенту таможенного союза 040/2016 «О безопасности рыбы и рыбной продукции», из микробиологических показателей в полуфабрикатах и кулинарных изделиях нормируют КМАФАнМ, КОЕ/г не более $1 \cdot 10^4$, бактерии группы кишечной палочки (БГКП), сульфитредуцирующие клостридии и S.aureas не допускается в 1 г продукта [16]. Исследуемые образцы котлет в сыром и готовом виде соответствовали требованиям ТР ТС 040/2016.

Однако, при классическом способе жарки потеря полезных веществ происходит больше, чем при выпекании. Поэтому в качестве рекомендации для сохранения полезных веществ и интенсификации процесса выпечки котлет в жарочном шкафу можно использовать наложение поля ультразвука, так как выпечка включает много связанных процессов, происходящих как внутри, так и на поверхности пищевого продукта [17].

В последние годы ультразвуковая технология имеет широкий спектр применений в различных секторах в пищевой промышленности [18] и используется в качестве альтернативного варианта обработки традиционных термических подходов. Ультразвук может пастеризовать и сохранять продукты путем инактивации многих ферментов и микроорганизмов при умеренных температурных условиях, что может улучшить качество пищи в дополнение к обеспечению стабильности и безопасности пищевой продукции [19].

Практическая значимость ультразвуковой обработки для пищевой промышленности заключается в более эффективном микроперемешивании; более быстрой передаче энергии и массы; снижении тепловых и концентрационных градиентов; снижении температуры; увеличении производительности и устранении этапов процессов производства пищевой продукции [20,21,22].

Выводы. Выработка опытного образца рыбных котлет с внесением киноа показала, что он превосходит контрольные по пищевой и энергетической ценности. Это говорит о целесообразности ее использования в технологии рыбных изделий. Разработанный продукт не приводит к ухудшению его потребительских свойств и в целом позволяет улучшить его качественные показатели, получить комбинированной продукт с заданной структурой, при этом содержащий в своем составе белок не только животного происхождения, но и растительного, что является немаловажным для полноценного питания. Кроме того, наличие в составе рыбной котлеты селена повышает ее биологическую ценность.

Для сокращения потерь питательных веществ и повышении сохранности продукта можно заменить процесс жарки на выпекание с применением ультразвука.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Неуйман Д.С. Современное состояние и особенности развития рынка рыбы и рыбной продукции // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности. АПК-продукты здорового питания, №1, 2017. С.122–130.

2. Щербаков А. Обзор российского рынка рыбы и рыбной продукции // Российский продовольственный рынок (Russian food @ drinks market). – №5. – 2016. – С.72.

3. Зарубин Н.Ю., Фролова Ю.В., Бредихина О.В. Исследование влияние коллагено-растительной композиции на качественные показатели рыбных рулетов // Технология и товароведение инновацион-

ных пищевых продуктов, №2(49). – 2018. С.72–79.

4. Цаллагова Р.Б. Гигиенические основы физкультурно-спортивной деятельности : Количественная и качественная адекватность питания студента – спортсмена / учебное пособие Р.Б. Цаллагова, В.П. Башмаков, Н.В. Дубкова. Национальный государственный университет физической культуры, спорта и здоровья имени П.Ф. Лесгафта, Санкт-Петербург. – СПб.: [б.и.], 2016. – 160 с.

5. Асфондьярова И.В., Шевченко В.В. Сравнительный анализ качества икорных масел // Известия Санкт-Петербургского аграрного университета. – 2014. – 2014. – № 37. – С.76–80.

6. Белокурова Е.С., Кулакова М.С. Проростки пшеницы как источник эссенциальных микронутриентов при создании комбинированных пищевых продуктов // Перспективы развития науки и образования в современных экологических условиях. Материалы VI Международной научно-практической конференции молодых учёных, посвящённой году экологии в России. Составитель Н.А. Щербакова. 2017. С. 571–575.

7. Попова Н.Н, Столбовских Л.И. Разработка рыбных рубленых полуфабрикатов сбалансированного жирнокислотного состава // ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный университет инженерных технологий». – Воронеж. С.30.

8. Елисеева Л.Г., Кокорина Д.С., Жиркова Е.В. Значение и роль всевдозерновой культуры киноа, как продукта питания // Материалы научно-практической конференции, посвященной 60-летию возрождения кафедры товароведения и экспертизы товаров. Качество и безопасность товаров: от производства до потребления. М.: Российский университет кооперации. 2019. С.199–204.

9. Асфондьярова И.В., Кучерявенко М.А Маркетинговые исследования потребительских предпочтений в сегменте рынка рыбных полуфабрикатов Санкт-Петербурга // Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием (23-24 марта 2018). Коломна: Государственный социально-гуманитарный университет, РЭУ имени Плеханова, 2018. С.231– 234.

10. ГОСТ 7631-2008. Рыба, нерыбные объекты и продукция из них. Методы определения органолептических и физико-химических показателей. – Введ. 2009-01-01. – М. Стандартинформ, 2011. – 11 с.

11. ГОСТ 7636-85. Рыба, морские млекопитающие, морские беспозвоночные и продукты их переработки. Методы анализа. – Введ. 1986-01-01. – Изм. 2015.01.01. – М. Стандартинформ, 2010. – 123 с.

12. МУК 4.1.033-95 «Химические факторы. Определение селена в продуктах питания».

13. Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации. Методические рекомендации: М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2009. 36 с.

14. Селен, польза и вред для организма, норма, источники, побочные эффекты // Food is medicine ULR: https://foodismedicine.ru/selen-polza-i-vred-dlya-organizma/ (дата обращения 7.04.2019).

15. Турчинская А.А., Асфондьярова И.В. Булдаков А.А. Обоснование и разработка безопасной рыбомучной продукции повышенной пищевой ценности // Материалы XVI всероссийского конгресса нутрициологов и диетологов с международным участием, посвященному 100-летию со дня рождения основателя А.А. Покровского «Фундаментальные и прикладные аспекты нутрициологии и диетологии. Качество пищи» (2-4 июня 2016). Москва. Вопросы питания. − 2016. – №2. – С.132–133.

16. Технический регламент Евразийского экономического союза «О безопасности рыбы и рыбной продукции». − ТР ЕАЭС 040/2016, с.106.

17. Flick D., Doursat C., Grenier D. and Lucas T. 2015 Modelling of baking processes Modeling Food Processing Operations Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition 161.

18. Alarcon-Rojo A.D., Janacuab D.H., Rodriguez J. C., Paniwnyk L. and Masonc T.J. 2015 Power ultrasound in meat processing Meat Science 107 86–93.

19. Chandrapala J., Oliver C., Kentish S. and Ashokkumar M. 2012. Ultrasonics in food processing-Food quality assurance and food safety Trends in Food Science & Technology. 26. 88–98.

20. Chemat F, Zill-e-Huma and Khan M K 2011 Applications of ultrasound in food technology: Processing, preservation and extraction Ultrasonics Sonochemistry. 18. 813–835.

21. Fernandes F A N, Linhares Jr. F.E. and Rodrigues S. 2008 Ultrasound as pre-treatment for drying of pineapple Ultrasonics Sonochemistry, 15(6). 1049–1054.

22. Rodriguez-Turienzo L., Cobos A. and Diaz O. 2013 Effects of microbial transglutaminase added edible coatings based on heated or ultrasound-treated whey proteins in physical and chemical parameters of frozen Atlantic salmon (Salmo salar) Journal of Food Engineering, 119 433–438.

Статья поступила в редакцию 05.04.2019
Статья принята к публикации 22.05.2019

УДК 67.06

ОСОБЕННОСТИ АМЕРИКАНСКОЙ ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ (НА ПРИМЕРЕ МОЛОЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА)

© 2019

Вельдина Юлия Васильевна, кандидат педагогических наук, доцент кафедры «Иностранные языки»
Пензенский государственный технологический университет
(440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11, e-mail: gusarovauvg@yandex.ru)
Вольникова Елена Александровна, старший преподаватель кафедры «Иностранные языки»
Пензенский государственный технологический университет
(440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11, e-mail: evolnikova@mail.ru)

Аннотация. Пищевая промышленность является одной из ведущих отраслей экономики в Америке. Она отличается высоким уровнем производственной и территориальной концентрации. В ней представлены все существующие отрасли, ориентированные на выпуск как массовой, так и мелкосерийной продукции. К важнейшим отраслям американской пищевой промышленности относятся мясная, молочная, производство алкогольных и безалкогольных напитков, консервная и мукомольная. В связи с ростом цен на продовольственные товары в Америке большое внимание уделяется производству различного рода заменителей натуральных продуктов, а также наполнителей, панировочных и ароматических веществ, добавляемых в продукты питания. Размещение пищевой промышленности по территории страны в целом отличается относительной равномерностью. Крупные города, как правило, являются и ведущими центрами данной отрасли экономики. В контексте данной статьи нами будет рассмотрена такая отрасль пищевой промышленности как молочное производство. Авторами статьи подробно анализируется структура данной отрасли, её вклад в экономику страны, основные принципы работы, требования к организации производства и качеству товара со стороны государства, а также контроль и результаты деятельности данной отрасли. Особое внимание в статье уделяется проблемам защиты окружающей среды.

Ключевые слова: пищевая промышленность, молочное производство, безопасность продукции, защита окружающей среды, ветеринарное обслуживание, социальная активность.

THE PECULIARITIES OF AMERICAN FOOD INDUSTRY (AT THE EXAMPLE OF DAIRY FARMING)

© 2019

Veldina Yuliya Vasiyevna, candidate of pedagogical sciences,
associate professor of the chair “Foreign Languages”
Penza State Technological University
(440039, Penza, Baidukov proezd/ Gagarin St., 1a/1, e-mail: gusarovauvg@yandex.ru)
Volnikova Elena Aleksandrovna, assistant professor of the chair “Foreign Languages”
Penza State Technological University
(440039, Penza, Baidukov proezd/ Gagarin St., 1a/11, e-mail: evolnikova@mail.ru)

Abstract. Food industry is one of the most important industries in the American economy. It is characterized by a high level of production and territorial concentration. All existing fields of economy aiming at mass and low batch production are introduced in it. Such fields as meat, dairy, alcohol and soft drinks, food canning and flour grinding are the main in American food industry. According to cost rise for food in America nowadays a great attention is paid to the production of various natural food equivalents, artificial fillings, sweeteners, conservatives and other substances added to food stuff. Food enterprises are generally located equally through the territory of the country. As a rule big cities are the principal centers of food industry. The article is devoted to the analyses of American food industry at the example of dairy farming. The authors consider in details industry structure, its contribution to the country’s economy, main principles of its activity, state’s regulations and control and the results of dairy farming. The problems of environmental protection are touched upon in the article.

Keywords: food industry, dairy farming, food safety, environmental protection, veterinary care, community involvement.

Введение. Молочная отрасль Америки известна во всем мире своими фермами, высокими надоями молока, а также лидирующими показателями по потреблению молочных продуктов. Эта отрасль пищевой промышленности Америки очень разнообразна. На данный момент в США поголовье дойных коров составляет более девяти миллионов, количество молочных ферм – более 65 000 (из которых 99% принадлежит большим и малым семейным хозяйствам). Данные фермы поставляют миллиарды фунтов молочной продукции не только в торговые сети США, но и в другие страны.

Вклад молочного производства в американскую экономику невозможно переоценить:

- большие и маленькие фермы поддерживают местный бизнес и дают значительную прибыль местному бюджету за счёт выплаты налогов;
- достаточно развитая молочная отрасль

помогает укрепить в целом экономику сельского хозяйства;

- молоко не остаётся на фермах, но и для его переработки создаются новые рабочие места;

- молочные фермы закупают у местных производителей оборудование, грузовики, топливо, что также способствует увеличению прибыли и созданию новых рабочих мест в регионе;

- молочные фермы способствуют созданию рабочих мест для людей, выращивающих корма для коров, ветеринаров, страховых агентов, бухгалтеров, банкиров, и т.п. Когда молоко покидает ферму, оно отправляется на грузовиках на перерабатывающее предприятие, где из него изготавливают сыр, мороженое, сливочное масло, йогурт и другую молочную продукцию;

- водители грузовых автомобилей, производители упаковочных материалов и продавцы молочной продукции завершают цикл транспортировки и маркетинга [3].

Таким образом, актуальность исследования заключается в том, что в последнее время наблюдается повсеместное возрождение молочной отрасли в России. А изучив специфику и организацию данной отрасли в Америки, можно почерпнуть положительные тенденции для развития молочного производства на территории России.

Цель исследования заключается в рассмотрении одной из основных отраслей американской экономики – молочной промышленности: ее структуры, организации, контроля и качества продукции, а также особенностей организации защиты окружающей среды от воздействия негативных факторов со стороны молочной промышленности. Для реализации названной исследовательской цели необходимо выделить следующие задачи:

- рассмотреть особенности организации молочного производства в Америке;

- охарактеризовать основные структурные элементы американских фермерских хозяйств.

- выявить основные особенности в развитии молочной промышленности в Америке.

Для решения поставленных задач в статье предполагается применение комплекса взаимодополняющих теоретических методов, а именно теоретический анализ литературы по проблеме исследования, концептуальный анализ англоязычных сайтов с целью выявления, как основных особенностей американской пищевой промышленности, так и молочной в частности. Заявленные методы позволят проанализировать уже имеющиеся научные достижения и выводы по данному вопросу, а также дополнят эти достижения новыми выводами. С помощью метода системного обобщения будут выявлены основные достоинства организации молочного производства на территории Америки, а также его качественно новые тенденции развития, которые позволяют данной отрасли пищевой отрасли составлять существенную конкуренцию на мировом рынке.

Работа с информацией на иностранном языке требует формирования определенных интеллектуальных умений, таких, как умение, анализировать информацию, отбирать необходимые факты, выстраивая их в логической последовательности, умения выдвигать аргументы и контраргументы и т.д. Как правило, начиная работать с зарубежной литературой, всегда возникает проблема теоретической и практической значимости, требующая четкой и ясной передачи мысли, умения сформулировать эту мысль устно или письменно на иностранном языке. Поэтому исследовательские и поисковые методы, использованные при анализе зарубежных источников, будут способствовать правильному формированию мыслительной деятельности для более точной передачи информации при переводе с одного языка на другой.

Изложение основного материала исследования. Молочная промышленность Америки будет рассмотрена с позиции следующих аспектов: безопасность продукции, специфика организации охраны здоровья животных и их ветеринарное обслуживание, особенности охраны окружающей среды вблизи фермерских хозяйств.

Вначале обратимся к рассмотрению организации качества продукции на американских фермерских хозяйствах.

Фермеры много работают над повышением качества и безопасности молочной продукции. Это выражается, прежде всего, в том, что:

– молочная отрасль в США находится в числе самых контролируемых и управляемых государством;

– всё оборудование, связанное с молочным производством санируется ежедневно;

– во время дойки молоко сразу попадает в охлаждаемый контейнер и ежедневно перевозится на перерабатывающее предприятие, находящееся не более чем в 100 милях от фермы;

– важно заметить, что коровам не дают антибиотики. Исключение составляют случаи, выявленных заболеваний, когда заболевшее животное изолируют для лечения и не доят в течение всего периода заболевания. После выздоровления молоко тестируют на наличие антибиотиков [1];

– каждый контейнер с молоком тестируют на наличие антибиотиков. Если таковой контейнер обнаруживают, его сразу же изымают и такое молоко не доходит до переработки. Фермеры финансово заинтересованы в том, чтобы в их продукции не было антибиотиков. Иначе им грозят огромные штрафы.

Поддержание хорошего здоровья скота является одной из самых главных задач американских фермеров. Только здоровое животное может дать молоко высокого качества. Сбалансированное кормление, хорошие условия обитания и

своевременное ветеринарное обследование являются основой работы любого фермерского хозяйства.

Так, можно выделить основные принципы в специфике организации охраны здоровья животных:

– Дойные коровы всегда имеют доступ к кормам и чистой, свежей воде. Современные американские фермы представляют собой такую разновидность стойла, где коровы находятся в комфортных условиях и могут есть, пить и спать когда захотят и где захотят.

– Фермеры обеспечивают своих коров большим пространством, чтобы они могли лечь, вытянуться, принимать пищу и пить воду с комфортом.

– Многие фермеры стелют в стойлах резиновый или другого типа нескользкий пол для того, чтобы облегчить животным удобное передвижение. Коровы могут спать на водяной кровати, песчаной кровати или матрасах из резины, пены или из сочетания того и другого материала.

– Большинство молочных ферм оснащены системами вентиляции для обеспечения чистого воздуха. В жаркие дни фермеры используют вентиляторы и кондиционеры для создания комфортных условий для скота [5].

Стоит отметить тот факт, что и ветеринарное обслуживание крупнорогатого скота организовано должным образом. Дойные коровы регулярно обслуживаются ветеринарными врачами, которые берут у них анализы, проводят вакцинацию и своевременное лечение заболеваний. Во время отёла и корова, и телёнок находятся под постоянным наблюдением ветеринаров. Некоторые фермы оснащены видеокамерами для наблюдения за процессом отёла. Фермеры отводят отдельное чистое, сухое, хорошо освящённое и хорошо вентилируемое помещение под отёл, где корова и телёнок находятся в безопасности, комфортных и гигиеничных условиях [4].

Американские фермеры очень заинтересованы в защите окружающей среды. Для них очень важно сохранить почву, воду и воздух чистыми для своей семьи и следующих поколений. Фермеры очень внимательно относятся к земле, которая даёт им урожай. Они работают на земле ежедневно и имеют с ней особую связь. Фермеры используют в своей работе экологически-чистые методы, начиная с ручного труда до высокотехнологичных способов выработки электричества из коровьего навоза [7].

Используя последние научные достижения, американские фермеры повышают эффективность своего труда и заботятся о животных и об окружающей среде. Такие технологии как «установка для анаэробного сбраживания» сокращают ручной труд. Энергосберегающие методы используются в процессах доения и охлаждения молока. Переработка навоза защищает почвенные и водные ресурсы. Даже такая мелочь как модернизированное освящение помогает сохранить большое количество энергии. Все эти современные технологии делают фермы эко-эффективными в настоящее время и в будущем. Особую роль фермеры уделяют защите воздуха и воды.

Чистый воздух имеет огромное значение для каждого, в том числе и для фермеров и их семей. Многие фермерские хозяйства перерабатывают навоз для минимизации запахов, а также используют специальные вакуумные контейнеры для уменьшения и контроля запахов. Когда фермеры используют навоз в качестве природного удобрения, они пользуются специальными приспособлениями, чтобы не загрязнять воздух и не позволить навозу попасть на соседнюю территорию [2].

Для того чтобы дойные коровы давали качественное молоко, они должны пить чистую воду и быть здоровыми. Поэтому американские фермеры относятся очень серьёзно к проблеме сохранения чистоты воды. Законы о чистоте воды регулируют использование навоза в качестве природного удобрения, поэтому фермеры используют специальные системы, не допускающие утечку навоза. Новейшие технологии позволяют им уменьшить потребление воды, экономить ресурсы и сократить издержки в фермерском хозяйстве.

Следует отметить также тот факт, что американские фермеры, являясь жителями конкретного населённого пункта, активно участвуют в его развитии и общественной жизни. Они являются членами разных организаций: школьных и приходских советов, уличных комитетов и оказывают посильную помощь данным организациям. Они предоставляют бесплатные удобрения, спонсируют проекты по благоустройству, предоставляют доступ к своим землям в качестве рекреационного досуга [6].

Заключение. Проанализировав молочную отрасль пищевой промышленности Америки, можно сделать вывод о том, что она состоит на 99% из малых семейных фермерских хозяйств, имеющих поголовье скота менее 200 голов. При этом данная отрасль очень серьёзно контролируется государством в вопросах качества молока и защиты окружающей среды. Определённые законы США не позволяют давать коровам антибиотики, а также не позволяют загрязнять почву, воздух и воду отходами фермерского производства. Нарушение данных положений грозит фермерам огромными штрафами, поэтому они стараются неукоснительно выполнять данные предписания. Таким образом, среди основных положительных тенденций в развитии молочной промышленности на территории Америки, можно выделить следующие:

1. Четкая организация структуры деятельности каждого фермерского хозяйства.

2. Постоянное отслеживание здоровья крупнорогатого скота и организация высоко-квалифицированного медицинского обслуживания.

3. Уделение особого внимания защите

окружающей среды вокруг фермерского хозяйства.

4. Взаимодействие с различным кругом социальных партнеров.

На наш взгляд, внедрение хотя бы нескольких положительных тенденций развития молочной промышленности в Америке позволить российским фермерским хозяйствам значительно улучшить качество и объемы производства продукции, а также расширить свои возможности на мировом рынке.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Bhalla R. and K. Kennedy. World Trade Law: The GATT-WTO System, Regional Arrangements, and USA Law. Charlottesville, Virginia: Lexix Law Publishing, 1998.
2. The Encyclopedia of Nutrition and Good Health. Robert Ronzio.2000. Facts on File, New York.
3. Maredia, M., F. Erbish, A. Naseem, A. Hightower, J. Oehmke, D. Weatherspoon, and C. Wolf. “Public agricultural research and the protection of intellectual property: issues and options.” AgBioForum 2(2003)
4. McGee Harold On Food and cooking. 2008. MacMillan Publishing, New York.
5. Nourishing traditions. Sally Fallon, with ary Enig, PhD. 2010. New Trends Publishing, Washington, DC.
6. Schiff M. and L.A. Winters. Regional Integration, Security and Welfare. Washington DC: World Bank, 2007.
7. Sunding D. and D. Zilberman. “The Agricultural Innovation Process: Research and Technology Adoption in a Changing Agricultural Industry”, in Handbook of Agricultural and Resource Economics, edited by B. Gardner and G.C. Rausser. Amsterdam: Elsevier Science, 2014.
8. Tothova M. Truth vs. Beauty: Essays on Standards, Trade, and Agreements. Doctorial dissertation. East Lansing, MI: Michigan State University. (Forthcoming, 2017).
9. USDA/FAS (US Department of Agriculture, Foreign Agricultural Service). Foreign Agricultural Trade of the United States. 2016.
10. Wilson J.S. Bridging the Standards Divide: Recommendations for Reform from a Development Perspective. The World Bank, 2015.

Статья поступила в редакцию 10.04.2019
Статья принята к публикации 22.05.2019

УДК62-233.3/9/ББК 34.4

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЦИОНАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ, МАТЕРИАЛОВ И ТЕХНОЛОГИЙ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ ПЛАНЕТАРНО-ЦЕВОЧНЫХ ЗАЦЕПЛЕНИЙ РЕДУКТОРОВ

© 2019

Липов Александр Викторович, кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой «Компьютерное проектирование технологического оборудования»
Пензенский государственный университет
(440026, г. Пенза, ул. Красная,40, e-mail: mrs@pnzgu.ru)
Большаков Герман Сергеевич, кандидат технических наук, доцент кафедры «Компьютерное проектирование технологического оборудования»
Пензенский государственный университет
(440026, г. Пенза, ул. Красная,40, e-mail: mrs@pnzgu.ru)
Носков Кирилл Андреевич, магистрант кафедры «Компьютерное проектирование технологического оборудования»
Пензенский государственный университет
(440026, г. Пенза, ул. Красная,40, e-mail: mrs@pnzgu.ru)

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы, связанные с выбором рациональных параметров, материалов и технологий изготовления элементов планетарно-цевочных зацеплений. Показано, что в последнее время с ростом передаваемых нагрузок и скоростей в механических приводах оборудования для пищевой промышленности получают применение планетарно-цевочные редукторы. Более широкое их использование ограничивается недостатком проведенных исследований их работоспособности и высокой стоимостью. Предложено рациональные параметры, материалы и технологии изготовления элементов планетарно-цевочных зацеплений определять по напряжениям в зоне контакта сателлитов и цевок, которое следует рассчитывать, как напряжение фон Мизеса. Соответствующие расчеты проводить с использованием известных аналитических зависимостей и компьютерного моделирования в программной среде SolidWorks с приложениями Анализ движения и Simulation. Приведен пример по определению рациональных параметров одноступенчатого планетарно-цевочного редуктора.

Ключевые слова: планетарно-цевочное зацепление, редуктор, сателлит, цевки, напряжение в зоне контакта, рациональные параметры, эксцентриситет, технологии изготовления.

DETERMINATION OF RATIONAL PARAMETERS, MATERIALS AND MANUFACTURING TECHNOLOGIES FOR ELEMENTS OF THE PLANETARY-CYCLOID GEARING REDUCERS

© 2019

Lipov Alexander Viktorovich, candidate of technical Sciences, associate Professor, head of the Department “Computer-aided design of technological equipment»
Penza State University
(440026, Russia, Penza, Krasnaya St., 40, e-mail: mrs@pnzgu.ru)
Bolshakov German Sergeevich, candidate of technical Sciences, associate Professor of the Department “Computer-aided design of technological equipment»
Penza State University
(440026, Russia, Penza, Krasnaya St., 40, e-mail: mrs@pnzgu.ru)
Noskov Kirill Andreevich, graduate student of the Department “Computer-aided design technological equipment»
Penza State University
(440026, Russia, Penza, Krasnaya St., 40, e-mail: mrs@pnzgu.ru)

Abstract. The article deals with the issues related to the choice of rational parameters, materials and technologies of manufacturing elements of planetary-trowel gearing. It is shown that recently with the growth of transmitted loads and speeds in mechanical drives of equipment for the food industry, planetary gearboxes are used. Their wider use is limited by the lack of research on their performance and high cost. It is proposed to determine the rational parameters, materials and technologies of manufacturing the elements of planetary-target gearing by the stresses in the contact zone of satellites and pinions, which should be calculated as the von Mises stress. The corresponding calculations are carried out using known analytical dependencies and computer modeling in the SolidWorks software environment with motion Analysis and Simulation applications. An example of determining the rational parameters of a single-stage planetary gear reducer is given.

Keywords: planetary-tine engagement, reducer, satellite, tines, voltage in the contact zone, rational parameters, eccentricity, manufacturing technology.

Введение. В пищевой промышленности применяется широкая номенклатура технологического оборудования, имеющего механические приводы с использованием как отдельных открытых передач (ременных, зубчатых и др.), так и различных редукторов (цилиндрических соосных, червячных, конических и др.) [1,2]. В настоящее время в связи с необходимостью повышения качества продукции и производительности работы оборудования эти привода характеризуются передачей значительных нагрузок или скоростей, что при использовании традиционных редукторов приводит к увеличению их габаритных размеров, материалоемкости и усложнению конструкции.

Одним из перспективных направлений при проектировании технологического оборудования пищевой промышленности является применение в их приводах планетарно-цевочных редукторов, которые по сравнению с традиционными позволяют обеспечивать передачу высокого момента при ограниченных размерах и массе привода, и при этом способных выдерживать многократные пиковые нагрузки. Такие редукторы применяются в пищевой промышленности в таком оборудовании, как мешалки для жидких и вязких сред, центрифуги, ковшовые, цепные и винтовые конвейеры, шнековые транспортеры, мельницы и др. Кроме того, планетарно-цевочные редукторы предлагается применять в бытовых универсальных приводах для выполнения разнообразных операций при использовании сменных насадок (мясорубок, соковыжималок, овощерезок и др.).

Планетарно-цевочные редукторы могут быть разнообразны по конструкции – одноступенчатыми, двухступенчатыми, с использованием одной из ступеней зубчатых колес с эвольвентным зацеплением и т.д. По классификации В.Н. Кудрявцева [3] редукторы, в которых используется только планетарно-цевочное зацепление относят к выполненным по схеме *К-Н-V* , при добавлении к этой передаче эвольвентного зацепления – по схеме *2К-V*.

Планетарно-цевочное зацепление реализуется цевками, т.е. зубьями с круглым профилем, изготовленными в виде роликов или втулок на осях и зубьями с циклоидальным профилем. При этом наиболее распространенным циклоидальным профилем является профиль, выполненный по эквидистанте укороченной эпициклоиды, отстоящей от нее на радиус цевки [4]. Деталь редуктора, имеющая зубья с циклоидальным профилем называется сателлит.

Кроме вышеприведенных достоинств планетарно-цевочные редукторы имеют высокую точность, жесткость, плавность работы и малые потери на трение [5,6,7]. Широкое применение таких редукторов в настоящее время можно объяснить отсутствием достаточного количества опубликованных результатов исследований их работоспособности при различных условиях эксплуатации.

Постановка задачи. Наряду с вышеуказанными достоинствами такие редукторы имеют и недостатки, в числе которых их высокая стоимость и необходимость повышенной точности изготовления деталей, которые в основном обусловлены проектированием и изготовлением планетарно-цевочной передачи [8,9,10]. При этом на стоимость значительное влияние оказывают обоснованный выбор материала сателлитов и цевок, а также технологии изготовления циклоидальных профилей. Например, при их изготовлении из сталей ШХ15, ХВГ и 55 могут применяться следующие технологии: 1) предварительная лезвийная обработка (зубодолблением или зубофрезерованием), термическая обработка и чистовое шлифование; 2) глубинное шлифование [11]; 3) черновое и чистовое фрезерование на станках с ЧПУ [12]. Для планетарно-цевочных редукторов с передаваемым моментом до 6 Н·м сателлиты и цевки изготавливают из высокопрочных полиамидов методом термопластмассового литья [13].

Материалы цевок и сателлитов определяют исходя из наибольших величин напряжений, возникающих в их зацеплении. Существующие методики аналитического расчета планетарно-цевочных зацеплений обычно предусматривают завышение необходимого запаса прочности, принятие некоторых допущений (например, о количестве зубьев, находящихся в зацеплении, при расчетах величин контактных напряжений не учитываются изгибные нагрузки и др.), что также приводит к неоправданному повышению стоимости редукторов, а в некоторых случаях и увеличению их габаритов.

Предложено напряжения в зоне контакта цевок с рабочими профилями зубьев сателлитов определять как напряжение фон Мизеса, т.е. эквивалентное напряжение полученное суммированием многонаправленных напряжений, а их значения сравнивать с допускаемыми величинами контактных напряжений, полученными для различных материалов в соответствии с [14].

Для проведения соответствующих расчетов следует использовать известные методики [5], а полученные результаты уточнять компьютерным моделированием работоспособности зацепления. В работе [15,16,17] авторами, наряду с аналитическими зависимостями, предложено использовать программное обеспечение *SolidWorks* с приложениями *Анализ движения* и *Simulation,* которое предусматривает использование макропрограммирования, позволяющего автоматически проводить построение циклоидального профиля, что значительно снижает затраты времени и средств на проектирование и изготовление планетарно-цевочного зацепления. Моделирование следует проводить в соответствии с рекомендациями и допущениями, приведенными в [18,19].

При проектировании редукторов необходимо обеспечивать снижение величин напряжений в контакте сателлитов с цевками. Это позволяет с одной стороны уменьшить износ их поверхностей,

а с другой-в некоторых случаях снизить затраты на материал и изготовление этих элементов. Планетарно-цевочные редукторы отличаются от традиционных увеличенным числом зубьев, находящихся в зацеплении. Величины контактных напряжений на различных участках могут значительно отличаться при прочих равных условиях. При этом определяющей для расчетов будет наибольшая величина контактного напряжения. Уменьшение этой величины можно обеспечивать либо увеличением площади контакта (числом зубьев, находящихся в зацеплении), либо её равномерным распределением.

Материалы и результаты исследования. Исследование напряжений, возникающих в контакте цевок с зубьями сателлитов проводилось на планетарно-цевочном редукторе выполненным по схеме *K-H-V* [17]. Трехмерная модель этого редуктора приведена на рисунке 1. Он состоит из корпуса *1*, двух крышек *2* и *3*, входного *4* и выходного *5* валов, цевок *6*, встроенных в корпус и двух сателлитов *7*, работающих в противофазе. Для передачи крутящего момента от сателлитов к выходному валу служит механизм параллельных кривошипов *8*. Входной и выходной валы вращаются в подшипниках *9* и *10*, установленных в корпусе. Сателлиты установлены на выходном валу в подшипниках *11*. При этом, они вращаются в противофазе, обеспечивая уравновешенность редуктора.

Расчеты проводились при следующих исходных данных: величина крутящего момента на выходном валу 80 Н·м, передаточное число – 37, число зубьев сателлита – 37, цевок – 38, вращение входному валу передается от асинхронного от электродвигателя с номинальной частотой вращения 1410 мин$^{-1}$.

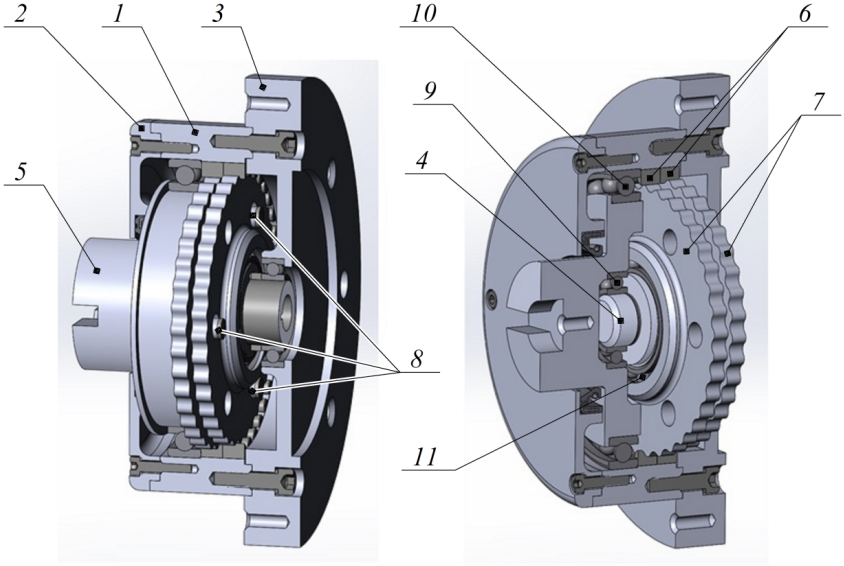
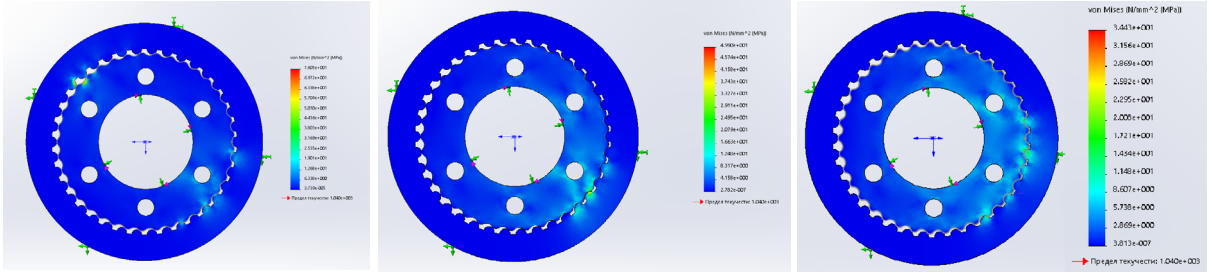


Рисунок 1 – Трехмерная модель редуктора по схеме К-Н-V

В ходе проводимых расчетов и компьютерного моделирования определялось влияние величины эксцентриситета передачи и материала элементов планетарно-цевочного зацепления на распределение напряжений в зоне контакта сателлитов с цевками. При расчетах принимались следующие значения эксцентриситета: 0,8; 1,0; 1,2. Наибольшее и наименьшее значения эксцентриситета определялись из возможности геометрического построения зацепления, и в соответствии с рекомендациями, изложенными в работе [5].

На рисунке 2 приведены результаты расчетов наибольших величин напряжений в зоне контакта сателлитов и цевок, изготовленных из стали ШХ 15, при различных величинах эксцентриситета, которые обобщены в таблице 1.



а) б) в)

Рисунок 2 – Результаты расчетов числа зубьев сателлитов, находящихся в зацеплении и возникающие наибольшие значения напряжений в контакте при различных значениях эксцентриситета е: а) е=0,8 мм б) е=1,0 мм в) е=1,2 мм

Таблица 1 – Результаты расчетов числа зубьев, находящихся в зацеплении, и наибольших величин напряжений в зоне контакта сателлитов и цевок при различных величинах эксцентриситета

Определяемый параметр	Величина эксцентриситета, мм		
	0,8	1,0	1,2
Число зубьев в зацеплении	9	9	12
Наибольшая величина напряжения в зацеплении, МПа	76	50	35

Из проведенных расчетов для данной конструкции редуктора видно, что с увеличением величины эксцентриситета увеличивается число зубьев, находящихся в зацеплении, и значительно снижается наибольшая величина напряжений в зоне контакта сателлита и цевок.. При этом при увеличении эксцентриситета с 0,8 до 1,0 мм наблюдается некоторое уменьшение этих напряжений, связанное с их более равномерным распределением.

Расчеты также показали, что при указанных исходных данных, наибольшие величины напряжений в зоне контакта значительно ниже допустимых для стали ШХ 15. Для этой стали с закаленными до твердости HRC61…63 и шлифованными поверхностями до шероховатости R_a=2,5…1,25 мм при неограниченном сроке службы допускаемые величины контактных напряжений находятся в пределах 1070…1100 [14]. При этом запас прочности при эксцентриситете 1,0 мм находится в диапазоне 21,4…22,0, что многократно превышает значения, используемые в машиностроении, а для получения рабочих профилей сателлитов необходимо использовать дорогостоящие виды обработки: предварительную лезвийную с последующей термической обработкой и шлифованием, либо глубинное шлифование.

Применение для изготовления элементов планетарно-цевочной передачи из углеродистых или легированных сталей с термообработкой, нормализацией или улучшением позволяет значительно снизить затраты на их обработку.

Например, при изготовлении сателлитов и цевок из легированной стали 40Х с термообработкой, нормализацией и улучшением до НВ265…350 с фрезерованными поверхностями до шероховатости R_a=10…2,5 мкм, при неограниченном сроке службы, допускаемые величины контактных напряжений находятся в пределах 450…577 МПа [14]. При этом запас прочности при эксцентриситете 1,0 мм находится в диапазоне 9…11,5, а изготовление рабочих профилей сателлитов можно обеспечивать черновым и чистовым фрезерованием, например, концевой фрезой на станках с ЧПУ, значительно снижая стоимость обработки. Кроме того, использование современных средств при разработке управляющих программ для фрезерной обработки [20] также уменьшает затраты времени и средств на получение планетарно-цевочной передачи.

При изготовлении сателлитов из полиамида ПА-6Б ТУ6-0,5-988-87, при тех же геометрических параметрах и исходных данных, количество зубьев, находящихся в зацеплении увеличивается до 18, а величина наибольшего напряжения в зоне контакта уменьшается до величины 22,5 МПа. Это происходит за счет значительного снижения величины модуля упругости полиамида по сравнению со сталями (более чем в 100 раз). В этом случае запас прочности относительно предела текучести материала составляет 3,1, что обеспечивает работоспособность рассматриваемого редуктора. Обработку зубьев сателлитов из полиамида можно также проводить концевыми фрезами, изготовленными из углеродистых и быстрорежущих сталей с более интенсивными режимами резания, что обеспечивает снижение затрат времени и средств на изготовление. При использовании данного материала и предлагаемой технологии обработки необходимо изготовление опытного образца редуктора и проведение его ресурсных испытаний.

Заключение. Приведены результаты исследований рациональных параметров, материалов и технологий изготовления сателлитов планетарно-цевочных редукторов, которые обеспечивают их работоспособность и могут значительно снизить затраты времени и средств на их изготовление. Изложенные материалы, после экспериментальной проверки, позволяют расширить область применения планетарно-цевочных редукторов в пищевой промышленности при различных условиях эксплуатации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Золин В.П. Технологическое оборудование предприятий общественного питания. – М.: ACADEMA, 2000. – 256 с.

2. Кирпичников В. П. Справочник механика: общественное питание / В. П. Кирпичников, Г. Х. Леенсон, – М.: Экономика, 1990. – 382 с.

3. Кудрявцев В. Н. Планетарные передачи. – 2-е изд. перераб. – М.: 1986. – 308 с.

4. Киреев С.О. Планетарные передачи с внецентроидным внутренним цевочным зацеплением в машино-строении (обзор). Вестник ДГТУ. 2011. т. 11, №7 (58). – С. 1051 – 1058.

5. Фомин, М.В. Планетарно – цевочные передачи: Учеб. пособие. – М.: Изд – во МГТУ им. Н.Э. Баумана. 2009. – 64 с.

6. Киреев, С. О. Теоретические основы методов анализа и синтеза планетарных механизмов с внецентроидным внутренним цевочным зацеплением: дисс. доктора техн. наук. – Новочеркасск: Южно – рус. гос. техн. универ. 2002. – 441 с.

7. Берестнев О.В. Исследование контактных

напряжений высоконагруженных деталей планетарно-цевочных редукторов / О.В. Берестнев, А.С. Кравчук, Н.Г.Янкевич. – Минск: ИНДМАШ АНБ. 1993. – 56 с.

8. Сергеев В.И. Методологические основы повышения точности механизмов с высшими кинематическими парами / Проблемы машиностроения и надежности машин. РАН. 2006.№1 – С. 3–9.

9. Егоров И.М. Математическое моделирование погрешностей изготовления элементов цевочной передачи планетарного редуктора / И.М. Егоров, С.А. Алексанин, М.Е. Федосовский, Н.П. Кряжева // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики, 2014, №6(94) – С. 171–176.

10. Егоров И.М. Влияние погрешностей элементов механизма параллельных кривошипов на кинематическую точность планетарно-цевочного редуктора / И.М. Егоров, С.А. Алексанин, М.Е. Федосовский, А.С. Птицина // Известие вузов. Приборостроение, 2014, Т.57, №10 – С.76–80.

11. Янкевич Н.Г. Определение площади сечения материала, удаляемого из заготовки при формообразовании впадины между двумя зубьями сателлита планетарно – цевочного редуктора / Н.Г. Янкевич, Е.Н. Янкевич // Вестник БНТУ. 2009. №2. – С. 63 – 66.

12. Купцов В.Р. Повышение точности контурного фрезерования профиля зубчатого венца циклоидального колеса на токарно – фрезерном многоцелевом станке / В.Р. Купцов, С.Г. Зарубин, А.А. Зеленский // Вестник МГТУ «Станкин». 2016. №3(38). – С. 22–27.

13. Попов В.А. Приводы на основе планетарно-цевочных редукторов / В.А, Попов, И.А. Кудрявцев // Арма-туростроение, 2005. № 3 (35). – С. 45–46.

14. ГОСТ 21354 – 87. Передачи зубчатые цилиндрические эвольвентные внешнего зацепления. Расчет на прочность.

15. Носков К.А. Библиотека проектирования зубчатых колес с циклоидальным профилем в программном обеспечении SolidWorks / К.А. Носков, А.В. Липов, Г.С. Большаков // Современные технологии в машиностро-ении. – Пенза: Приволжский Дом знаний. 2017. – С. 43–46.

16. Носков К.А. Расчет циклоидального редуктора с использованием программного обеспечения SolidWorks / К.А. Носков, А.В. Липов, Г.С. Большаков // Инновации технических решений в машиностроении и транспорте. – Пенза: Приволжский Дом знаний. 2017. – С. 290–292.

17. Артемов, И.И. Обеспечение качества планетарно – цевочных передач при проектировании и производстве / И.И. Артемов, Е.А. Чуфистов, А.В. Липов, О.Е. Чуфистов, Г.С. Большаков, К.А. Носков // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Технические науки, – 2018. – №3 (47). – С. 124–139.

18. Алямовский А.А. Инженерные расчеты в SolidWorks Simulation. – 2-е изд. М.: Изд-во ДМК Пресс.2015 – 464 с.

19. Трилисский В.О., Компьютерное моделирование технологического оборудования / В.О. Трилисский, В.В. Голубовский, Ю.В. Истомина : Учеб. пособие. – Пенза.: Инф. изд. центр ПГУ. 2009. – 124 с.

20. Носков К.А. Программирование обработки циклоидального профиля на станках с ЧПУ / К. А. Носков, А. В. Липов, Г. С. Большаков // Прогрессивные технологии в современном машиностроении. Композиционные строительные материалы. Теория и практика. – Пенза: Приволжский Дом знаний, 2018. – С. 33–37.

Статья поступила в редакцию 05.04.2019
Статья принята к публикации 22.05.2019

УДК 663.4

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ УЛЬТРАЗВУКА НА КАЧЕСТВО НЕПАСТЕРИЗОВАННОГО ПИВА

© 2019

Давадов Фазрудин Давудович, магистрант
Московский государственный университет пищевых производств
(125080, Россия, г. Москва, Волоколамское шоссе, 11, e-mail: fazri@list.ru)
Гернет Марина Васильевна, доктор технических наук, профессор,зав. отделом технологии пивоварения
Всероссийский научно-исследовательский институт пивоваренной, безалкогольной и винодельческой промышленности – филиала ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН
(125080, Россия, г. Москва, Волоколамское шоссе, 11, e-*mail: institut-beer@mail.ru)*
Грибкова Ирина Николаевна, кандидат технических наук, старший научный сотрудник
Всероссийский научно-исследовательский институт пивоваренной, безалкогольной и винодельческой промышленности – филиал ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН
(119021, Россия, г. Москва, улица Россолимо, 7)
Борисенко Ольга Александровна, старший научный сотрудник
Всероссийский научно-исследовательский институт пивоваренной, безалкогольной и винодельческой промышленности – филиал ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН
(119021, Россия, Москва, улица Россолимо, 7)
Янкевич Сергей Владимирович, генеральный директор
ООО «ДЖЕНЕРУС» (ультразвуковые системы)
(125363, Россия, г. Москва, улица Героев-Панфиловцев, 10, e-mail: generus@bk.ru)

Аннотация. В данной статье рассматривается проблема путей увеличения стойкости пива различными методами. Рассматривается возможность замены тепловой обработки методом пастеризации на применение ультразвука. Приводится цель работы – исследование влияния обработки ультразвуком на качественные показатели готового пива с использованием доступного по цене оборудования в условиях мини- и микропивоварен. Рассматриваются факторы, влияющие на возникновение помутнения пива при хранении. Приведены результаты исследования по изменению качества непастеризованного пива при обработке его на ультразвуковых установках (стриктерах) при разной частоте «озвучивания». Показана наиболее оптимальная частота ультразвукового воздействия 23 кГц, которая позволяет увеличить стойкость пива в 3раза. Приведены данные микробиологического анализа, свидетельствующего о положительном влиянии ультразвуковой обработки пива на содержание в нем количества микроорганизмов. В статье приводятся результаты исследования, а также дана оценка возможности применения данного метода обработки пива для нужд пивоваренной промышленности.

Ключевые слова: ультразвук, непастеризованное пиво, кавитация, стойкость пива, микроорганизмы.

STUDY THE ULTRASOUND EFFECT ON UNPASTEURIZED BEER QUALITY

© 2019

Davadov Fazrudin Davudovich, graduate student, Moscow State University of food production
(125080, Russia, Moscow, Volokolamskoe highway,11, e-*mail: fazri@list.ru*)
Gernet Marina Vasil'evna, Doctor of Technical Sciences, Professor, head. the Department
All-Russian Research Institute of the brewing, non-alcoholic and wine-making industry - a branch of the FSBI "FNT food systems them. V.M. Gorbatov "RAS
(119021, Russia, Moscow, Rossolimo St., 7, e-mail: institut-beer@mail.ru)
Gribkova Irina Nikolaevna, Candidate of Technical Sciences, Senior Researcher,
All-Russian Research Institute of the brewing, non-alcoholic and wine-making industry − a branch of the FSBI "FNT food systems them. V.M. Gorbatov "RAS
(119021, Russia, Moscow, Rossolimo St.)
Borisenko Olga Alekseevna, Senior Researcher
All-Russian Research Institute of the brewing, non-alcoholic and wine-making industry − a branch of the FSBI "FNT food systems them. V.M. Gorbatov "RAS
(119021, Russia, Moscow, Rossolimo St., 7)
Yankevich Sergey Vladimirovich, general Director
OOO «Generius» (ultrasound system)
(125363, Russia, Moscow, Geroev-Panfilovtcev St., 10; e-mail: generus@bk.ru)

Abstract. This article discusses the problem of ways to increase the resistance of beer by various methods. The possibility of replacing the heat treatment method of pasteurization on the use of ultrasound. The aim of the work is to study the ultrasound treatment effect on the finished beer quality using affordable equipment in the conditions of mini-and microbreweries. Examines the factors affecting the occurrence of haze in beer during storage. The results of the research on changing quality of unpasteurized beer when processing on the ultrasound settings

(stricter) at different frequency "sound". The most optimal frequency of ultrasonic action of 23 kHz, which allows to increase the beer resistance in 3 times, is shown. The data of the microbiological analysis testifying to positive influence of beer ultrasonic processing on the content in it of quantity of microorganisms are given. The article presents the results of the study, as well as the possibility assessment of using this method to beer processing for the needs of the brewing industry.

Keywords: ultrasound, unpasteurized beer, cavitation, beer resistance, microorganisms.

Введение. Сохранение качества напитков в течение длительного времени и увеличение сроков хранения является важнейшей задачей для производителя, который заинтересован в востребованности своей продукции. Увеличение сроков хранения напитков, в частности в технологии пивоварения, связано с тепловой обработкой (пастеризацией), которая препятствует развитию присутствующих в пиве микроорганизмов (дрожжей) и их влиянию на качественные показатели.

Наряду с пастеризацией известны другие виды физической обработки, влияющие на физико-химическую стабильность пива, а соответственно сроки хранения. Одним из физических методов является ультразвук

Воздействие ультразвука на жидкость характеризуется упругими колебаниями и волнами, частота которых превышает 15−20 кГц, в результате чего в жидкости возникают такие специфические эффекты, как кавитация, капиллярный эффект, диспергирование, эмульгирование, дегазация, обеззараживание, локальный нагрев и многие другие [1-6].

Биологическое воздействие ультразвука на микроорганизмы определяется степенью интенсивности и временем ультразвуковой обработки [1,2,5,6]. Известно, что при низкой мощности и небольшой продолжительности воздействия ультразвук усиливает рост и развитие микроорганизмов и, наоборот, при большой мощности подавляет рост и приводит к автолизу клетки микроорганизмов. На этом принципе основан принцип обеззараживания воды, связанный с длительным воздействием при большой интенсивности ультразвука [2,5-13].

Бактерицидное действие ультразвука в основном зависит от кавитации. Кавитация – это возникновение в жидкости массы пульсирующих газовых пузырьков. При воздействии ультразвуковыми колебаниями в течение всего отрицательного полупериода давления и части положительного наблюдается рост кавитационного пузырька до некоторого максимального размера. Затем пузырек захлопывается, создавая ударные волны с импульсным давлением до нескольких тысяч атмосфер и температурой до 5000 К. Если ударная волна встречает на своем пути препятствие, то она разрушает его поверхность. Кроме того, в кавитационном пузырьке возникают активные радикалы, например радикал ОН, являющийся сильнейшим окислителем. Кавитация возникает при интенсивностях звукового поля выше порогового значения 0,3−1 Вт/см^2. Увеличение частоты приводит к повышению порогового значения интенсивности, соответствующего началу кавитации. С ростом частоты ультразвука размеры пузырьков уменьшаются, а их количество растет. При частоте 30 кГц характерный размер кавитационных пузырьков составляет 100 мкм. Чем ниже частота, тем легче получить кавитацию, и тем более агрессивное воздействие оказывает кавитация на обрабатываемый объект, поэтому во многих устройствах используют УЗ с частотой 20−22 кГц [1-4,12].

Пиво является подвижной коллоидной системой, находящейся в равновесном состоянии, компоненты которого экстрагируются в ходе технологического процесса из растительного сырья: солод (ячмень, пшеница и др.), хмеля и преобразуются в ходе дрожжевого брожения в спирт и другие побочные продукты или остаются в неизменном виде [14,15]. Такие факторы как нарушение температурного режима хранения, доступ кислорода и пр. могут привести к нарушению коллоидного равновесия, что влечет за собой увеличение коллоидного помутнения. Помутнение может произойти по следующим причинам:

- присутствующие в пиве микроорганизмы (культурные и дикие дрожжи, бактерии и др.) могут размножаться, из-за выделяемых продуктов метаболизма;
- содержащиеся в пиве коллоиды (белки, полифенолы (дубильные вещества), декстрины и др.) под влиянием различным факторов со временем увеличиваются в размере [14].

Одним из распространенных приемов является пастеризация, которая зачастую приводит к ухудшению качества готовой продукции. Например, в пшеничном пиве меняется вкус в худшую сторону, появляются посторонние тона. Пастеризация является энергозатратной процедурой, требующей наличия дополнительных производственных площадей для установки пастеризационного оборудования. Поэтому технологический прием пастеризации характерен для крупных и средних предприятий, располагающих производственными площадями. В условиях мини- и микропивоварен чаще всего выпускается непастеризованное пиво с небольшим сроком хранения.

В данной исследовательской работе изучалось воздействие ультразвуковой обработки на качество и стабильность пива. В данных условиях не меняются органолептические показатели пива и разрушаются микроорганизмы − вредители производства. Ульт-

развуковые установки более компакты и экономичнее пастеризаторов.

Целью данной работы являлось исследование влияния обработки ультразвуком на качественные показатели готового пива с использованием доступного по цене оборудования в условиях мини- и микропивоварен.

Материалы и методы исследования. В качестве объекта исследования использовалось непастеризованное пиво. Для определения стойкости пива использовался ускоренный метод, прогнозирующий стойкость пива [16]. Влияние режимов ультразвука на количество микроорганизмов оценивали с помощью высева на среду сусло – агар и мясо-пептонный агар [17]. Образцы пива обрабатывались на ультразвуковом устройстве GENERUS-400 фирмы GENERUS [18].

Определение всех показателей проводили в 2-3 повторностях. Обработку экспериментальных данных осуществляли с использованием методов математической статистики.

Результаты и обсуждение. На первом этапе исследования важно было подобрать частоту ультразвука, при которой изменится срок годности (биологическая стойкость) пива. Приводятся данные [19-20] о применении различных ультразвуковых частот и продолжительности воздействия на инактивацию микро-организмов в напитках.

На наш взгляд, применение ультразвука для инактивации микроорганизмов (для увеличения биологической стойкости) в пиве оправдано, поскольку ультразвуковые установки дешевле и занимают меньше места на пивоварнях по сравнению с пастеризаторами, которые используют тепловую обработку.

После обработки УЗ с частотой 18 и 19 кГц была исследована стойкость пива и сделан микробиологический посев. Необходимо принять во внимание, что конт-рольный образец пива не подвергался воздействию ультразвука; опыт 1 – пиво обрабатывалось ультразвуком с f (частотой УЗ) = 18,3 кГц, временем воздействия = 30 мин, скважностью = 8 Гц, количеством импульсов = 250 и частотой подмагничивания = 77,5 кГц; опыт 2 – пиво обрабатывалось ультразвуком с f (частотой УЗ) = 19,07 кГц, временем воздействия = 30 мин, скважностью = 12,5 Гц, количеством импульсов=250 и частотой подмагничивания = 94,34 кГц.

Результаты эксперимента приведены на рисунках 1–3 и таблице 1.

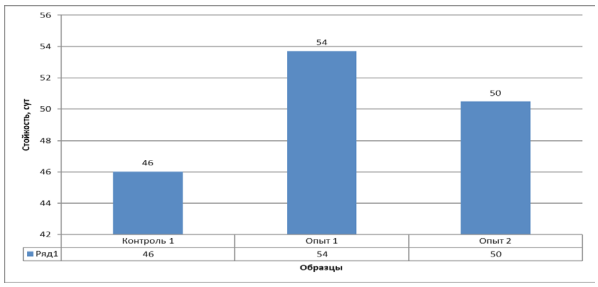


Рисунок 1 – Влияние ультразвука на прогнозируемую стойкость пива

Рисунок 2 – Микробиологический посев образцов пива на сусло-агаре

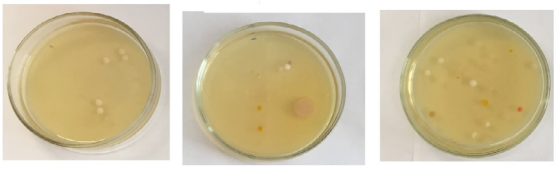


Рисунок 3 – Микробиологический посев образцов пива на мясо-пептонном агаре

Таблица 1 – Содержание микроорганизмов, КОЕ см^3, в образцах пива

№	Содержание микроорганизмов, КОЕ см^3	
	Сусловый агар (СА)	Мясо-пептонный агар (МПА)
Контроль	25	15
Опыт 1	21	10
Опыт 2	24	16

Полученные данные экспериментов позволили утверждать, что УЗ частоты в диапазоне 18-19 кГц практически не угнетают, а в некоторых случаях и увеличивают, количество микробиоты непастеризованного пива. Данные частоты активировали пивные (род *S. Cerevisiae*) и дикие дрожжи.

Также наблюдается увеличение в размере самих дрожжей. Это может быть связано с тем, что декстрины, содержащиеся в пиве, не могут служить источниками питания для метаболизма дрожжей, но после УЗ декстрины могли быть разрушены до моно- и дисахаридов, которые потребляются дрожжами.

На втором этапе было решено увеличить частоту ультразвука до 23 кГц.

Необходимо уточнить что контрольный образец пива не подвергался воздействию ультразвука; опыт 1 – пиво, подвергнутое ультразвуковому воздействию при f (частоте УЗ) = 23,89 кГц, временем воздействия = 2 мин, скважностью = 22,22 Гц, количеством импульсов=220 и частотой подмагничивания = 129,8 кГц; опыт 2 – пиво, обработанное ультразвуком с f (частотой УЗ) = 23,95 кГц, временем воздействия = 25 мин, скважностью = 6,25 Гц, количеством импульсов=200 и частотой подмагничивания = 129,8 кГц.

Результаты экспери-ментов приведены на рисунке 4–5 и таблице 2.

На основе проведенных экспериментов, при воздействии на непастеризованное пиво УЗ частотами в диапазоне от 17 до 23 кГц, наиболее эффективной частотой воздействия ультразвука оказалась частота 23 кГц.

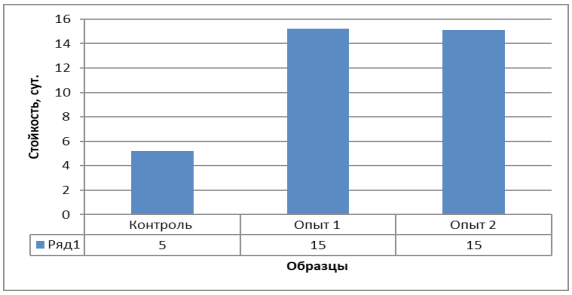


Рисунок 4 – Влияние ультразвука на прогнозируемую стойкость пива

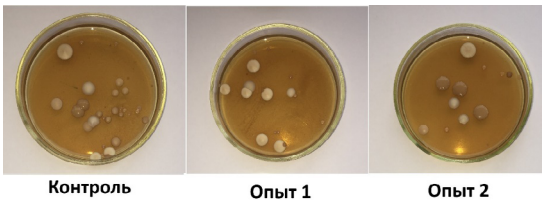


Рисунок 5 – Микробиологический посев образцов пива на сусло-агаре

Таблица 2 – Содержание микроорганизмов, КОЕ см^3, в образцах пива

№	Содержание микроорганизмов, КОЕ см^3
	Сусловый агар
Контроль	31
Опыт 1	16
Опыт 2	22

Заключение. В результате исследований было показано, что при частоте воздействия ультразвука 23кГц в опытных образцах содержание микроорганизмов (дрожжей) уменьшилось на 49% и 30% соответственно с контролем, а стойкость пива увеличилась в 1,5-2 раза.

Было показано, что обработка пива низкими частотами 17-19 кГц приводит к обратному эффекту - активации дрожжевой клетки.

Таким образом, по результатам исследований, ультразвуковая обработка позволяет значительно увеличить стойкость пива, что является альтернативой его пастеризации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Бергман Л. Ультразвук и его применение в науке и технике. – М.: Иностр. лит., 1957. – 726 с.

2. Ультразвук. Энциклопедия / Под ред. И.П. Голяминой. – М.: Советская энциклопедия, 1979. – 658 с.

3. Агранат Б.А. Основы физики и техники ультразвука / Б.А. Агранат, М.Н. Дубровин, Н.Н. Хавский, Г.И. Эскин. – М.: Высш. шк., 1987. – 352 с.

4. Келлер О.К. Ультразвуковая очистка / О.К. Келлер, Г.С. Кратыш, Г.Д. Лубяницкий. – Л.: Машиностроение, 1977. – 184 с.

5. Эльпинер И.Е. Ультразвук. Физико-химическое и биологическое действие. – М., 1963. – 420 с.

6. Frizzell L. A. Biological Effects of Acoustic Cavitation, in Ultrasound: Its Chemical, Physical and Biological Effects, Suslick, K. S. (Ed.). – VCH Publishers, New York, 1988. – pp. 54–58.

7. Joyce E., Mason T.J., Phull S.S. and Lorimer J.P. The development and evaluation of ultrasound for the treatment of bacterial suspensions // Ultrasonics Sonochemistry. – 2002. – Vol. 10. – pp. 315−318.

8. Mason T.J., Joyce E., Phull S.S. and Lorimer J.P. Potential uses of ultrasound in the biological decontamination of water // Ultrasonics Sonochemistry. – 2003. – Vol. 10. – pp. 319−324.

9. Демченко В.А. Влияние ультразвукового воздействия на физико-химические показатели кваса / В.А. Демченко, А.С Образцова, М.А. Иванова// Вестник ВГУИТ. – 2016. – №4. – С. 18–21.

10. Антонова Г.Ф. Воздействие акустических колебаний высокой мощности на древесину дуба / Г.Ф. Антонова, А.Б. Баженов, Т.Н. Бараксина и др. // Химия растительного сырья. – 2009. – № 3. – С. 21–30.

11. Казаков И.О. Исследование влияния ультразвуковой обработке на стойкость напитков на основе зернового сырья // Техника и технология пищевых производств. – 2015. – № 1. – С. 30–34.

12. Красуля О.Н. Инновационные подходы в технологии молочных продуктов на основе эффектов кавитации / О.Н. Красуля, И.Ю. Потороко, О.В. Кочубей-Литвиненко // Вестник ЮУрГУ. Серия «Пищевые биотехнологии». – 2015. – Т.3. – №2. – С. 55–63.

13. Ходунова О.С. Влияние различных способов обработки на микробиологические показатели пророщенных семян овса / О.С. Ходунова, Л.А. Силантьева // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Процессы и аппараты пищевых производств». – 2017. № 1. – С. 3–8.

14. Кунце В. Технология солода и пива / В. Кунце В., Г. Мит. – СПб.: Профессия, 2001. – 912 с.

15. Ермолаева Г.А. Технология и оборудование производства пива и безалкогольных напитков / Г.А. Ермолаева, Р.А. Колчева. – М.: ИРПО; Изд. Центр «Академия», 2000. – 416 с.

16. ИК 9184-1385-05031531-96 Инструкция по проведению теста, прогнозирующего стойкость пива – ВНИИ ПБиВП, г. Москва, 1996. – 4 с.

17. Ильяшенко Н.Г. Микроорганизмы и окружающая среда / Н.Г. Ильяшенко, Л.Н. Шабурова – М.: ИНФРА. – М, 2017 – 195 с.

18. Ультразвуковая установка Generus-400 http://generussystems.ru/?p=545.

19. Alami-Milani E. Nonthermal Pasteurization of Beer. A thesis submitted in fulfilment of the requirement for the degree of Doctor of Philosophy in Chemical and Materials Engineering, the University of Auckland, Auckland. – 2016. – pp. 56–57.

20. Марчук Л.В. Влияние ультразвуковой кавитации на жизнеспособность микроорганизмов / Л.В. Марчук, Г.В. Прокопенко, А.Ф. Луговской, И.А. Гришко // Серія: Гірничо-електромеханічна. – 2011. – № 22(195). – С. 195–206.

Статья поступила в редакцию 10.04.2019
Статья принята к публикации 22.05.2019

УДК 664.765

ИССЛЕДОВАНИЕ ФРАКЦИОННОГО СОСТАВА БЕЛКОВ КУКУРУЗНОГО ЖМЫХА

© 2019

Матвеева Юлия Аникториевна, аспирант Высшей школы биотехнологии и пищевых технологий
Санкт-Петербургский Политехнический университет Петра Великого (СПбПУ)
(195251, Россия, Россия, г. Санкт-Петербург, ул. Политехническая, 29, e-mail: matveevajuliaa@mail.ru)
Чернова Елена Викторовна, доктор экономических наук, профессор,
профессор Высшей школы биотехнологии и пищевых технологий
Санкт-Петербургский Политехнический университет Петра Великого (СПбПУ)
(195251, Россия, Россия, г. Санкт-Петербург, ул. Политехническая, 29, e-mail: chernova68@list.ru)
Баженова Ирина Анатольевна, кандидат технических наук, доцент,
доцент Высшей школы биотехнологии и пищевых технологий
Санкт-Петербургский Политехнический университет Петра Великого (СПбПУ)
(195251, Россия, Россия, г. Санкт-Петербург, ул. Политехническая, 29, e-mail: irinabazhenova@mail.ru)
Доморощенкова Мария Львовна, кандидат технических наук, доцент,
зав. отделом производства пищевых растительных белков и биотехнологии
ВНИИ Жиров
(191119, Россия, г. Санкт-Петербург, ул. Черняховского, 10, e-mail: mdomor@mail.ru)
Демьяненко Татьяна Федоровна, кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник
отдела производства пищевых растительных белков и биотехнологии
ВНИИ Жиров
(191119, Россия, г. Санкт-Петербург, ул. Черняховского, 10, e-mail: tandem.50@list.ru)

Аннотация. В последние годы повысился интерес к использованию в питании человека вторичного сырья, имеющего высокую пищевую и биологическую ценность. Кукурузный жмых получают после отжима масла из кукурузного зародыша. На его долю приходится в зависимости от сорта и размера, от 12 до 20-22 % веса зерна. Способность белков удерживать жир и воду зависит не только от особенностей аминокислотного состава и структуры, но и от фракционного состава белков. Однако влияния используемых технологических приемов и режимов извлечения масла на фракционный состав белков кукурузного жмыха ранее изучено не было. В статье представлено исследование фракционного состава белков промышленных образцов жмыхов кукурузного зародыша, полученных с использованием различных технологических режимов. Установлены существенные различия в содержании растворимых фракций белков в жмыхе холодного отжима по сравнению с жмыхом двойного прессования. При использовании двойного прессования значительно снизилась суммарная растворимость белков по сравнению с использованием холодного прессования, составив 56,82 % и 86,08 % соответственно. Наибольшие различия наблюдались в содержании альбуминовой и глобулиновой фракций: в жмыхе двойного отжима содержание водорастворимой фракции составило – 25,88 %, а солерастворимой фракции – 6,03 %, а в жмыхе холодного отжима содержание водорастворимой и солерастворимой фракций было более чем в 2,4 раза выше – 63,18 % и 14,71 % соответственно. Обсуждается перспективность использования муки из жмыха кукурузного зародыша в производстве пищевых продуктов. Кукурузный жмых может использоваться при производстве кулинарных изделий, перемолотый в муку – при производстве мучных и кондитерских изделий.

Ключевые слова: кукурузный зародыш, кукурузный жмых, холодный отжим масла, фракционный состав белков, пищевое использование.

STUDY OF PROTEIN FRACTION COMPOSITION OF CORN GERM OIL CAKE

© 2019

Matveeva Yuliya Aniktorievna, postgraduate student, Higher School of Biotechnology and Food Technologies
Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University
(195251, Russia, Russia, St. Petersburg, Polytechnicheskaya St., 29, e-mail: matveevajuliaa@mail.ru)
Chernova Elena Viktorovna, doctor of economic sciences, professor,
professor of the Higher School of Biotechnology and Food Technologies
Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University
(195251, Russia, Russia, St. Petersburg, Polytechnicheskaya St., 29, e-mail: chernova68@list.ru)
Bazhenova Irina Anatolyevna, candidate of tech. sciences, associate professor,
associate professor of the Higher School of Biotechnology and Food Technologies
Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University
(195251, Russia, Russia, St. Petersburg, Polytechnicheskaya St., 29, e-mail: irinabazhenova@mail.ru)
Domoroshchenkova Maria Lvovna, candidate of tech. sciences, associate professor,
Head of department of plant proteins and biotechnology
All-Russia Scientific Research Institute of Fats

(191119, Russia, St.Petersburg, Chernyakhovskogo St., 10, e-mail: mdomor@mail.ru)
Demyanenko Tatyana Fedorovna, candidate of tech. sciences, Leading researcher of department of plant proteins and biotechnology
All-Russia Scientific Research Institute of Fats
(191119, Russia, St.Petersburg, Chernyakhovskogo St., 10, e-mail: tandem.50@list.ru)

Abstract. Secondary raw materials with high nutritional and biological value are perspective for usage in human food. Corn oil cake is produced after mechanical pressing of corn oil from corn germ. From 12 to 22% of the corn grain weight is concentrated in germ. The ability of proteins to retain fat and water depends not only on the characteristics of the amino acid composition and structure, but on the fractional composition of proteins too. However, the influence of processing methods and oil extraction technologies on the fractional composition of corn cake proteins has not been previously studied. The protein-fractional composition of industrial samples of corn germ oil cakes produced by different methods is studied. In cold-pressed corn germ cake and double-pressed cake a significant difference in soluble protein fractions was observed. When using double pressing the total solubility of proteins was significantly reduced compared with usage of cold pressing, having reached 56.82% and 86.08%, respectively. The greatest difference was observed in the content of albumin and globulin fractions: in the double-pressed cake the content of the water-soluble fraction was 25.88%, and the salt-soluble fraction was 6.03%, and in the cold-pressed cake the contents of the water-soluble and salt-soluble fractions were more than 2,4 times higher – 63,18% and 14,71%, respectively. Perspectives of usage of flour from corn germ oil cake in production of food is discussed. Corn cake can be used in the production of culinary products, thin milled corn germ cake – in the production of flour and confectionery products.

Keywords: corn germ, corn germ oil cake, cold pressing of oil, protein fraction composition, food application.

Постановка проблемы. В настоящее время при производстве продуктов питания все шире используется нетрадиционное сырье. Особый интерес возник к вторичному сырью, которое является побочным продуктом переработки основного пищевого сырья. Кукурузный жмых является вторичным продуктом переработки кукурузного зерна, остающимся после отжима масла из зародыша кукурузы. Сегодня основное использование кукурузного жмыха – кормовое [1,2,3]. Расширение областей рационального использования жмыхов разных культур (льна, подсолнечника, сои, рапса) имеет большое народнохозяйственное значение. В последние годы с совершенствованием технологий очистки семян, с развитием современных технологий и оборудования для извлечения масла без использования органических растворителей, с использованием более щадящих температурных режимов извлечения масла, не приводящих к потере функциональности белка и с сохранением полезных витаминов и других микронутриентов, возрос интерес к использованию жмыхов и шротов на пищевые цели.

Анализ последних исследований и публикаций. В иностранной научной литературе представлено достаточное количество исследований по использованию жмыха различных зерновых культур: кукурузы [4,5,6], кунжута [7], ячменя [8] и др. Поиск отечественных литературных источников показал, что работы по применению кукурузного жмыха в производстве продуктов питания в нашей стране проводились более тридцати лет назад. Например, Е.В. Кулакова рассматривала возможности использования зародышевой муки из кукурузного шрота для обогащения молдавских национальных блюд [9]. Кроме того, в 70-90-е годы, как в указанной работе, так и работах, сходных по тематике, главным было изучение переваривания белков зерновых in-vitro с целью создания блюд, имеющих повышенную пищевую и биологическую ценность [10,11]. Существуют исследования, в которых кукурузный жмых используется в качестве ингредиента биологически активных добавок как дополнительный источник белка, витаминов и других микронутриентов [12]. Поэтому использование данного относительно недорогого ингредиента в питании человека требует дальнейших исследований.

Зародыш кукурузы, на долю которого приходится от 12 до 20 %, и даже до 22 % веса (в зависимости от сорта и размера) зерна, имеет довольно богатый химический состав, в нем сконцентрировано более 80 % жира, содержащегося в кукурузном зерне. Масличность кукурузного зародыша в среднем составляет 32-37 %. Кроме того, он содержит от 14,0 до 26,0 % белковых веществ, 35-50 % безазотистых экстрактивных веществ, 2,4-5,2 % клетчатки, 7,3-10,6 % золы (данные относятся к сухому веществу) [13-15]. В его составе найдены также глицериды, фосфатиды, ситостерины и глюкозид, содержащий пентозу, инозитфосфорную кислоту, кристаллические продукты распада белка, гуанидин и следы глютамина [16].

Извлекается зародыш кукурузы из зерна двумя способами: сухим (применяется в основном на мельнично-крупяных и пищеконцентратных предприятиях) и мокрым (применяется на крахмало-паточных предприятиях). Технологических способов извлечения масла из кукурузного зародыша достаточно много. Подробный аналитический обзор технологий производства кукурузного масла приведен в работе Deepika Shende и Gagandeep Kaur Sidhu [17]. Наиболее распространенными промышленными

технологиями переработки кукурузных зародышей с целью получения кукурузного масла являются технология экстракции масла органическим растворителем (экстракционным бензином) с предварительным отжимом масла на форпрессах и безреактивные технологии механического отжима масла под высоким давлением. В промышленности применяют два способа прессования – холодное и горячее. Чтобы ослабить неблагоприятное действие повышенных температур, не снижая выхода масла, применяют двукратное прессование. Кукурузный жмых, остающийся после извлечения масла механическим способом без использования органических растворителей, может быть хорошим сырьем для пищевой отрасли и заменить или дополнить привычные виды сырья, например, при производстве мучных и кондитерских изделий [18].

Общее содержание белков в зерне кукурузы, по данным ВНИИР им. Н.И. Вавилова, колеблется от 4,9 до 23,6 %. В зерне белки распределены неравномерно: в эндосперме – 10-12 %, в зародыше – до 20 %. Белки, извлекаемые из зерна различными растворителями, гетерогенны. Классификация белков, основанная на их растворимости, была введена еще в 1907-1908 гг. Осборном. Растительные белки включают несколько фракций: водорастворимые (альбумины); солерастворимые (глобулины), выделяемые 10%-ным раствором NaCI; спирторастворимые (проламины), извлекаемые 70%-ным этанолом; щелочерастворимые (глютелины) – 0,2%-ным раствором NaOH.

Проламины и глютелины локализованы в эндосперме, представлены в основном запасными белками, не обладают ферментативной активностью. Для кукурузы характерно высокое содержание проламинов (зеин). Зеин отличается от белков других злаковых тем, что лучше всего растворяется в 90...93 %-ном этиловом спирте. Изоэлектрическая точка для зеина кукурузы находится в области pH 6,2 [19]. Зеин кукурузы характеризуется большим отношением большой оси молекулы к малой – 20,1. Возможно, благодаря такой форме зеин имеет более высокую перевариваемость, чем другие белки кукурузного зерна.

Подвиды кукурузы отличаются по содержанию и соотношению белковых фракций (таблица 1), которое тесно связано с генетическими особенностями и условиями произрастания.

Таблица 1 – Содержание белковых фракций в зерне подвидов кукурузы [19]

Подвид	Азот белка, % от общего азота			
	альбумины	глобулины	проламины	глютелины
Крахмалистый	11,5 – 24,9	3,5 – 10,3	21,9 – 51,5	9,5 – 27,8
Зубовидный	9,9 – 20,1	4,6 – 10,8	27,1 – 51,2	16,5 – 24,8
Кремнистый	10,5 – 28,5	4,3 – 11,7	21,3 – 50,3	9,8 – 22,8
Восковидный	13,6 – 22,4	4,0 - -6,0	30,0 – 50,1	11,1 – 20,2
Сахарный	19,1 – 39,5	3,1 – 9,3	20,9 – 37,3	10,8 – 24,8
Лопающийся	9,8 – 16,3	2,7 – 9,8	42,5 – 57,7	9,0 – 18,4

Альбумины и глобулины представленные ферментами и структурными белками, локализованы в зародыше [20,21] и алейроновом слое; сбалансированы по большинству незаменимых аминокислот [14]. В альбуминовой фракции белков зерна кукурузы обнаружены пять белков, в глобулиновой – три, в проламиновой – три [19,22].

После выделения всех фракций простых белков из зерна остаются остаточные белки (белки нерастворимого остатка). В состав небелкового азота входят амиды, нуклеиновые кислоты, глютатион. В зерне кукурузы количество небелкового азота составляет около 5 % от общего азота целого зерна (около 0,1 % на сухой вес зерна). В зародышах содержание небелковых азотистых веществ достигает 20 % от общего азота зародыша, что значительно выше, чем в эндосперме (около 3 %) [19].

Содержание белка коррелирует с содержанием углеводов; коэффициент корреляции равен 0,90, при очень низкой корреляции между содержанием белка и жира. Также различными исследователями установлена отрицательная корреляция между содержанием белка и безазотистых экстрактивных веществ; коэффициент корреляции равен 0,88 [19].

Изучение фракционного состава белков кукурузного зародыша, обезжиренного жмыха кукурузного зародыша и белкового продукта его глубокой переработки, показало существенные изменения в содержании отдельных фракций [14]. В обезжиренном жмыхе кукурузного зародыша по сравнению с кукурузным зародышем в 3,3 раза возрастало содержание альбуминов, почти в 2 раза увеличивалось содержание глобулинов, а содержание зеина снижалось почти в 11 раз.

Существует большое количество работ, посвященных оценке физико-химических характеристик кукурузного масла, полученного различными способами. В последние годы большой спрос у потребителей получили масла холодного отжима, в которых сохраняются полезные фитохимические компоненты сырья. Сравнение химического состава кукурузного масла холодного отжима с рафинированным вымороженным кукурузным маслом показало наличие в нем большего количества биоактивных соединений [23]. При этом не проводилась оценка влияния используемых технологических приемов и режимов извлечения

масла на качественные характеристики кукурузного жмыха и, в первую очередь, на белковые вещества.

Из всех физико-химических характеристик природного белка при внешних воздействиях растворимость наиболее легко изменяется. На степень температурной денатурации белков влияют технологические режимы переработки сырья, которые можно отслеживать по изменению растворимости белков.

Цель работы – исследование фракционного состава белков кукурузного жмыха, полученного в промышленных условиях с использованием разных режимов извлечения масла.

Маиериалы исследования. Объекты исследования – два вида кукурузного жмыха: жмых с ПУ в Белореченске, который прошел двойное прессование, и жмых с ПУ ст. Северская, полученный после холодного отжима. Материалы для исследования предоставлены ООО Производственная Фирма «Радуга», г. Краснодар [24].

Методы исследования. Массовую долю влаги и летучих веществ определяли по ГОСТ Р 54705-2011 [25]. Массовую долю сырого жира по ГОСТ Р 53153-2008 [26]. Массовую долю сырого протеина по ГОСТ 13496.4-93 [27]. Фракционный состав белков определяли в соответствии с руководством по методам исследования, технохимическому контролю и учету производства в масложировой промышленности [28]. Исследования проведены в лаборатории производства пищевых растительных белков и биотехнологии ВНИИЖиров, г. Санкт-Петербург.

Фракционный состав белков кукурузных жмыхов, полученных по технологии двойного прессования и холодного прессования, имеет существенные различия по содержанию растворимых белков (таблица 2).

Таблица 2 – Фракционный состав белков кукурузного жмыха

Характеристика		Жмых с ПУ в Белореченске, прошел двойное прессование	Помол с минипрессов на ПУ ст. Северская, холодный отжим
Влажность, %		6,25	8,62
Содержание сырого протеина, %, на а.с. вещество/ на а.с. обезжиренное вещество		20,36 / 25,59	21,09 / 25,46
Фракционный состав белков, % от содержания сырого протеина:	водорастворимые	25,88	63,18
	солерастворимые	6,03	14,71
	спирторастворимые	1,90	3,31
	щелочерастворимые	23,01	4,26
	суммарнорастворимые белки	56,82	86,08
	нерастворимый остаток	43,18	13,92
Содержание сырого жира, % на а.с.в.		20,43	17,18

При сравнимом содержании сырого протеина в жмыхах двойного прессования и холодного отжима в пересчете на абсолютно сухое обезжиренное вещество, при использовании двойного прессования значительно снизилась суммарная растворимость белков по сравнению с использованием холодного прессования, составив 56,82 % и 86,08 % соответственно. Наибольшие различия наблюдались в содержании альбуминовой и глобулиновой фракций: в жмыхе двойного отжима содержание водорастворимой фракции составило – 25,88 %, а солерастворимой фракции – 6,03 %, а в жмыхе холодного отжима содержание водорастворимой и солерастворимой фракций было более чем в 2,4 раза выше – 63,18 % и 14,71 % соответственно.

Считается, что чем больше водо- и солерастворимых фракций, тем большую пищевую ценность имеет белок. Образец шрота, полученного после холодного отжима, превосходит по содержанию водо- и солерастворимых фракций образец, полученный после двойного прессования, почти в три раза. Поэтому мы считаем, что существует возможность широкого спектра применения муки из кукурузного жмыха для введения в различные мучные изделия в качестве замены пшеничной муки.

Выводы. Исследование показало, что фракционный состав белков кукурузных жмыхов, полученных в результате различных технологических операций, а именно двойным и холодным прессованием, имеет существенные различия по содержанию растворимых белков. При использовании двойного прессования суммарная растворимость белков кукурузного жмыха составляет 56,82 %, холодного отжима – 86,08 %. Полученные результаты свидетельствуют о перспективности использования кукурузного жмыха холодного отжима в производстве пищевых продуктов, для которых растворимость белков в водных и солевых средах имеет определяющее значение.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Granito M., Guerra M. The use of deffated corn germ in flour manufactured to bakery products // Arch Latinoam Nutr. 1995 Dec. 45 (4):322–8.

2. Бондаренко Е.М. Продуктивные качества и состояние обмена веществ у бройлеров при использовании кукурузного зародыша и жмыха: диссертация ... канд. биол. наук. Рязань. 2002. 106 с.

3. Подобед Л. Питательная ценность жмыха из

зародыша кукурузы // Комбикорма. 2011. № 5. С. 57–58.

4. Barnwal P., Kore P., Sharma A. Effect of Partially De-Oiled Maize Germ Cake Flour on Physico-Chemical and Organoleptic Properties of Biscuits // Food Processing & Technology. 2013. V. 4. I. 4

5. Moreira I., Ribeiro C. R., Furlan A. C., Scapinello C., Kutschenko M. Utilization of Defatted Corn Germ Meal on Growing-Finishing Pigs Feeding – Digestibility and Performance // Revista Brasileira de Zootecnia. 2002. V.31. N.6. P. 2238–2246.

6. Siddiq M., Nasir M., Ravi R, Dolan K.D., Butt M.S. Effect of Defatted Maize Germ Addition on the Functional and Textural Properties Of Wheat Flour // International Journal of Food Properties. 2009. V. 12. P. 860–870.

7. Costa do Nascimento El. M. da G., Piler Carvalho C. W., Yoshie Takeiti C., De Grandi Castro Freitas D., Ramírez Ascheri J. L. Use of sesame oil cake (Sesamum indicum L.) on corn expanded extrudates // Food Research International. V. 45. January 2012. P. 434–443.

8. Altan A., McCarthy K. L., Maskan M. Evaluation of snack foods from barley–tomato pomace blends by extrusion processing // Journal of Food Engineering. V. 84. 2008. P. 231–242.

9. Кулакова Е.В. Использование зародышевой муки из кукурузного шрота для обогащения молдавских национальных блюд: автореф. дис. ... канд. техн. наук. М. 1978. 23 с.

10. Ковалев Н.И., Макаренко Л.И., Орлова С.А. Влияние кулинарной обработки на переваримость пшена // Die Nahrung. 1974. № 5. P. 511–522.

11. Чернова Е.В. Новый метод оценки биологической ценности белков кулинарно обработанных круп // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. 2001. № 1 (260). С. 11–13.

12. Шаззо А.А. Разработка технологии переработки зародышей зерна кукурузы и изучение потребительских свойств получаемых продуктов и БАД: автореф. дис. ... канд. техн. наук. Краснодар. 2011. 28 с.

13. Ambika Rajendran, R., Nirupma Singh, Vinay Mahajan, D.P. Chaudhary, Sapna, Kumar R. S. Corn Oil: An emerging industrial product.2012. Directorate of Maize Research, New Delhi, Technical Bulletin, No. 8. 36 p.

14. Gupta H.O., Eggum B.O. Processing of maize germ oil cake into edible food grade meal and evaluation of its protein quality // Plant Foods Human Nutrition. 1998. V. 52. P. 1–8.

15. Barbieri R, Casiraghi E.M. Production of a food grade flour from defatted corn germ meal // Food Science and Technology. 1983, February. V. 18. P. 35–41.

16. Казаков Е.Д., Кретович В.Л. Биохимия зерна и продуктов его переработки. М.: Агропромиздат, 1989. 368 с.

17. Shende D., Sidhu G. K. Methods used for extraction of maize (zea mays, L.) germ oil – a review // Indian Journal of Research and Technology. 2014. V. 2 (4). P. 48–54.

18. Нюдлеева И.А., Чернова Е.В., Матвеева Ю.А. Химический состав кукурузного жмыха и перспективы его использования в мучных кондитерских изделиях функционального назначения // Global science. Development and novelty. Collection of scientific papers, on materials of the IV international scientific-practical conference 25.12.2017 Ed. SPC «LJournal», 2017. P. 36–39.

19. Павлов А.Н. Накопление белка в зерне пшеницы и кукурузы. М.: Наука, 1967. 339 с.

20. Parris N., Johnston D., Moreau R.A., Singh V. Protein Distribution in Commercial Wet- and Dry-Milled Corn Germ // Journal of Agricultural and Food Chemistry. 2006, July. V. 54 (13). P. 4868–4872.

21. Lawton, W.J.; Wilson, C.M. Proteins of the kernel. In Corn. Chemistry and Technology, 2nd ed.; White, P.J.; Johnson, L.A., Eds. Amer. Assoc. Cereal Chemists: St. Paul, MN, 2003. P. 314–354.

22. http://www.intelmeal.ru/nutrition/foodinfo-grain-food-corn-ru.php.

23. Aydeniz Güneşer B., Yılmaz E, Ok S. Cold pressed versus refined winterized corn oils: quality, composition and aroma // Grasas y Aceites. 2017, April–June. V. 68. № 2.

24. Группа компаний «Радуга». Режим доступа: http://radugapf.ru/

25. ГОСТ Р 54705-2011 Жмыхи, шроты и горчичный порошок. Методы определения массовой доли влаги и летучих веществ. Режим доступа: http://docs.cntd.ru/document/gost-r-54705-2011.

26. ГОСТ Р 53153-2008 Жмыхи и шроты. Определение содержания сырого жира. Часть 1. Метод экстрагирования гексаном (или петролейным эфиром). Режим доступа: http://docs.cntd.ru/document/1200069384.

27. ГОСТ 13496.4-93 Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения содержания азота и сырого протеина. Режим доступа: http://docs.cntd.ru/document/1200024323.

28. Руководство по методам исследования, технохимическому контролю и учету производства в масложировой промышленности. Т. 2. Л., 1965. С. 297–301.

Статья поступила в редакцию 03.04.2019
Статья принята к публикации 22.05.2019

УДК 67.08

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА КОМПАКТИРОВАНИЯ ВЛАГОСОДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ РАСТИТЕЛЬНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ НА ПРИМЕРЕ СВЕЖЕГО СВЕКЛОВИЧНОГО ЖОМА

© 2019

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)
Редченко Мария Александровна, аспирант кафедры «Пищевые производства»
Пензенский государственный технологический университет
(440028, Россия, г. Пенза, пр. Байдукова/ул.Гагарина, 1а/11, e-mail:poldyaeva@mail.ru)

Аннотация. Статья посвящена разработке и анализу моделей, описывающих условия движения влагосодержащего свекловичного жома в вертикальном шнековом компакторе, условия его уплотнения и отделения влаги под действием осевого и бокового давления. Проведен анализ действующих сил на жомовую массу, находящуюся в межвитковом пространстве вертикально установленного конического шнека. Показано, что усилия прессования определяются геометрическими и режимными характеристиками шнекового движителя. Разработана модель взаимодействия влагосодержащего жома, перемещаемого в витках шнека, с окружающей его перфорированной вставкой и определены условия отделения из него влаги. Выявлены зависимости, определяющие степень уплотнения жома в межвитковом пространстве шнека с переменным шагом витков и углов их наклона и в зоне упругой многолепестковой диафрагмы. Определена величина прогиба лепестков диафрагмы под действием давления, оказываемого перемещаемым в компакторе жомом.

Ключевые слова: свекловичный жом, конусный шнек, многолепестковая диафрагма, модели движения жома, аналитические зависимости уплотнения и влагоотделения.

MODELING THE PROCESS OF COMPACTION OF MOISTURE-CONTAINING WASTES OF PLANT ORIGIN FOR EXAMPLE FRESH SUGAR BEET PULP

© 2019

Avrorov Valery Alecsandrovish, doctor of technical sciences,
professor of the department of "Food production"
Penza State Technology University
(440039, Russia, Penza, Baidukova/Gagarina St.,1a/11, e-mail: v_avrorov@bk.ru)
Redchenko Maria Alexandrovna, graduate student of the department of "Food production"
Penza State Technology University
(440039,Russia, Penza, Baidukova/Gagarina, 1a/11, e-mail: poldyaeva@mail.ru)

Abstract. The article is devoted to the development and analysis of models describing traffic conditions moisture-containing sugar beet pulp in a vertical screw compactor, the conditions of the seal and separation of moisture under the action of axial and lateral pressure. The analysis of the forces on pulp mass located in the inter turn space of the screw vertically installed bevel. It is shown that the pressing force determined by the geometric and performance characteristics of a screw propeller. The developed model of the interaction of moisture-containing pulp, move the threads of the screw, and surrounding the perforated insert and the conditions for the separation from it of moisture. The identified dependencies, determining the degree of compaction of the pulp in the inter turn space of the screw with variable pitch of turns and angles and the area elastic multi-leaf diaphragm. The size of the deflection of the diaphragm blades under the action of the pressure carried in the pulp compactor.

Keywords: beet pulp, a conical auger, multi-leaf diaphragm, the patterns of movement of pulp, analytical dependence of the compaction and dehumidification

Введение. Анализ жомопрессового оборудования [1-6] со шнековыми движителями показывает, что для увеличения степени прессования свежего жома целесообразно использовать дополнительные статические уплотняющие устройства на выходе жома из последнего витка шнека и выходного отверстия пресс-компактора. Эта возможность вытекает из анализа технологии экструдирования пищевых материалов и конструктивно-технологических схем экструдеров, которые можно рассматривать, как прямые аналоги жомопрессового оборудования со шнековыми движителями. В экструдерах для формирования эктрудатов на выходе шнека устанавливаются матрицы, фильеры которых могут иметь круглую, овальную, прямоугольную и другие формы выходного отверстия [7-12].

Фильера матрицы создает сопротивление движению материала на выходе, хотя ее основное назначение заключается в придании определенной формы поперечному сечению выходящего продукта. Прямое использование для этого матрицы с постоянными размерами и формой, на наш взгляд, малоэффективно, поскольку коэффициент заполнения витков жомом является переменной

величиной, и масса жома в межвитковом пространстве шнека также будет изменяться, что вызовет колебательные процессы.

Для большего уплотнения жома в компакторе со шнековым движителем нами выдвинута идея оснастить вертикальный шнековый компактор с переменным шагом витков и углов наклона винтовой линии шнека упругой многолепестковой диафрагмой, прогиб лепестков которой будет зависеть от величины давления жома, подаваемого шнеком. В этом случае давление жома будет возрастать постепенно до тех пор, пока не превысит предел упругости материала лепестков диафрагмы, и они не начнут деформироваться все вместе, пропуская отжатый жом на конвейер компактора.

Целью работы являлось теоретическое исследование процесса компактирования свежего жома при его движении в зоне шнека.

Поставленная цель может быть достигнута решением следующих задач:

– исследование условий движения жома в межвитковом пространстве шнекового движителя;

– анализ взаимодействия жома при его контакте со стенкой перфорированной вставки компактора;

– исследование процесса отделения вла-ги из жома в зоне шнекового движителя и перфорированной вставки.

Модель движения свекловичного жома в зоне шнека. Рассмотрим модель движения частицы жома, находящейся на краю *i*-ого витка конического шнека 2 и контактирующей с конической перфорированной вставкой 1, окружающей шнек по всей его высоте *H* (рисунок1). На рисунке 1 (поз. А) и в сечении Б-Б показан частный случай положения частицы, находящейся в центре прямоугольных координат *x,y,z*. Для описания движения в случае произвольного положения частицы на витках шнекового движителя нужно учесть углы между действующими на частицу силами и угол поворота шнека, как функцию времени [13-15] .

Уравнение движения частицы

$$\sum \bar{F}_i - \frac{d(mv)}{dt} = \left[\bar{F}_{тр.1} + \bar{F}_{тр.2} + \bar{G} + F_т + \bar{F}_{ц.пер.} + \right.$$
$$\left. + \bar{F}_{ц.отн.} + \bar{F}_{ин.акс.} + \bar{F}_k\right] - \frac{d(mv)}{dt} = 0, \quad (1)$$

где $\bar{F}_{тр.1}$– сила трения частицы о поверхность витка; $\bar{F}_{тр.2}$ – сила трения частицы о поверхность вставки, $\bar{G}$ – сила тяжести частицы, $\bar{F}_{ц.пер.}$ – центробежная сила инерции частицы в переносном движении, $\bar{F}_{ц.отн.}$ – центробежная сила инерции частицы в относительном движении, $\bar{F}_{ин.акс.}$ – аксиальная сила инерции, $\bar{F}_k$ – сила Кориолиса, m – масса частицы, v – абсолютная скорость частицы.

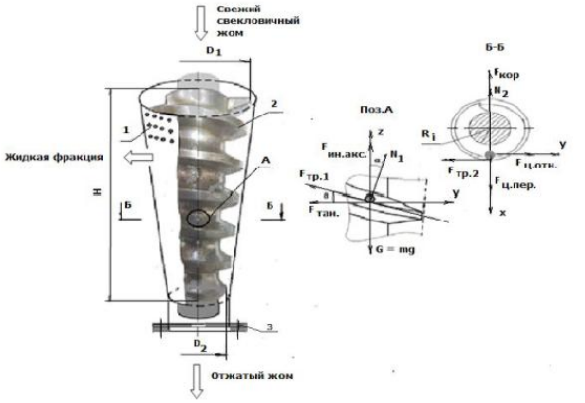


Рисунок 1 – Схема сил, действующих на частицу материала в зоне шнека компактора
1 – перфорированная вставка компактора,
2 – конический шнек компактора с переменным шагом и углом наклона витков,
3 – упругая диафрагма

Для изображенного на рис.1 положения частицы система уравнений в проекциях на оси координат будет иметь вид

$$\begin{cases} m\omega_{шн}^2 R_i - N_2 - 2mR_i\omega_{шн}v\cos\beta = 0 \\ mR_i\omega^2 + N_1\sin\alpha_i - f_1 N_1\cos\alpha_i - mR_i\frac{d^2\varphi}{dt^2} = 0, \\ N_1\cos\alpha_i + mR_i tg\alpha\frac{d^2\varphi}{dt^2} - mg = 0 \end{cases} \quad (2)$$

Если принять во внимание, что $\omega = \text{const}$, тогда $\frac{d^2\varphi}{dt^2} = 0.$

В этом случае система может быть представлена алгебраическими уравнениями

$$\begin{cases} m\omega_{шн}^2 R_i - N_2 - 2mR_i\omega_{шн}v\cos\beta = 0 \\ mR_i\omega^2 + N_1(\sin\alpha_i - f_1\cos\alpha_i) = 0 \\ N_1\cos\alpha_i - mg = 0 \end{cases}. \quad (3)$$

где $\omega_{шн}$ – угловая частота вращения шнека, с$^{-1}$; R_i – радиус витка шнека, м; N_2 – сила реакции со стороны вставки, Н; v – скорость движения частицы, м/с; β – угол между векторами абсолютной и переносной скоростями частицы, град; ω – угловая частота вращения частицы, с$^{-1}$, $\omega = \frac{v\cos\beta}{R_i}$; N_1 –- сила реакции от поверхности витка, Н; α_i – угол наклона витка, град; f_1 – коэффициент трения между материалом частицы и поверхностью витка.

Из этой системы нетрудно определить значения всех сил, действующих на частицу жома в зоне ее движения по виткам шнека. Можно видеть, что движение материала в межвитковой зоне шнека до момента контакта материала с упругой диафрагмой зависит от числа и радиусов витков, шага между ними, угла наклона витков, угловой скорости шнека и сил трения материала о поверхность витков и

перфорированной вставки. Эти факторы, кроме угловой скорости шнека, являются конструктивными факторами и их численные значения определяются на стадии разработки конструкции компактора.

Модель взаимодействия жома при его контакте со стенкой перфорированной вставки. При перемещении жома, вызываемого вращением витков шнека, кроме действующих на него осевых усилий, возникающих вследствие уменьшения шага витков и углов их наклона, будут действовать боковые усилия на стенки вставки (рисунок 2).

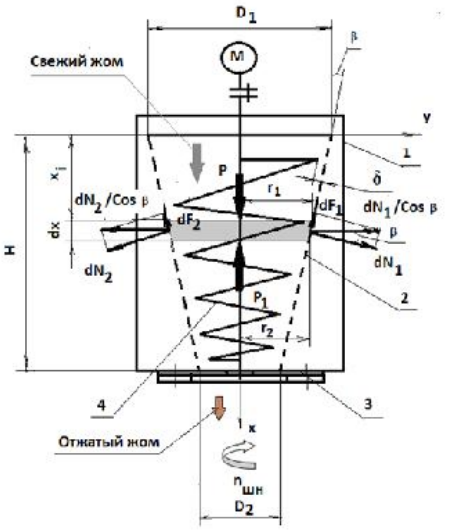


Рисунок 2 – Силы, действующие на выделенный элемент жома;
1 – корпус компактора, 2 – перфорированная вставка, 3 – многолепестковая упругая диафрагма, 4 – конический шнек

Для установления зависимости изменения осевого давления жома по высоте шнека воспользуемся методикой расчета, приведенной в работе [16], в которой рассматривалось изменение давления сыпучих материалов в емкости прямоугольного сечения под действием воздушного потока. Отличия от рассмотренной в работе [16] задачи будут состоять в том, что осевое давление на перемещаемый жом создается витками шнека, и его величина будет зависеть от зазора между наружными диаметрами витков и диаметрами конической перфорированной вставки, охватывающей шнек.

Величину давления жомовой массы на стенки можно принять как часть осевого давления $q = kp$, $q = kp$, где p – осевое давление материала, Па; k – коэффициент пропорциональности.

Выделим на расстоянии x_i от начала координат элементарный слой материала толщиной dx. Выделенный элемент представляет собой усеченный конус с верхним диаметром d_1 и нижним d_2 и высотой dx.

На выделенный элемент будут действовать следующие силы:

– сила осевого давления p от витка шнека, с поверхностью s_1 которого контактирует выделенный элемент, Н;

$$P = ps_1 = p \cdot \pi r_1^2, \quad (4)$$

где r_1 – радиус окружности верхнего основания выделенного элемента, м;

$$P_1 = (P + dP)s_2 = (p + dp)\pi r_2^2, \quad (5)$$

где s_2 – площадь нижнего основания выделенного элемента, м^2; r_2 – радиус окружности нижнего основания выделенного элемента, м;

– силы нормального давления на стенку вставки от боковой поверхности, выделенного элемента, Н

$$dN_1 = dN_2 = kp\,Cos\,\beta ds_3\,, \quad (6)$$

где ds_3 – площадь боковой поверхности выделенного элемента, м;

– силы трения между материалом и стенкой вставки, Н

$$dF_1 = dF_2 = fkp\,ds_3\,dF_1 = dF_2 = fkp\,ds_3\,, \quad (7)$$

где f - коэффициент трения между жомом и материалом перфорированной вставки;

– сила тяжести, Н

$$G = mg = \rho Vg = \rho g\,\frac{(dS_1 + \sqrt{dS_1 dS_2} + dS_2)}{3}dx, \quad (8)$$

где ρ — плотность жома, кг/м^3; s_1 – площадь верхнего основания выделенного элемента, м^2; V —объем выделенного элемента (усеченного конуса), м^3; $h = dx$, м.

Дифференциальное уравнение равновесия элемента под действием приложенных сил относительно оси x запишется как

$$P - P_1 + dN - dF + G = 0 \text{ или} \quad (9)$$
$$p \cdot \pi r_1^2 - (p + dp)\pi r_2^2 + kp\,Cos\,\beta ds_3 - fkp\,ds_3 +$$
$$+ \rho g\,\frac{(dS_1 + \sqrt{dS_1 dS_2} + dS_2)}{3}dx = 0.$$

Если принять, что $dx \to 0$, то выделенный элемент с допустимой погрешностью можно считать круговым цилиндром с одинаковыми диаметрами оснований $d_1 = d_2$. В этом случае $dN_1 = dN_2 = kp\,ds$ и $dF_1 = dF_2 = fkp\,ds$,

где ds – площадь новой боковой поверхности выделенного элемента материала, м^2.

При таком допущении уравнение (11) запишется в более простом виде

$$p \cdot \pi r_1^2 - (p + dp)\pi r_2^2 + kp\,ds - \quad (10)$$
$$- fkp\,ds + \pi r_1^2 \rho g dx = 0.$$

Решением данного уравнения будет

$$p_x = p_o exp\left(-\frac{2xfk(r_1 - r_в)}{\pi r_1^2}\right), \quad (11)$$

где $r_в$ — радиус вала шнека, м.

При $x = H$ будем иметь

$$p = \exp(-\theta H) + m, \quad (12)$$

где H - высота перфорированной вставки, м;

$$\theta = \frac{2fk(r_1 - r_в)}{\pi r_1^2},$$

m – масса жома в шнековом пространстве.

Модель отделения влаги из жома в зоне шнекового движителя. Жомовая масса из продуктопровода, попадая в шнековую зону при вращении шнека и движении ее вниз, начнет уплотняться из-за постепенно уменьшающегося расстояния между витками и углов наклона винтовой линии.

Коэффициент уплотнения жома в межвитковом пространстве можно выразить через отношение максимального и минимального шага витков шнека.

$$K_{\text{упл.}} = S_{max}/S_{min}, \quad (13)$$

где $K_{\text{упл.}}$ – показатель уплотнения жомовой массы; S_{max}, S_{min} – максимальный и минимальный шаг между витками, м.

Осевое давление, развиваемое шнеком, Па

$$p_{\text{ос}} = \frac{F_{oc}}{s_n} K_{\text{упл.}}, \quad (14)$$

где s_n – площадь, занимаемая жомом, находящимся на последнем витке шнека, м^2; F_{oc} – осевое усилие, развиваемое шнеком и зависящее от величины крутящего момента, угла наклона витков и среднего диаметра шнека.

Живое сечение перфорированной вставки (при круглых отверстиях)

$$\theta = d_{\text{о}}^2/t_{\text{отв}}^2 \quad (15)$$

где d_o – диаметр отверстий вставки, м; $t_{отв}$ – шаг между отверстиями вставки, м.

Пропускная способность перфорированной вставки, кг/с

$$Q = F_0 v_0 \rho \varphi, \quad (16)$$

где $F_0 = \frac{\pi d_0^2 z_0}{4}$ – суммарная площадь отверстий в перфорированной вставке, м^2; z_0 – число отверстий в вставке.

Скорость течения жидкой фракции через отверстия вставки, м/с

$$v_0 = \frac{\pi n}{60}(r_H + r_{BH}) k_B tg\beta_n, \quad (17)$$

где r_H, r_{BH} – наружный и внутренний радиусы последнего витка шнека, м; k_B – коэффициент объемной подачи жидкой фракции (0,34…0,4); β_n – угол наклона последнего витка шнека.

Таким образом, полученные зависимости позволяют определить условия удаления жидкой фракции через перфорированную вставку при прессовании свекловичного жома.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Сапронов, А.Р. Технология сахарного производства. – М.: Колос, 1998. – 495 с.

2. Мхитрян Г.А. Современные технологии переработки свекловичного жома / А.П. Леснов, В.М. Ткаченко // Сахарная свекла, 2009, №2. – С. 33–35.

3. Свекловичный жом. http://www. sergey-osetrov.narod.ru / raw_material / beet_pulp. htm. [Электронный ресурс].

4. Славянский А.А. Отходы сахарного производства и их использование в сельском хозяйстве / Л.В. Кирейчева, Л.В. Пузанова // Сахар, 2009, №10. – С.48–49.

5. Перспективные технологии переработки свекловичного жома / http//www.Noo-center.ru. [Электронный ресурс], 2019.

6. Агропромышленный портал России. Прессование жома htpp://agro-portal24. ru [Эдектронный ресурс], 2017.

7. Остриков А.Н. Практикум по курсу технологическое оборудование / М.Г.Парфенопуло, А.А.Шевцов. – Воронеж: ВГТА, 1999. – 424 с.

8. Курочкин А.А. Моделирование процесса получения экструдатов на основе нового технологического решения / Г.В.Шабурова, Д.И. Фролов, П.К. Воронина // Нива Поволжья. – 2014, – №1. – С.30–35.

9. Курочкин А.А. Теоретические и практические аспекты экструзионной технологии в пивоварении /Г.В.Шабурова, В.В.Новиков // Нива Поволжья. – 2007. – №1. – С.20–24.

10. Авроров В.А. Теоретическое исследование условий движения обрабатываемого материала в одношнековом экструдере с модернизированной матрицей / А.А. Курочкин, Д.И. Фролов, П.К. Воронина, В.В. Ловцева // Сборник статей VIII Международной научно-практической конференции «Пищевая промышленность: и агропромышленный комплекс: достижения, проблемы, перспективы». – Пенза: ПДЗ, 2014. – С.3–8.

11. Авроров В.А. Анализ условий движения обрабатываемого материала в модернизированном одношнековом экструдере / А.А. Курочкин, Г.В. Шабурова, П.К. Воронина, В.В. Ловцева // Сборник статей VIII Международной научно-практической конференции «Пищевая промышленность: и агропромышленный комплекс: достижения, проблемы, перспективы». – Пенза: ПДЗ, 2014. – С. 9–16.

12. Алексанян И.Ю. Выбор рациональных параметров экструдирования и гранулирования для оптимизации сушки пищевых и кормовых продуктов / И.Ю. Алексанян, С.В. Синяк // Прогрессивные технологии и оборудование для пищевой промышленности: материалы II междунар. научн. техн. конф. – Воронеж: Изд. ВГТА, ч.II, 2004.

– С.66–67.

13. Карпенко Г.В. Разработка и обоснование конструктивно-технологических параметров энергосберегающей установки для сушки зерна / Г.В. Карпенко // Дисс. на соискание ученой степени канд. техн. наук. – Пенза: ПГСХА, 2005. – 203 с.

14. Павлушин А.А. Разработка установки для тепловой обработки зерна с обоснованием конструктивных параметров и режимов работы / А.А. Павлушин // Дисс. на соискание ученой степени канд. техн. наук. – Пенза: ПГСХА, УГШСХА, 2008. – 231 с.

15. Авроров Г.В. Моделирование и анализ операций обработки сырья и полуфабрикатов для мучных кондитерских изделий / Г.В. Авроров, В.В. Ловцева, В.А. Авроров, Н.Д. Тутов. – Старый Оскол: ТНТ. – 2013. – 222 с.

16. Кацнельсон М.У. Машины и оборудование для прессования в сахарной промышленности / А.Н.Степанов, Э.В. Островский, Ю.Ю Дербенев.// – М: Машиностроение, 1980. – 239 с.

17. Гребенюк С.М. Технологическое оборудование сахарных заводов. – М: Легкая и пищевая промышленность, 1983. – 517 с.

18. Андреев В.Г. Лабораторный практикум по технологическому оборудованию пищевых производств / А.И. Драгилев, В.А.Панфилов, М.Е.Чернов и др. – М: МТИПП, 1990. – 79 с.

19. Бронштейн И.Н. Справочник по математике / И.Н. Бронштейн, К.А. Семендяев. – Л: Физматлит, 1959. – 608 с.

20. Корн Г. Справочник по математике для научных работников и инженеров. Изд. 5-е. / Г.Корн, Т. Корн. – М: Наука, 1984. – 831 с.

Статья поступила в редакцию 18.04.2019
Статья принята к публикации 22.05.2019

УДК 57.014+547.327

PASS ONLINE-РАСЧЕТ БИОАКТИВНОСТИ ОКИСЛЕННЫХ ПОЛИФТОРАЛКИЛОВЫХ ЭФИРОВ СМОЛЯНЫХ КИСЛОТ

© 2019

Базарнова Юлия Генриховна, доктор технических наук, профессор, директор
Высшей школы биотехнологии и пищевых технологий
Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого
(194021, Россия, г. Санкт-Петербург, ул. Новороссийская, 48-50, e-mail:j.bazarnowa2012@yandex.ru)
Попова Лариса Михайловна, доктор химических наук, профессор, профессор кафедры органической химии
Высшая школа технологии и энергетики Санкт-Петербургский университет промышленных технологий и дизайна
(198095, Россия, г. Санкт-Петербург, ул. Ивана Черных, 4, e-mail: lorapopova@mail.ru)
Аронова Екатерина Борисовна, кандидат технических наук, доцент, доцент
Высшей школы биотехнологии и пищевых технологий
Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого
(194021, Россия, г. Санкт-Петербург, ул. Новороссийская, 48-50, e-mail: aronovae@inbox.ru)

Аннотация. Продукты химической модификации канифоли, в частности, эфиры смоляных кислот широко применяются в самых разнообразных отраслях промышленности: в лакокрасочной при изготовлении лаков и эмалей, водонепроницаемых и щелочеустойчивых красочных покрытий, типографских красок, цветных карандашей и др. В качестве пластификатов эфиры канифоли применяются в производстве пластмасс и резин для придания морозоустойчивости и эластичности техническим резиновым изделиям, в кожевенной промышленности для импрегнирования кож, в электротехнике при изготовлении изоляционных материалов, в производстве линолеума и т.д. Смоляные кислоты, входящие в состав канифоли, представляют собой ценное сырье для синтеза различных биологически активных веществ. Так, на основе смоляных кислот осуществлен синтез ряда дитерпеноидов абиетинового ряда, обладающих полезными фармакологическими свойствами. При хранении и эксплуатации производных смоляных кислот подвергаются окислению под действием кислорода воздуха. Процесс окисления протекает в условиях, не вызывающих деструкцию фенантренового цикла, но влечет за собой реакции замещения на гидроксильные и кетогруппы в различных положениях молекулы. В работе приведена прогнозная оценка биологической активности продуктов окисления циклогексил- и полифторалкиловых эфиров смоляных кислот с использованием программного пакета PASS online − быстрым и эффективным методом поиска фармакологически активных соединений, на основе которого возможен предварительный прогноз структурных аналогов с заданной фармакологической активностью.

Ключевые слова: окисление, циклогексил- и полифторалкиловые эфиры смоляных кислот, расчет биологической активности, программа PASS online.

PASS ONLINE-CALCULATION OF THE BIOACTIVITY OF OXIDIZED POLYFLOORALTHYL ESTERS OF RESIN ACIDS

© 2019

Bazarnova Julia Genrihovna, Ph. D in engineering, professor, head
Graduate school of biotechnology and food sciences Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University
(194021, Russia, St. Petersburg, Novorossiyskaya St., 48-50, e-mail: j.bazarnowa2012@yandex.ru)
Popova Larisa Mihaylovna, Ph. D in chemistry, professor
Higher school of technology and energy Saint Petersburg State University of Industrial Technologies and Design
(198095, Russia, St. Petersburg, Ivana Chernykh St., 4, e-mail: lorapopova@mail.ru)
Aronova Ekaterina Borisovna, Ph. D in engineering, assistant professor
Graduate school of biotechnology and food sciences
Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University
(194021, Russia, St. Petersburg, Novorossiyskaya St.,48-50, e-mail: aronovae@inbox.ru)

Abstract. Products of chemical modification of rosin, in particular, esters of resin acids are widely used in a wide variety of industries: in the paint industry in the manufacture of varnishes and enamels, waterproof and alkali-resistant paint coatings, printing inks, crayons, etc. As plasticizers, rosin esters are used in the production of plastics and rubbers for imparting frost resistance and elasticity to technical rubber products, in the leather industry for impregnating leathers, in electrical engineering in the manufacture of insulating materials, in the manufacture of linoleum, etc. Resin acids that make up rosin are a valuable raw material for the synthesis of various biologically active substances. Thus, a number of diterpenoids of the abietic series with useful pharmacological properties were synthesized on the basis of resin acids. During storage and operation of resin acids, they undergo oxidation

under the influence of atmospheric oxygen. The oxidation process proceeds under conditions that do not cause the destruction of the phenanthrene cycle, but entails substitution reactions with hydroxyl and keto groups in various positions of the molecule. The paper presents a predictive assessment of the biological activity of oxidation products of cyclohexyl and polyfluoroalkyl esters of resin acids using the PASS Online software package. This method is a fast and effective method for searching pharmacologically active compounds. On its basis, it is possible to pre-predict structural analogues with a given pharmacological activity.

Keywords: oxidation, cyclohexyl and polyfluoroalkyl esters of resin acids, calculation of biological activity, PASS online software package.

Введение. Канифоль и входящие в её состав смоляные кислоты являются одними из важнейших продуктов лесохимического производства. В немодифицированном виде они имеют весьма ограниченное применение. В основном используются их производные. Особое место среди подобных продуктов занимают эфиры. Они нашли применение в различных отраслях промышленности [1-4]: в лакокрасочной – в качестве плёнкообразующих компонентов, в нефтеперерабатывающей – как загустители нефтяных масел, в полиграфической - для производства офсетных красок, в бумагоделательной - как адгезионные компоненты в клеях–расплавах, в парфюмерной – для придания стойкости ароматам. Некоторые эфиры входят в состав лекарственных препаратов, а часть из них, обладая поверхностно-активными свойствами, используются в качестве эмульгаторов.

Имеются данные [5], что у дегидроабиетиновой кислоты и её производных выявлены противовоспалительная, спазмолитическая, мочегонная, сердечно-сосудистая, седативная, противоопухолевая, иммуномодулирующая, адаптогенная активности, помимо этого они проявляют противоязвенное, антивирусное, цитотоксическое, антиоксидантное действие.

Абиетиновая кислота (АК) широко используется в качестве исходного продукта для синтеза биологически активных веществ, обладающих инсектицидным, фунгицидным, бактерицидным и росторегулирующим действием [6]. Так, абиетиновая, изопимаровая, левопимаровая, неоабиетиновая, палюстровая, пимаровая и дигидропимаровые кислоты проявляют инсектицидную активность по отношению к личинкам *Pectinophora gossypiella* (хлопковая моль). Натриевые соли абиетиновой кислоты подавляют развитие вирусов гриппа и бешенства; смеси натриевых солей абиетиновой и других смоляных кислот обладают бактерицидной активностью по отношению к *Staphylococcus aureus*, обнаружена биологическая активность аминовых солей смоляных кислот, в том числе и солей АК [6]. Так, диэтиламиновая и морфолиновая соль АК проявляют значительную стимулирующую активность, ускоряя обмен веществ; аммонийная соль подавляет рост мицелия грибов *Botrylis cinereae* на 67%, *Fusarium moniliforme* на 37% и *Venturia inaegualis* на 53%, борниламиновая соль АК эффективна против мучнистой росы огурцов, а пирролидиновая соль на 50% подавляет развитие серой гнили бобов и проявила активность против жуков и мух, бензимидазоловая соль − против *Xanthomonas malvacearum*.

Известна инсектоакарицидная активность соединений смоляных кислот, которая была изучена путем опрыскивания растворами соединений стандартных тест-объектов: комнатных мух, жуков рисового долгоносика и паутинных клещей на фасоли. Пирролидиновая соль абиетиновой кислоты, дициклогексиламиновая соль пинифоловой кислоты и гексаметилендиаминовая соль смесей кислот проявляют активность против жуков. Бензимидазоловая соль АК, пиперидиновая соль изопимаровой кислоты и соли смесей кислот активны против клещей. Все соединения, кроме пирролидиновой соли АК, оказались неактивными против мух. Инсектокарицидная активность всех приведенных соединений в 10 и более раз ниже активности эталонов [6].

Четвертичные аммонийные соли АК и ее производных обладают выраженными поверхностно-активными свойствами [7] и могут быть использованы для очистки сточных вод и защиты крахмалсодержащих продуктов в целлюлозно-бумажной промышленности.

Антибактериальное действие смоляных кислот связано с присутствием в молекулах функциональных групп: гидроксильной, карбонильной или их *цис*- (*транс*-) конфигурацией. Смоляные кислоты охватывают широкий спектр антибактериальных свойств против различных микроорганизмов: от бактерий до грибов, которая была изучена методом электронной микроскопии [8].

Окисленные смоляные кислоты, такие как 7-гидроксидегидроабиетиновая кислота и 7-гидроксидегидроабиетиновая кислота проявляют фунгистатическую активность и ингибируют мицелиальный рост *Dothistroma pini*, болезнетворный микроорганизм листа молодого *Pinus radiata*. Окисленная дегидроабиетиновая кислота проявляет более выраженную фунгицидную активность относительно абиетиновой, левопимаровой, палюстровой и дегидроабиетиновой кислотами [8].

В 50-х годах прошлого столетия Д. Фрид и Е. Сабо [9,10] обнаружили усиление биологической активности гидроксикортикостерона при введении в его молекулу галогенов. Чрезвычайно высокая физиологическая активность 9α-фторкортизола дала толчок к развитию методов синтеза, изучению свойств и применению фторсодержащих лекарственных препаратов и пестицидов. Оказалось, что замена углеводородных фрагментов в молекулах ПАВ на фторуглеродные, придает этому клас-

су соединений ряд специфических свойств [11,12], а именно, высокую поверхностную активность, устойчивость в агрессивных средах, значительную пенообразующую и эмульгирующую способность, а в отдельных случаях – липофильность.

Ранее нами был синтезирован ряд полифторалкиловых эфиров абиетиновой и дегидроабиетиновой кислот [13-16], которые прошли тест-исследования на биоцидную активность по отношению к *Bacillus mucilaginosus* и *Bacillus coagulans* и фунгицидная активность в отношении *Aspergillus niger, Aspergillus terreus, Alternaria alternata, Trichoderma viride, Rhizopus oryzae, Rhizopus nigricans, Mucor mucedo, Penicillium funiculosum, Penicillium ochrochloron и Botrytis cinerea* [16]. Было выявлено, что сложные эфиры смоляных кислот и фторсодержащих спиртов являться достаточно ценными продуктами, в частности, в качестве биоцидов для защиты материалов и сооружений от бактерий и грибов-деструкторов. Однако при хранении и в процессе эксплуатации препаратов на основе производных канифоли происходит окисление последних под действием кислорода воздуха, что приводит к усложнению их состава, появлению производных смоляных кислот с гидрокси- и кетогруппами в фенантреновом скелете.

Полученные нами соединения представляют собой продукты окисления в мягких условиях без деструкции фенантренового скелета, методики процесса окисления и доказательство полученных структур приведены в работе [17].

Целью настоящей работы являлось компьютерное прогнозирование спектра биологической активности кислородсодержащих производных циклогексил- и полифторалкиловых эфиров смоляных кислот.

Материалы исследования. Расчеты спектра биологической активности окисленных продуктов циклогексил- и полифторалкиловых эфиров смоляных кислот (структуры I − IV) проводили с использованием пакета программ «PASS online» [18]. Процесс поиска перспективных соединений осуществляется при помощи виртуального скрининга. По такому принципу работает программа компьютерного прогнозирования спектра биологической активности органических соединений PASS (*Prediction of Activity Spectra for Substances*), имеющая под собой обширную базу экспериментальных данных [19,20].

Как известно PASS не предсказывает биологические активности соединения *in situ*, а лишь указывает на *вероятность* (P_a) наличия у соединения определенной биологической активности. При этом считается, что до P_a>0,5 вероятность экспериментального подтверждения предсказанной биологической активности высокая.

Результаты для различных предполагаемых структур представлены в таблице 1.

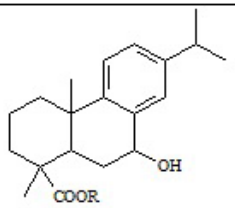
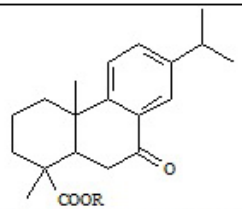
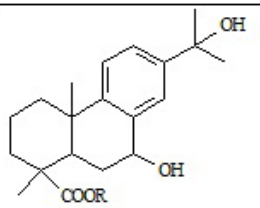
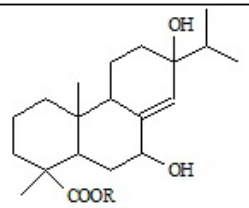
Из данных, представленных в таблице 1 следует, что появление в молекулах циклогексил- и полифторалкиловых эфиров смоляных кислот гидрокси- и кетогрупп в различных положениях фенантренового цикла в результате окисления кислородом воздуха без катализаторов или пероксидом водорода в присутствии $FeSO_4$ [17] приводит к возрастанию следующих видов биологической активности по сравнению с эталоном - абиетиновой кислотой (R = H):

- противовирусной – эталон (72%): для структуры I: соединения 1 (75%) и 2 (73%); для структуры II: соединения 1 (76%) и 2 (75%);
- противоопухолевой – эталон (63%): для структуры I: соединения 1 (68%) и 3 (65%); для структуры II: 1 (70%) и 3 (66%); для структуры III: соединения 1 (67%) и 3 (65%); для структуры IV: соединения 1 (64%)
- противогрибковой – эталон (53%): для структуры I: соединение 1 (58%); для структуры III: соединение 1 (58%); для структуры IV: соединение 1 (61%);
- катаральной – эталон (55%): для структуры I: соединения 1 (63%), 2 (58%) и 3 (62%); для структуры II: соединения 1 (61%), 2 (59%) и 3 (60%); для структуры III соединение 1 (58%); для структуры IV: соединения 1 (67%), 2 (63%) и 3 (66%);
- репродуктивная дисфункция – эталон (54%): для структуры I: соединения 1 (69%), и 3 (64%); для структуры II: соединения 1 (73%), 2 (63%) и 3 (68%); для структуры IV: соединения 1 (57%) и 3 (56%);
- токсическая – эталон (78%): для структуры I: соединения 4 (79%) и 5 (79%); для структуры III: соединения 1 (80%), 4 (81%) и 5 (81%); для структуры IV: соединения 1 (90%), 2 (81%), 3 (83%), 4 (91%) и 5 (91%);
- противозудной – эталон (67%): для структуры I: соединение 2 (71%); для структуры II: соединения 1 (69%) и 2 (74%); для структуры IV: соединения 1 (71%) и 2 (74%);
- ингибитор проницаемости мембраны – эталон (60%): для структуры I: соединения 1 (72%), 2 (66%) и 3 (73%); для структуры II: соединения 1 (79%), 2 (75%) и 3 (80%);
- оптические невриты - эталон (65%): для структуры I: соединения 1 (76%), 2 (72%) и 3 (75%); для структуры II: соединения 1 (70%), 2 (66%) и 3 (68%); для структуры IV: соединения 1 (73%), 2 (68%) и 3 (71%).

Противоэкземная активность оказалась на уровне эталона (81%) практически для всех структур (таблица 1).

По сравнению с эталоном (АК), для которого не прогнозируются некоторые виды активности, вероятно возникновение невысокой антибактериальной [структура I соединение 4 (53%) и структура IV соединение 1 (51%)]; гипотензивной [структура IV соединения 1 (68%), 2 (58%) и 3 (63%)]; общей анестетической [структура I соединение 4 (68%) и структура IV соединение 4 (67%)].

Таблица 1 – PASS-прогнозирование спектра биологической активности продуктов окисления циклогексил- и полифторалкиловых эфиров смоляных кислот: R = H (1): cycle-C_6H_{11}- (2): CF_3CH_2- (3): $HCF_2CF_2CH_2$- (4): $HCF_2CF_2CF_2CF_2CH_2$- (5)

№ п/п	Вид биологической активности	Эталон АК (R = H), вероятность, P_a, %	 I, вероятность, P_a, %					 II, вероятность, P_a, %					 III, вероятность, P_a, %					 IV, вероятность, P_a, %				
			1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
1	Противовирусная	**72**	**75**	**73**	**63**	43	31	**76**	**75**	**65**	41	32	**65**	**58**	44	41	39	**71**	**68**	50	32	31
2	Противоопухолевая	**63**	**68**	**61**	**65**	**53**	48	**70**	**62**	**66**	**54**	49	**67**	**60**	**65**	**52**	47	**64**	57	**62**	50	44
3	Антибактериальная	-	36	-	-	**53**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	**51**	44	39	-	-
4	Противогрибковая	**53**	**58**	46	35	**52**	32	49	38	-	42	-	**58**	46	35	**51**	32	**61**	50	39	**55**	37
5	Катаральная	**55**	**63**	**58**	**62**	-	-	**61**	**59**	**60**	-	-	**58**	46	35	**51**	32	**67**	**63**	**66**	37	-
6	Гипотензивная	-	39	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	**68**	**58**	**63**	-	36
7	Репродуктивная дисфункция	**54**	**69**	-	**64**	37	-	**73**	**63**	**68**	-	41	-	44	**51**	-	-	**57**	**54**	**56**	50	47
8	Дерматологическая	**68**	**59**	**58**	**58**	**52**	50	**63**	**60**	**61**	**56**	**54**	**59**	**57**	**58**	**53**	50	-	-	-	-	-
9	Токсическая	**78**	77	**59**	**62**	**79**	**79**	**73**	**52**	**54**	**0.75**	**0.75**	**80**	**61**	**66**	**81**	**81**	**90**	**81**	**83**	**91**	**91**
10	Раздражающая	**65**	**62**	44	-	-	-	**54**	43		-	-	-	-	-	-	-	38	30	-	-	-
11	Астматическая	40	**56**	44	49	-	-	**55**	45	47	-	-	45	30	35	-	-	**56**	44	49	-	-
12	Противозудная	**67**	**67**	**71**	**61**	35	42	**69**	**74**	**63**	0.38	0.35	44	**52**	36	-	-	**71**	**74**	**66**	42	32
13	Антипсориазная	**63**	**51**	050	-	49	43	**53**	**52**	50	50	45	49	48	48	47	41	50	50	47	48	43
14	Ингибитор проницаемости мембраны	**60**	**72**	**66**	**73**	37	-	**79**	**75**	**80**	**54**	42	45	-	47	-	-	**59**	49	**60**	-	-
15	Оптические невриты	**65**	**76**	**72**	**75**	**53**	45	**70**	**66**	**68**	41	33	**70**	**65**	**68**	41	33	**73**	**68**	**71**	46	38
16	Противоэкземная	**81**	**81**	**76**	**69**	**63**	**60**	**80**	**75**	**67**	**60**	**56**	**70**	**59**	47	38	33	**75**	**67**	**58**	50	45
17	Контрацептивная	37	36	36	31	-	-	-	-	-	-	-	47	47	44	41	34	38	37	33	-	-
18	Анестетик общ.	-	33	31	39	**68**	33						-	-	31	45	-	33	-	-	**67**	-

Программа PASS online для прогнозирования вероятного спектра биологических активностей циклогексил- и полифторалкиловых эфиров смоляных кислот позволяет не только подтвердить уже известные типы биологической активности (например, противовирусная, противогрибковая), что подтверждено в работе [16], но и уточнить и расширить представления о потенциале исследованных структур в качестве фармакологических субстанций природного происхождения (например, противоопухолевая, противозудная, противоэкземная, ингибирование проницаемости клеточных мембран) (таблица 1).

Выводы. Проведен расчет спектра биологической активности продуктов окисления циклогексил- и полифторалкиловых эфиров смоляных кислот с помощью пакета программ «PASS online».

Выявлено, что появление в молекулах циклогексил- и полифторалкиловых эфиров смоляных кислот гидроксильных или кето-групп приводит к росту противовирусной, противовоспалительной, противозудной и других видов активности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Зандерманн В. Природные смолы, скипидары, таловое масло. М.: Лесная промышленность, 1964. – 200 с.

2. Г.А.Толстиков, Т.Г. Толстикова, Э.Э. Шульц, С.Е. Толстиков, М.В. Хвостов. Смоляные кислоты хвойных России. Химия, фармакология. – Новосибирск: Гео, 2011. – 396 с.

3. Бардышев И.И., Стрижаков О.Д. – В кн.: Синтетические продукты из канифоли и скипидара. Г.: Волго – Вят. кн. изд. 1970. – С. 290–302.

4. Zhao S., Zhang J., Huang X., Synthesis and physico – chemical properties of amphoteric surfactants from degidroabietic acid // Chem. and ind. forest prod. – 1995. –V. 15, N 2. – P. 235–240.

5. Смирнов В.Ф., Кузьмин Д.А., Смирнова О.Н., Трофимов А.И. Действие терпеноидов на физико-биологическую активность грибов-деструкторов промышленных материалов // ХРС. – 2003. – № 4. – С. 29–33.

6. Бардышев И.И., Дегтяренко, Смирнова К.С. О свойствах и биологической активности солей смоляных кислот // Известия АН БССР. Сер. Хим. – 1982. – С. 68–72.

7. Радбиль Б. А., Радбиль А. Б., Смирнов В. Ф., Шмидт Э. Н. Химия и технология растительных веществ: Тезисы докладов 4 Всероссийской научной конференции. Сыктывкар, 2006. С. 161.

8. Savluchinske S., Curto M.J.M., Gigante B., Roseiro J.C. Antimicrobial activity of resin acid derivatives // Appl. Microbiol. Biotechnol. – 2006. – N 72. P. 430–436.

9. Fried E., Sabo E. F., Synthesis of 17-α-Hydroxycorticosterone and its 9α-Haloderivatives from 11-epi-17α- Hydroxycorticosterone // J. Am. Chem. Soc., 1953. – Vol. 75, N 9. – P. 2273–2274.

10. Fried E., Sabo E. F. 9α-Fluoroderivatives of cortisone and Hydrocortisone // J. Am. Chem. Soc. – 1954. – Vol. 76, N 5. – P. 1455–1456.

11. Н. Исикава, Ё. Кобаяси. Фтор. Химия и применение. – М.: Мир, 1982. – 280 с.

12.Новое в технологии соединений фтора / под. ред. Н. Исикавы. – М.: Мир, 1984. – 592 с.

13. Попова Л.М, Гайдуков И.Н. Получение 1,1,5-тригидрооктафторамилового эфира дегидроабиетиновой кислоты // ЖПХ. – 2008. – Т. 81. Вып. 2. –С. 338–339.

14. Попова Л.М, Гайдуков И.Н. Получение фторсодерсодержащих эфиров абиетиновой кислоты // ЖПХ. –2008. – Т.81. Вып. 12. – С. 2065–2067.

15. Попова Л.М., Дмитриева Ю.А., Вершилов С.В. Этерификация полифторалкиловых спиртов талловой канифолью // ЖПХ. 2011. – Т. 84. Вып. 2. – С. 329–332.

16. Nyanikova G.G., Popova L.M., Gaidukov I.N., Shabrina O.P., Vershilov S.V. Biocidal activity of the esterification products of polyfluoroalkyl alcohols and pentafluorophenol with resin acids // Russian Journal of General Chemistry. – December, 2013. – Vol. 83, №13. – P. 2738-2744.

17. Попова Л.М., Матвеенко Ю.Л., Вершилов С.В. Окисление производных полифторалкиловых эфиров смоляных кислот // Fluorine Notes. – 2017. – №. 3(112).

18. [ЭР]. Режим доступа: http://www.pharmaexpert.ru/passonline/index.php.

19. Филимонов Д.А., Поройков В.В. Прогноз спектров биологической активности органических соединений // Российский химический журн. – 2006. – № 2(50). – С. 66–75.

20. Филимонов Д.А., Поройков В.В., Караичева Е.И. и др. Компьютерное прогнозирование спектра биологической активности химических соединений по их структурной формуле: система PASS // Экспериментальная клиническая фармакология. – 1995. – № 2(58). – С. 56–62.

Статья поступила в редакцию 20.04.2019
Статья принята к публикации 22.05.2019

УДК 641.05

ФАКТОР ПИТАНИЯ ПРИ ГЛЮТЕН ЧУВСТВИТЕЛЬНОЙ ЭНТЕРОПАТИИ

© 2019

Тиунов Владислав Михайлович, ассистент
Уральский государственный экономический университет
(620219, Россия, г. Екатеринбург, 8 Марта, 62-124, e-mail: vladislav.tiunoff@yandex.ru)
Чугунова Ольга Викторовна, доктор технических наук, профессор
Уральский государственный экономический университет
(620219, Россия, г. Екатеринбург, 8 Марта, 62-124, e-mail:chugun.ova@yandex.ru)

Аннотация. В статье рассмотрены факторы, влияющие на рецидив глютен чувствительной энтеропатии. На протяжении долго периода времени безглютеновая диета являлась стандартным лечением целиакии. Однако, несмотря на соблюдение безглютеновой диеты у многих людей симптомы сохранялись. Установлено, что на соблюдение безглютеновой диеты влияют многие факторы такие как, попадание глютена в пищу, употребление ферментируемых углеводов, перекрестное загрязнение крупы. Для более правильного соблюдения безглютеновой диеты необходимо обучение и помощь со стороны опытного, квалифицированного специалиста (диетолога). Поскольку, не сбалансированное и не рациональное соблюдение безглютеновой диеты ведет не только к сохранению симптомов но, и к увлечению или уменьшению массы тела от нормы. В статье указаны рекомендации относительно здоровья в целом для людей с глютен чувствительной энтеропатией.

Ключевые слова: глютен, целиакия, мука, глиадин, глютеновая энтеропатия, безглютеновая диета, диета.

NUTRITION FACTOR WHEN GLUTEN SENSITIVE SENSORY ENTEROPATHY

© 2019

Tiunov Vladislav Mikhailovich, Assistant
Ural State University of Economics
(620219, Russia, Ekaterinburg, March 8 St., 62-124, e-mail: vladislav.tiunoff@yandex.ru)
Chugunova Olga Viktorovna, doctor of technical sciences, professor
Ural State University of Economics
(620219, Russia, Ekaterinburg, March 8 St., 62-124, e-mail: chugun.ova@yandex.ru)

Abstract. The article considers the factors affecting the recurrence of gluten-sensitive enteropathy. For a long period of time, a gluten-free diet was the standard treatment for celiac disease. However, despite the gluten-free diet, many people still had symptoms. It is established that compliance with gluten-free diet is influenced by many factors such as gluten ingestion, consumption of fermented carbohydrates, and cross-contamination of cereals. For more correct compliance with gluten-free diet requires training and assistance from an experienced, qualified specialist (nutritionist). Because, not balanced and not rational adherence to a gluten-free diet leads not only to symptoms but to the increase or decrease in body weight of normal. The article provides recommendations on health in General for people with gluten sensitive enteropathy.

Keywords: gluten, celiac disease, flour, gliadin, gluten enteropathy, gluten-free diet, diet.

Ведение. Целиакия это аутоиммунное заболевание, распространённое повсеместно, развивающееся у генетически предрасположенных людей при употреблении в пищу глютена (пшеницы, ржи, ячменя) и проявляющееся энтеропатией и внекишечными признаками или протекающее бессимптомно [1].

В настоящее время клиническая картина распространения глютеновой энтеропатии не достаточно изучена. В большой степени преобладают малосимптомные и скрытые формы заболевания, что существенно затрудняет процесс постановки диагноза. Что в свою очередь приводит к увеличению риска развития серьезных осложнений, таких как бесплодие, остеопороз, неврологические нарушения и пр.

На данный период времени существует тенденция к увеличению частоты заболевания в странах Ближнего Востока, Северной Африки, Южной Америке, Индии, Австралии и Новой Зеландии. Ситуация в России на данный момент недостаточно изучена так, как целенаправленных эпидемиологических исследований до настоящего времени не проводилось. Несмотря на это, целиакия является одной из часто встречающихся генетических заболеваний на планете с предполагаемой распространённостью около 1%.

Существуют данные взятые из регионов РФ, которые указывают на частоту заболевания 1:85 в Рязани и до 1,2:1000 в Томске. Предполагаемая частота заболевания в России может составлять 1:100 – 1:250 [2,3]. В настоящее время в Свердловской области насчитывается около 300 человек, больных целиакией, из них 270 детей [4].

Целиакия, необходимо отметить в настоящее время не замыкается только, лишь в рамках непереносимости глютена. Существует несколько вариантов непереносимости, именно поэтому ее

очень сложно определить на этапе становления диагноза. Исходя из этого, сформировалась концепция «айсберг целиакии», которая определяет факт того, что больных целиакией значительно больше, чем предъявляющих жалобы [10].

Анализ последних исследований и результаты исследования. Главным этиологическим фактором формирования глютеновой энтеропатии является белковый компонент клейковины отдельных злаковых культур. Так токсичными для людей, страдающих от непереносимости глютена, являются растворимые в этаноле белки зерна пшеницы (глиадины), ржи (секалины) и ячменя (хордеины), которые можно назвать общим термином «глютен».

Основным лечение глютеновой энтеропатии (целиаикии) заключается в пожизненном исключении из рациона человека, сырья и продуктов содержащих в себе глютен [4].

Академик АМН СССР А.А. Покровский в нашей стране, один из первых изложил принципы аглютеновой диеты.

Суть аглютеновй диеты по А.А. Покровскому состоит в том, чтобы лечебное питание соответствовало характеру принимаемой пищи, ее химическому составу и возможностями больного организма ее усваивать. Более полное усвоение пищи при целиакии достигается при помощи подбора пищевых безглютеновых продуктов и способов их кулинарной обработки. В диету вводят источники легко перевариваемых белков, жиров и углеводов, употребляются блюда с механическим щажением [6,7].

Правильное соблюдение безглютеновой диеты позволяет минимизировать газообразование, диарею, потерю или набор веса, снизить утомляемость. От правильного соблюдения человеком безглютеновой диеты, будет зависеть период восстановления его структуры кишечника. Однако, при не правильном составлении безглютеновой диеты или ее не соблюдении, может привести к тяжелым последствиям.

Традиционно глютен в продуктах питания разделяют на «явный» и «скрытый», хотя это деление весьма условно (таблица 1) [6].

Таблица 1 – Продукты питания с «явным» и «скрытым» глютеном

«явным»	«скрытым»
Пшеница, рожь, ячмень. Пшеничный и ржаной хлеб, кондитерские изделия, макаронные изделия, мука и мучные смеси, отруби, сухие завтраки (их обрабатывают ячменным солодом), рожь и экстрат ржаного солода, обычные панировочные сухари.	Фрукты и овощи, с добавлением муки, обработанные или посыпанные приправами в составе, которых есть пшеничный крахмал. Замороженные овощи в мучной панировке. Продукты гастрономии с добавлением пшеничной муки или пшеничного крахмала. Любое мясо, приготовленное в мучной панировке. Переработанные молочные продукты с различными сухими добавками содержащие глютен. Творожные сырки, творожная масса, сыры (с различными добавками и глазировкой). Сироп ячменного солода, обычные бульонные концентраты, ванильный сахар, соевый соус, майонез. Различные кофейные сиропы, сироп коричневого риса. Глютен может содержаться в следующих консервантах: Е620, Е621, Е622, Е623, Е624, Е625, Е150 (a, b, c, d), Е575, Е965, Е1404, Е1410, Е1412, Е1413, Е1414, Е1420, Е1442, Е1450, Е1451, Е1452.

**Таблица разработана по источнику [6].*

Глютен может содержаться не только в пищевых продуктах, к примеру, картофельный крахмал может быть использован в производстве косметики, медикаментов и быту. Поэтому для людей с целиакией важно иметь полную информацию о содержании глютена в пищевых и не пищевых продуктах. Данная информация доступна на медицинских сайтах обществ больных целиакией [1].

Ряд проблем часто вызывает организация безглютенового питания. Изготовление в домашних условиях безглютеновых продуктов в особенности, мучных хлебобулочных или кулинарных изделий из нетрадиционных видов муки приводят к тому, что произведенные продукты не всегда соответствуют вкусовым пристрастиям больного.

Решением данной проблемы может, является применение безглютеновых продуктов промышленного производства, ассортимент которых отличается значительным разнообразием, высокими вкусовыми качествами и полной безопасностью. Отличительной чертой этих продуктов является указание на этикетке информации об отсутствии глютена «gluten-free» и наличие соответствующего международного знака, перечеркнутого колоса.

Производство таких продуктов должно соответствовать строгим требованиям, предъявляемым международными стандартами. Специализированные безглютеновые продукты промышленного производства должны соответствовать следующим требованиям качества к данной группе продуктов:

- содержание глютена менее 20 ppm (20 мг/кг);
- отсутствие в составе продукта пшеничного крахмала;
- исключение возможности контаминации глютеном сырья и продукта в процессе производства, хранения, транспортировки и продажи;
- соблюдение обязательных требований к качеству пищевых продуктов (химическая, радиационная, микробиологическая безопасность, отсутствие ГМО и т. п.) [8].

Иногда при составлении безглютенового рациона, в него вносят продукты или сырье с содержанием овса. Однако, в работах [9-12] указано, что относиться к нему нужно с осторожностью из-за высокого риска перекрестного загрязнения. При изучении информации в интернете, люди с глютеновой энтеропатией встречаются с непроверенной информации, которая при отсутствии должной проверки специалиста может подвергнуть их здоровье опасности.

Овес является источником витаминов, минералов и растворимой клетчатки, полезной для сердца. Западными учеными установлено, что овес может содержать глютен, вследствие чего до 32% безглютеновых зерновых смесей с ним являются не безглютеновыми.

При глютеновой энтеропитии стоит употреблять только тот овес, который помечен значком «gluten-free», поскольку в таких изделиях используются чистые зерна, так как, для уменьшения риска перекрестного загрязнения, производители соблюдают международный протокол, который подразумевает в свою очередь прежде чем выпустить сырье в продажу, исследовать его на наличие загрязнения глютеном начиная от стадии сбора на поле, заканчивая хранением на складах [9].

Также на рецидив глютен чувствительной энтеропатии влияет фактор, перекрёстного загрязнения безглютенового сырья.

Данные приведенные в статье [13], указывают на то, что при переработке или сборе круп может произойти перекрестное загрязнение в результате, которое может быть причиной непрерывно рецидивирующего заболевания.

Ассортимент безглютеновых продуктов постоянно развивается и продолжает расширятся, появление безглютеновых продуктов в супермаркетах значительно упростило соблюдение безглютеновой диеты. Некоторые предприятия питания, также, пытаются внедрять безглютеновое меню, однако часто оно не соответствую критериям безопасности.

Обосновать это можно тем, что в некоторых предприятиях питания происходит перекрестное загрязнение не только сырья, но и готовых блюд. Не соблюдение строгих рекомендаций, направленных на избежание перекрестного загрязнения или не знание правил питания при глютеновой энтеропатии, а также не правильная организация рабочего места ведет к нарушению требований безопасности.

На рецидив болезни также, влияет отсутствие обучения правилам питания при глютеновой энтеропатии.

Для правильной разработки безглютеновой диеты специалист-диетолог должен выяснить вопросы, у человека у которого сохраняется симптоматика целиакии при соблюдении безглютеновой диеты:

1. Оценить клиническое состояние симптомов, в том числе изучить биопсию кишечника;
2. Изучить текущий рацион;
3. Провести доработку безглютенового рациона.

Контакт между врачом и человеком с пищевой аллергией на глютен должен осуществлять на постоянной основе, а прием осуществляться в одном медицинском учреждении [10].

Стоит учитывать, что, строгая безглютеновая диета может вызвать риск развития дефицита макро- и микронутриентов, к примеру: (Ca, K, Zn) в связи, с чем в ходе разработки рациона больных целиакией также следует уделять внимание сбалансированности рациона, его разнообразии, адекватности содержания всех пищевых веществ, включая минералы и витамины [8]. Также, у больных целиакией высок риск развития пищевой аллергии, что также следует учитывать при выборе продуктов питания, а также, составления рациона.

Одной из проблем у больных целиакией является изменение массы тела. Связанно это с тем, что при разработке безглютеновых продуктов, с целью достичь эталона в них добавляют сахар и жиры, а также зачастую их изготавливают из крахмалосодержащих продуктов, а это может привести к увеличению калорийности.

В работе западных ученных [13] было установлено что, безглютеновые продукты содержат больше жиров, бикарбоната натрия, а также низкое содержание клетчатки и белков, чем в глютеновых аналогах. Однако, сейчас все чаще, при производстве безглютеновых продуктов начинают применять муку из зерновых, растительных и орехов. Что привело к повышению пищевой ценности, улучшению консистенции изделий и его структуры. Кроме того, данные безглютеновые продукты могут стабилизировать массу тела на безглютеновой диете.

Исследования показывают [13], что 22% людей, которые самостоятельно придерживаются безглютеновой диеты, прибавили в весе. Индекс массы тела увеличился на 2 единицы. А через 4 года 17 % пациентов изначально с нормальным весом на безглютеновой диете перешли в категорию людей с избыточным весом. У 19 % наблюдалось понижения индекса массы тела.

Однако, у 66% людей изначально обратившимся к специалистам (диетологам) наблюдался стабильный результат от момента постановки диагноза до исчезновения рецидива глютен чувствительной энтеропатии (рисунок 1).

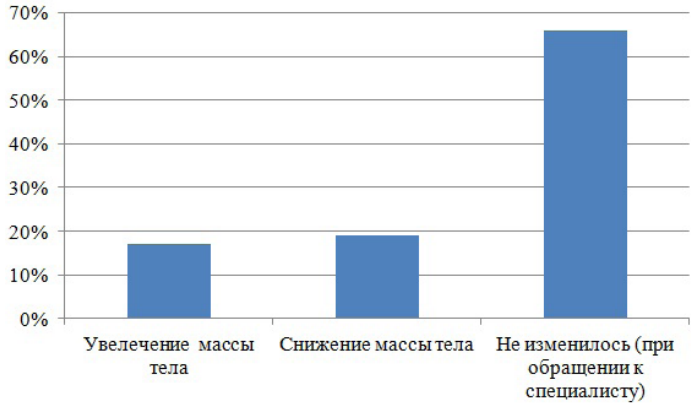


Рисунок 1 – Влияние безглютеновой диеты на индекс массы тела, у людей с глютеновой энтеропатией при обращении к специалисту и при не обращении, на 1000 чел.

Несмотря на соблюдение безглютеновой диеты существует негативная тенденция сохранение симптомов. На это указывают исследования зарубежных ученных в, котором принимали участие 1200 человек, из которых 23% пациентов страдали целиакией, с постоянной симптоматикой [13]. По рекомендации специалиста (диетолога), было решено перейти на диету с исключением загрязненных продуктов глютеном. При этом акцент в основном делался на отказ от продуктов и смесей, не маркированных соответствующим знаком «gluten-free», с целью минимизации риска перекрестного загрязнения.

В работе В.Л. Эммануэля [11] представлены результаты исследований о том, что при соблюдении строгой безглютеновой диеты состояние здоровья пациентов изменилось в положительную сторону. Установлено, что у 85% человек симптомы заболевания прекратились, и они смогли вернуться на обычную безглютеновую диету без каких-либо последствий, кроме того, у них больше не наблюдалось диагноза рефрактерной целиакии.

В данной работе [11] рассматриваются причины, по которой сохраняются симптомы (вздутие живота, газы, рефлюкс, запоры или жидкий стул) даже при строгой безглютеновой диете. К примеру, повлиять на сохранение симптомов могут ферментируемые молекулы пищи или избыточный рост бактерий в тонкой кишке, или непереносимость лактозы или фруктозы, и пр. Также, иностранными ученными доказано, что в многих продуктах содержится повышенное количество ферментируемых углеводов, которые в свою очередь приводят к тому что при их употреблении происходит нарушение всасывания и появляются аналогичные симптомы, как и при целиакии [11].

Выводы. Один из путей профилактики целиакии как и при других алиментарно-зависимых заболеваниях это, расширение ассортимента безглютеновых изделий на основании рекомендаций врачей и опыта технологов сферы питания. Также актуальной и приоритетной задачей является, разработка сбалансированных безглютеновых комплексных рационов. Для разработки данных рационов необходим широкий ассортимент блюд, не содержащих глютена, в том числе мучных кулинарных изделий.

Психоэмоциональная нагрузка оказывает прямое воздействие на человека с целиакией, именно поэтому, соблюдение безглютеновой диеты в совокупности с поддержкой семьи способствует не только более легкому процессу выздоравливанию и эмоциональному разрежению, но, и обуславливает контроль над симптомами, что в свою очередь улучшает качество жизни страдающего от целиакии.

На соблюдение безглютеновой диеты влияет и то, как сам человек, страдающий от глютеновой энтеропатии и члены его семьи воспринимают диагноз целиакии. Безглютеновая диета, а в особенности строгая безглютеновая диета отражается на эмоциональной и когнитивной сфере пациента.

В рамках государственной политики необходимо обучение не только специалистов (диетологов) но, и людей, страдающих от целиакии [12]. Обучение человека с глютеновой энтеропатией основам безглютенового питания, может привести к сбалансированности и разнообразности его рациона т. к. многие люди боятся попробовать новые продукты, предпочитая привычные и проверенные. Кроме того, важным критерием является безопасность и соответствие безглютеновых продуктов требованиям и нормативам, в том числе международным. Несмотря на то, что происходит расширение ассортимента безглютеновых продуктов, а также улучшение их пищевой ценности и органолептических показателей, в области обеспечения надежности их тестирования на содержание в них глютена еще есть пространство для развития.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Копишинская С.В. Современные представления о целиакии // Казанский медицинский жур-

нал. – 2016. – №1. – С. 37–42.

2. Stroykova MV. Skrining naseleniya tsentral'nogo regiona Rossii na antitela klassa IgA k tkanevoy transglutaminaze i primenenie dannogo metoda obsledovaniya dlya diagnostiki tseliakii u detey [Population screening for IgA anti-transglutaminase antibodies in the central region of Russia and the use of this assessment method for diagnosis of coeliac disease in children. Thesis for Doctoral Degree in Medicine]. Moscow; 2007 (in Russian).

3. Kondrat'eva EI, Shcherbakov PL, Bel'mer SV, Yankina GN. O registre bol'nykh tseliakiey [On the Registry of patients with coeliac disease]. Sibirskiy vestnik gepatologii i gastroenterologii. 2007; (20):67–8 (in Russian).

4. Тиунов В.М., Чугунова О.В., Крюкова Е.В. Моделирование органолептических показателей качества мучных изделий из второстепенных видов муки // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. 2016. № 3(38). С.80–88.

5. Бельмер С.В., Гасилина Т.В. Целиакия: от патогенеза к лечению // Вопросы современной педиатрии. – 2013. – №3. – С. 13–18.

6. Покровский А.А. Справочник по диетологии / А.А. Покровский, М.А. Самсонов. – М.: Медицина, 1981. – 249 с.

7. Маюрникова Л.А., Аширова Н.Н. Целиакия. Проблемы и решения // Пищевая промышленность. 2011. №6. – С.60–64.

8. Бельмер С.В. Современные принципы диетотерапии целиакии // Российский вестник перинатольной и педиатрии. – 2012. – №6. – С.97–100.

9. Avenins from different cultivars of oats elicit response by coeliac peripheral lymphocytes by Silano M1, Di Benedetto R, Maialetti F. – Режим доступа: – [http://scdlifestyle.com] – 21.09.2018.

10. Санкт – Петербургский Государственный Медицинский Университет им. ак. И. П. Павлова, лаборатория диагностики аутоиммунных заболеваний: – [http://www.autoimmun.ru] – 25.12.2018.

11. Эмануэль В.Л. Лабораторная диагностика целиакии / В.Л. Эмануэль, Н.В. Вохмянина, М.О. Ревнова, И.Н. Красногорский. – СПб.: Изд-во СПбГУ им. акад. И.П. Павлова. – 2004. – 28 с.

12. Основы государственной политики Российской Федерации в области здорового питания населения на период до 2020 года: Распоряжение Правительства РФ № 1873-р от 25 октября 2010 г.

13. Walstead L., A gluten-free diet in the third millennium: rules, risks, and opportunities /L. Walstead// University of Chicago, Chicago. – 2015.

Статья поступила в редакцию 30.03.2019
Статья принята к публикации 22.05.2019

УДК 635.2

О СНИЖЕНИИ ЭНЕРГОЗАТРАТ ПРИ СУШКЕ СВЕКЛОВИЧНОГО ЖОМА

© 2019

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)
Редченко Мария Александровна, аспирант кафедры «Пищевые производства»
Пензенский государственный технологический университет
(440028, Россия, г.Пенза, пр. Байдукова / ул.Гагарина, 1а/11, e-mail:poldyaeva@mail.ru)
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)
Авроров Глеб Валерьевич, кандидат технических наук,
старший преподаватель кафедры «Пищевые производства»
Пензенский государственный технологический университет
(440028, Россия, г.Пенза, пр. Байдукова/ул.Гагарина, 1а/11, e-mail:xenian13@yandex.ru)

Аннотация. Статья посвящена вопросам снижения энергозатрат при сушке свежего свекловичного жома, являющего основным видом отходов свеклосахарного производства и относящимся к ценным вторичным материальным ресурсам. Рассмотрены разновидности полуфабрикатов, получаемых при первичной обработке свежего жома. Указаны перспективные направления использования жома, как исходного сырья, в различных отраслях промышленности. Проведен анализ существующих в сахарной промышленности способов сушки предварительно отжатого на прессах жома и используемого сушильного оборудования. Показано, что применяемое на свеклосахарных заводах сушильное оборудование является энергозатратным и не обеспечивает точного регулирования и поддержания заданных температурных режимов в зоне высушивания жома. Обосновано использование в сушильных установках для сушки жома направленного инфракрасного излучения и создания на его базе новых конструкций конвейерных туннельных или модульных барабанных сушилок с точным регулированием температуры сушки и его поддержания за счет использования автоматического регулятора напряжение-температура, что позволит снизить энергозатраты на сушку в 4,5-9 раз по сравнению с известным в отрасли сушильным оборудованием.

Ключевые слова: свежий свекловичный жом, технология обработки жома, сушильное оборудование, виды теплоносителей, ИК-излучение, способы сушки, энергосберегающие сушильные установки.

ON REDUCING ENERGY CONSUMPTION WHEN DRYING BEET PULP

© 2019

Murashkina Oxana Alecsandrovna, senior lecturer of the department of “Food production”
Penza State Technology University
(440039, Russia, Penza, Baidukova/Gagarina St., 1a/11, e-*mail:xeniam13@yandex.ru)*
Redchenko Maria Alexandrovna, graduate student of the department of “Food production”
Penza State Technology University
(440039,Russia, Penza, Baidukova/Gagarina, 1a/11, e-mail: poldyaeva@mail.ru)
Avrorov Valery Alecsandrovish, doctor of technical sciences,
professor of the department of “Food production”
Penza State Technology University
(440039, Russia, Penza, Baidukova/Gagarina St., 1a/11, e-mail: v_avrorov@bk.ru)
Avrorov Gleb Valerievich, candidate of technical sciences,
senior lecturer of the department of “Food production”
Penza State Technology University
(440039, Russia, Penza, Baidukova/Gagarina St., 1a/11, e-*mail:xeniam13@yandex.ru)*

Abstract. The article is devoted to questions of reducing energy consumption when drying fresh sugar beet pulp, which is the main type of waste of sugar beet production and related to a valuable secondary material resources. Considered varieties of semi-finished products obtained during the primary processing of fresh pulp. Promising directions of the use of pulp as raw material in various industries. The analysis of existing in the sugar industry drying methods pre-pressed on the presses of a press and used drying equipment. It is shown that applied to sugar beet plants drying equipment is energy intensive and does not provide accurate regulation and maintenance of specified temperature modes in the area of drying the pulp. It justifies the use in drying machines for drying sugar beet pulp directional infrared radiation, and creation on its base of new designs modular conveyor tunnel or drum dryers with precise temperature control of drying and maintaining it through the use of automatic voltage regulator-temperature that will reduce energy consumption for drying 4.5-9 times in comparison with the

known in the industry of drying equipment.

Keywords: fresh sugar beet pulp, processing pulp, and drying equipment, types of heat transfer, infrared radiation drying methods, energy-saving dryer.

Введение. Одной из главных задач дальнейшего развития сахарной отрасли промышленности является создание и внедрение инновационных ресурсосберегающих технологий и оборудования, направленных на снижение энергозатрат на получение сахара из свеклы и на последующую более глубокую обработку отходов производства.

При производстве сахара свеклосахарные заводы РФ перерабатывают ежегодно более 40 млн.т. свеклы. Основную долю отходов производства составляет свежий свекловичный жом, относящийся к ценным вторичным материальным ресурсам.

Различают следующие разновидности жома [1]:

– свежий, вышедший из диффузионного аппарата и сохраняющийся без потери качественных показателей не более суток ;

– кислый, получаемый после хранения более трех суток в хранилище;

– отжатый, содержащий 10-12% сухих веществ (СВ);

– прессованный, содержащий более 12% СВ;

– сухой жом, содержащий 86…93 СВ;

– гранулированный жом

Содержание ингредиентов в жоме представлено в таблице 1.

Таблица 1 – Состав жома

Показатели	Свежий жом	Отжатый жом	Кислый жом
СВ	6,0…8,0	14,0…20,0	11,0…15,0
Влага	91,0…94,0	80,0	85,0…89,0
Протеин	1,2…1,5	1,7…1,9	1,3…2,6
Клетчатка	3,5…4,5	5,0…7,0	2,8…4,2
Жир	0,4…0,7	0,6…0,9	0,7…1,0
Безазотистые экстрактивные вещества	4,3…6,0	8,5…10,0	2,7…5,8
Зола	0,6…1,0	1,1…1,4	0,7…1,8

Сырой протеин представляет собой нативный комплекс клеточной ткани сахарной свеклы, содержащий вещества белковой природы и сопутствующие азотистые соединения [2].

Перспективными направлениями обработки жома являются:

– силосование с добавлением мелассы и бактерицидной закваски в сочетании с молочной сывороткой и химических консервантов (органических кислот, гипосульфита натрия);

– получение сушеного и гранулированного жома с различными амидоминеральными добавками;

– получение пищевых волокон;

– получение пектина и пектинового клея;

– переработка жома в биогумус для удобрений;

– использование в производстве ферментных высокобелковых кормовых добавок;

– получение биогаза путем метанового «брожения»;

– получение биоэтанола;

– использование в производстве бумаги и картона;

– использование в производстве биополимеров и биокомпозитов.

Недостатком свежего жома является большое содержание в нем влаги (93-94%), вследствие этого непосредственная его сушка требует значительных затрат энергоресурсов, что является для свеклосахарных заводов экономически не выгодным. Поэтому предприятия предпочитают отпускать свежий жом для откорма сельскохозяйственных животных расположенным рядом потребителям и значительную часть его утилизировать.

В связи с этим, одним из важных моментов дальнейшего развития свеклосахарного производства является разработка более совершенных ресурсосберегающих технологий, ведущих к созданию малоотходных производств. Поэтому исследования в данной области продолжают развиваться и остаются актуальной задачей для свеклосахарной промышленности.

Целью статьи является выбор рационального с позиций энергосбережения способа сушки и вариантов исполнения сушильных установок.

Задачами, вытекающими из поставленной цели, являются:

- анализ способов и оборудования, применяемых в сахарной промышленности для сушки жома;

- выбор эффективного вида теплоносителя, энергосберегающего способа сушки и вариантов исполнений сушильных установок непрерывного принципа действия

Анализ способов сушки технологии и сушильного оборудования. Наиболее энергозатратной операцией первичной обработки свежего жома является сушка. Из практики известно, что расход топлива на сушку жома при оснащении завода только прессами типа ГХ-2, обеспечивающими содержание СВ в отжатом жоме 14%, составляет 69,6% к массе сушёного жома; при 18% – соответственно 50,8%. Установка прессов глубокого отжима позволяет получить отжатый жом с содержанием СВ 25–27%, что дает возможность снизить расход топлива на сушку жома до 28,2–24,1% к массе сушёного жома, т.е. в 2,1–2,4 раза.

В соответствии с требованиями действующих ведомственных норм [3] на вновь проектируемых и строящихся заводах предусматривается обязательная установка жомосушилок, на которых должно высушиваться до 65% получаемого жома, а остальной жом, отжатый до 9—11% сухих веществ, должен направляться в жомохранилища. В про-

ектах сахарных заводов мощностью 30…50 тонн перерабатываемой свеклы в сутки должна быть предусмотрена сушка уже всего получаемого жома.

Техническая производительность сушильных аппаратов по сушеному жому должна определяться как

$$Q_{сж} = \frac{24(\sum V)W\,(CB_{пж}) \cdot (100 - R_c)}{1000 Q_в CB_{сж}}, \text{ т/сут}, \qquad (1)$$

где – общий объем жомосушильных аппаратов, м^3; – влагонапряжение единицы объема аппаратов, кг/м^3·ч; – содержание СВ в прессованном жоме, % к массе прессованного жома; – содержание СВ в сушеном жоме, % к массе сушеного жома; – потери СВ при сушении, % к СВ прессованного жома; – количество воды, испаряемой при сушении жома, % к массе прессованного жома,

$$Q_в = \frac{CB_{сж} - CB_{пж}}{CB_{сж}} 100, \qquad (2)$$

Таблица 2 – Нормативы для сушильных аппаратов по ВНТП 03-91

Диаметр жомосушильного аппарата, м	Влагонапряжение аппарата, кг/м^3·ч	Потери сухих веществ при сушке, % к СВ прессованного жома	Содержание СВ в сушеном жоме, %
2,4 3,0 3,5 4,0	170 160 150 140	3	88

Сушка пищевого растительного сырья может рассматриваться как гетерогенный физико-химический процесс, при котором влажный материал под воздействием теплового поля разделяется на парообразную влагу и сухой остаток [4-12].

Общие закономерности связи и распре-деления влаги в высушиваемом материале и термовлагопроводности в растительных капиллярно-пористых материалах, к которым относятся и свекловичный жом, определены в работах Ребиндера П.А., Лыкова А.В. и в дальнейшем развиты в работах Гинзбурга А.С., Казакова Е.Д. и других исследователей [10-11,13,14].

Для сушки жома до влажности 12…14% в сахарной промышленности применяются преимущественно барабанные и шахтные сушилки.

Следует отметить, что применяемая технология сушки в барабанных сушилках является весьма энергозатратным процессом, поэтому при существующих сегодня ценах на энергоносители она экономически не выгодна и реализация получаемого жома сахарными заводами в основном осуществляется в сыром виде.

Как показывает анализ затрат на энергоресурсы для производства 1 т сушёного гранулированного жома при СВ отжатого жома менее 18% затраты на природный газ составляют 90% всех прямых затрат [15]. Известно, что на сахарных заводах стоимость тепловой энергии примерно в 30 раз превышает стоимость механической энергии, поэтому необходимо стремится к более полному механическому обезвоживанию жома перед его сушкой, а также к использованию сушилок с энергосберегающими и более экономичными видами энергоносителей и способами их подвода к высушиваемому продукту.

К существенным недостаткам барабанных сушилок, использующих в качестве теплоносителя топочные газы, образуемые при сгорании мазута или метана, относятся большие габариты, металлоемкость, низкий КПД, повышенные затраты энергии, невозможность точного поддержания заданной температуры в рабочем пространстве сушилки, низкая экологичность и др.

Применение паровых сушилок, например, моделей «Империал» и др., с использованием вторичного пара от выпарной станции с температурой 60-63^{0}С или пара под давлением от 1,1…2,12 МПа и более обеспечивают по данным проф. Головина П.В. более светлый и качественный продукт по сравнению с сушкой топочными газами. Однако расход теплоносителя на таких сушилках повышается на 35% .

В работе [4] предложен способ и устройство для сушки предварительно отпрессованного жома в сушилке с пятью перфорированными каскадными транспортерами, расположенными один над другим, и подачей противотоком вторичного теплоносителя от котельной с помощью вентилятора. Данное устройство по существу представляет собой ленточную ярусную сушилку, аналогичную по конструкции ленточным сушилкам, применяемым при сушке макаронных и других сыпучих продуктов растительного происхождения [5,7]. При всех преимуществах по сравнению с барабанными сушилками ленточная сушилка с многоярусной компоновкой транспортеров один над другим не способна обеспечить равномерное температурное поле в каждой зоне отдельных транспортеров по высоте сушилки и одинаковые слои материала по ширине ленты транспортера при переходе его с яруса на ярус.

Известен способ получения сушеного свекловичного жома [16], включающий стадии отжима, гранулирования, активного вентилирования и последующей сушки. На рисунке 1 в качестве примера приведена машинно-аппаратурная схема типовой линии для прессования и сушки жома [15], применяемая на ряде сахарных заводов мощностью по перерабатываемой свекле 25 тонн /сутки.

Выбор энергосберегающего способа сушки жома и вариантов исполнений сушильных установок. Проведенный анализ сушильного оборудования, применяемого для сушки жома, показал, что наибольший интерес с позиций экономии энергии, снижения трудозатрат на обслуживание, возможности

более точного регулирования и поддержания задаваемой температуры в зоне сушки могут представлять конвейерные туннельные сушилки с линейной секционной компоновкой. Их преимущества по сравнению с барабанными, шахтными и многоярусными ленточными сушилками заключаются в более низкой металлоемкости, невысокой удельной энергоемкости, лучшей эргономике и возможности поддержания заданной температуры с точностью ± 1,5 – 2^{0}C. Кроме того, при рациональном выборе источника энергии, как показано в [7], такие сушилки являются универсальными и могут использоваться для тепловой обработки широкого ассортимента сырья и продуктов питания, что особенно важно, поскольку сезон переработки сахарной свеклы составляет всего 90-100 суток.

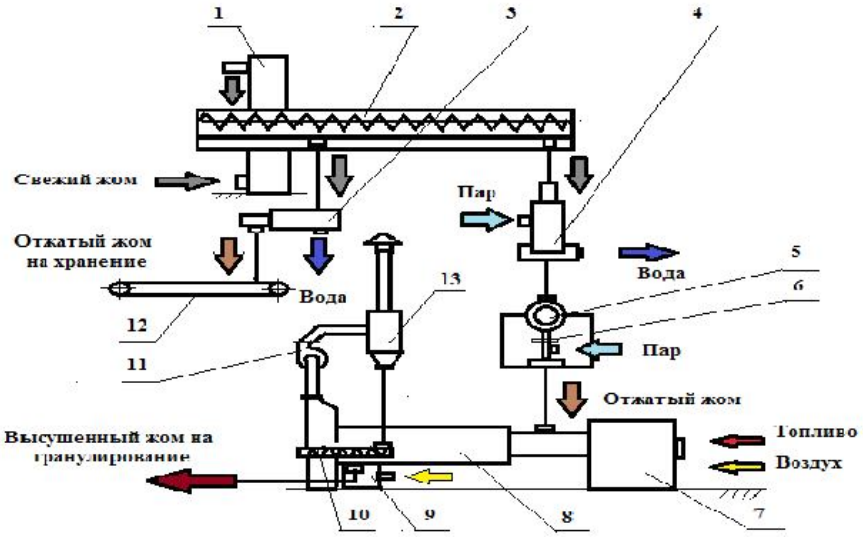


Рисунок 1 – Машино-аппаратурная схема линии для прессования и сушки жома
1 – нория, 2 – шнековый питатель, 3 – наклонный пресс, 4 –вертикальный пресс, 5 – шнек, 6 – питатель 7 – топочная камера, 8 – барабанная сушилка, 9 – эжектор, 10 – шнек для сушеного жома, 11 – вентилятор, 12 – ленточный транспортер,13 – циклон

При выборе рационального способа сушки, вида теплоносителя и конструкции сушильной установки для тепловой обработки отжатого в компакторе свекловичного жома руководствовались следующими критериями:

– тепловая обработка жома при его непрерывном движении на конвейере туннельной сушилки;

– использование энергосберегающего способа сушки за счет подвода к продукту направленного инфракрасного излучения;

– обеспечение любого значения температуры в рабочем пространстве туннельной сушилки в диапазоне от 50 до 350^{0}C с точностью автоматического поддержания задаваемой температуры ± 1,5… 2^{0}C.

Из конвейерных сушильных установок для сушки отжатого свекловичного жома наиболее пригодны секционные конвейерные туннельные сушилки с направленным инфракрасным подводом энергии [7,17-19].

В отраслях АПК широко используются линейные секционные конвейерные печи и сушилки, оснащенные термоэлектрическими инфракрасными нагревателями (ТЭНами). Основными способами передачи тепловой энергии внутрь сушилки является теплопроводность от наружной поверхности ТЭНов к внешней поверхности внутренней стенки, и через нее к внутренней поверхности сушилки, а также конвекция. Контакт ТЭНов с внутренней стенкой осуществляются по образующей линии, вследствие чего имеет место линейное соприкосновение со стенкой камеры, что совершенно неэффективно по теплоотдаче. Существенным недостатком теплоподвода с помощью ТЭНов является повышенный расход электрической энергии на нагрев. Излучение ТЭНа носит диффузный характер и распространяется от его поверхности во всех направлениях перпендикулярных оси. Поэтому на нагрев внутренней стенки секции расходуется столько же энергии, сколько и на нагрев внешней, нерабочей.

Использование вместо ТЭНов направленного инфракрасного излучения, создаваемого зеркальными лампами, позволяет, как показано в [7], уменьшить расход электрической энергии на тепловую обработку не менее чем в 4 раза.

В работе [7] было обосновано, что в качестве источника тепла целесообразно применять инфракрасные зеркальные электролампы накаливания моделей ИКЗ-175, ИКЗ-250 с цоколем Е27 и ИКЗ-500 номинальной мощностью 175, 250 и 500Вт соответственно, выпускаемые ФУП РМ «ЛИСМА» (г. Саранск). Эти лампы преобразуют 90% электроэнергии в энергию теплового излучения в диапазоне частоты 10^{14} Гц (0,6-1,8 мкм). Гарантированный срок службы данных ламп составляет не менее 5000

часов.

Широкий температурный диапазон позволяет использовать конвейерную сушилку для сушки различных видов материалов не только растительного происхождения, но и строительных и других материалов, когда допустима максимально возможная температура нагрева.

Выводы.

1. Для сушки прессованного свекловичного жома рекомендуется использовать туннельную конвейерную сушильную установку с направленным подводом инфракрасного излучения.

Данная установка способна обеспечить:

– значительное энергосбережение по сравнению с применяемыми в промышленности для сушки жома барабанными сушилками;

– непрерывный режим работы компактора и сушильной установки,

– конвейерную передачу выходящего из компактора жома на конвейер туннельной сушилки

– точное поддержание температуры в зоне сушки при минимальном расходе электроэнергии.

2. В качестве альтернативы барабанным сушилкам с обогревом топочными газами в поточной линии переработки жома может быть использована модульная энергосберегающая барабанная сушилка с регулируемым, как и в конвейерной туннельной сушилке, направленным подводом инфракрасного излучения [18,19].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Донченко Л.В. Возможность использования вторичных сырьевых ресурсов свеклосахарного производства для дальнейшей переработки / С.Е.Ковалева, Н.В.Демина. – Краснодар: Куб ГАУ, 2006.№21. – С.44–48.

2.ГОСТ 26884 – 2002 Продукты сахарной промышленности. Термины и определения.

3. Ведомственные нормы технологического проектирования свеклосахарных заводов. ВНТП 03-91. – М: Гипросахпром. – 106 с.

4. Ветров В.А. Разработка энергосберегающей безотходной технологии сушки свекловичного жома с обоснованием параметров сушильной установки / Дисс. на соискание ученой степени канд. техн. наук. - Белгород: БелГСХА, 2007. – 168 с.

5. Остриков А.Н. Каскадная установка с перфорированной лентой для сушки пищевого растительного сырья / А.Н. Остриков, С.А. Шевцов С.А. // Прогрессивные технологии и оборудование для пищевой промышленности: материалы II междунар. научн. техн. конф. – Воронеж: Изд. ВГТА, ч.II, 2004. – С. 246–247.

6. Кретов И.Т. К вопросу об энергетической эффективности проведения процесса сушки свекловичного жома / И.Т. Кретов, А.В. Дранников // Прогрессивные технологии и оборудование для пищевой промышленности: материалы II междунар. научн. техн. конф. – Воронеж: Изд. ВГТА, ч.II, 2004. – С.186–188.

7. Авроров Г.В. Сокращение энергетических затрат сушки капиллярно-пористых материалов растительного происхождения за счет направленного подвода инфракрасного излучения / Дисс. на соискание учен. степ. канд. техн. наук. – Пенза: ПГСХА, 2014. – 181 с.

8. Арапов В.М. Развитие теории сушки на основе законов химической кинетики / В.М.Арапов, И.Т.Кретов // Прогрессивные технологии и оборудование для пищевой промышленности: материалы II междунар. научн. техн. конф. – Воронеж: Изд. ВГТА, ч.II, 2004. – С. 86–92.

9. Лыков А.В. Теория сушки. – М: Энергия, 1968. – 512 с.

10. Лыков А.В. Явления переноса в капиллярно-пористых телах. – М: Госэнергоиздат, 1956, – 198 с.

11. Гинзбург А.С. Основы теории и техники сушки пищевых продуктов. – М: Пищевая промышленность, 1973. – 528 с.

12. Ганин Е.В. Сушка как один из процессов при изготовлении комбикормов и кормовых добавок / Ю.И. Габзалилова // Пищевые технологии и биотехнологии: материалы IX междунар. конф. молодых ученых – Казань: Изд. КГТУ, 2008. – С. 99.

13. Лыков А.В. Тепломассообмен. Справочник / А.В.Лыков. – М: Энергия, 1978, – 480 с.

14. Эккерт Э.Р. Теория тепломассообмена / Э.Р. Эккерт, Р.М. Дрейк. – М – Л: Госэнергоиздат, 1953. – 284 с.

15. Свекловичный жом. http://www. sergey-osetrov.narod.ru / raw_material / beet_pulp. htm. [Электронный ресурс].

16. Патент № 2542530, Российская Федерация Способ получения сушеного свекловичного жома / А.М. Черников, опубл. 20.02.2015.

17. Авроров В.А. Выбор оптимального источника инфракрасного излучения в ближней инфракрасной области / Г.Д. Лузгин, Г.В. Авроров, А.В. Зайцев // Пищевая промышленность и агропромышленный комплекс: достижения, проблемы, перспективы: материалы VII междунар. научн. практ. конф. – Пенза: Изд. ПДЗ. – 2013. – С. 9–12.

18. Пат. № 2465526, Российская Федерация. МПК F26B3/30. Способ сушки материалов в движущемся внутри вращающего цилиндра потоке / Г.В. Авроров С.Р. Мкртчян, А.К. Лаврин, В.А. Авроров, Г.Д. Лузгин, Е.В. Востроknутов. – № 2010122989; Заяв. 04.06.2010; Опубл. 27.10.2012.

19. Пат. № 2457680, Российская Федерация. МПК A21B1/48. Способ нагрева пищевых штучных полуфабрикатов на конвейере внутри туннельной печи / В.А. Авроров, В.Б. Моисеев, Ю.С. Почивалов, Г.Д. Лузгин, Г.В. Авроров. – № 2010138252; Заяв. 15.09.2010; Опубл. 10.08.2012.

Статья поступила в редакцию 18.04.2019
Статья принята к публикации 22.05.2019

УДК 635.2

О СОВЕРШЕНСТВОВАНИИ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ПЕКТИНОСОДЕРЖАЩИХ ПИЩЕВЫХ ВОЛОКОН ИЗ СВЕКЛОВИЧНОГО ЖОМА

© 2019

Сарафанкина Елена Александровна, магистрант,
старший преподаватель кафедры «Пищевые производства»
Пензенский государственный технологический университет
(440028, Россия, г.Пенза, пр. Байдукова / ул.Гагарина, 1а/11)
Авроровa Людмила Александровна, магистрант кафедры «Пищевые производства»
Пензенский государственный технологический университет
(440028, Россия, г. Пенза, пр. Байдукова / ул.Гагарина, 1а/11)
Редченко Мария Александровна, аспирант кафедры «Пищевые производства»
Пензенский государственный технологический университет
(440028, Россия, г.Пенза, пр. Байдукова/ул.Гагарина, 1а/11, e-mail:poldyaeva@mail.ru)
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. В статье рассматриваются вопросы технологии производства пищевых волокон из свекловичного жома. Дана характеристика, приведены органолептические и физико-химические показатели пищевых волокон и указана их роль в проблеме питания. Приводится классификация пищевых волокон по определяющим признакам. Проведен анализ известных способов получения из свекловичного жома пищевых волокон и пектина. Рассмотрена машино-аппаратурная схема поточной линии для производства пищевых волокон из гранулированного жома. Обоснованы рациональные с позиций интенсификации процесса обработки жома и энергосбережения конструктивно-технологические схемы некоторых видов оборудования линии: реактора для циркуляционного замачивания жома с подогревом суспензии и конвейерной установки для промывания и отбеливания жома, с использованием которых разработаны варианты машино-аппаратурных схем линий, позволяющих перерабатывать свежий, высушенный и гранулированный жом

Ключевые слова: свекловичный жом, пищевые волокна, способы получения волокон, машино-аппаратурная схема линии, варианты компоновок оборудования линии.

ON THE IMPROVEMENT OF PRODUCTION TECHNJLOGY OF PECTIN CONTAINING FOOD FIBERS FROM SUGAR BEET PULP

© 2019

Sarafankina Elena Alexsandrovna, graduate student, senior lecturer of the department “Food production”
Penza State Technological University
(440028, Russia, Penza, pr. Baydukova/Gagarin St. 1a/11)
Avrorova Lyudmila Alexsandrovna, graduate student, of the of the department “Food production”
Penza State Technological University
(440028, Russia, Penza, pr. Baydukova/Gagarin St. 1a/11)
Redchenko Maria Alexandrovna, postgraduate student of the Department “Food production”
Penza State Technological University
(440028, Russia, Penza, pr. Baydukova/Gagarin St.,1a/11, e-mail: poldyaeva@mail.ru)
Avrorov Valery Alexsandrovich, doctor of technical sciences, professor of the Department “Food production”
Penza State Technological University
(440028, Russia, Penza, pr. Baydukova/Gagarin St.,1a/11, e-mail: v_avrorov@ bk.ru)

Abstract. The article deals with the questions of production technology of dietary fiber from sugar beet pulp. The characteristic of the given organoleptic and physic-chemical characteristics of dietary fibers and their role in nutrition. Classification of dietary fibers for defining characteristics. The analysis of known methods of obtaining from sugar beet pulp, dietary fiber and pectin. Considered machine-instrumental scheme of production lines for the production of food fibers of the granular pulp. Explain rational from the standpoint of intensification of the treatment process of pulp and energy-saving constructive-technological scheme of certain types of line equipment: reactor for circulating the pulp soaking of the heated slurry and conveyor systems for washing and bleaching pulp, which were developed mechanical hardware circuits of lines for the processing of fresh< dried and granulated sugar beet pulp/

Key words: beet pulp, dietary fiber, methods of producing fibers, machine-instrumental scheme of lines, layouts of the equipment line.

Введение. В соответствии с теорией сбалансированного питания пищевые волокна, содержащие клетчатку и пектин, обязательно должны быть в рационе питания человека [1,2,3].

Trowell и Burcitt (1986 г.), являющиеся одними из первых исследователей пищевых волокон, определяли пищевые волокна как остатки растительных клеток, способных противостоять гидролизу, осуществляемому пищеварительными ферментами человека [4].

По данным департамента питания и пищи FNB (The Food Nutrition Board of National Academy, USA) суточная потребность взрослого человека в пищевых волокнах составляет от 25 до 38 г. [5,6,7].

Пищевые волокна представляют собой низкокалорийный полисахаридный комплекс и способствуют выведению из организма тяжелых и токсичных элементов, остаточных пестицидов, радионуклидов, нитратов и нитритов и по этим показателям относятся к незаменимым нутриентам в рационе питания [4,8,9].

По данным ВНИИ мясной промышленности пищевые свекловичные волокна могут быть использованы при выработке вареных колбас, рубленых и мясных полуфабрикатов в тестовой оболочке, а также найти применение в хлебопекарной, молочной, кондитерской и других отраслях пищевой промышленности [1,8,17,18].

Несмотря на большие объемы и относительно невысокую стоимость свекловичного жома, пектиносодержащие комплексы в настоящее время в нашей стране практически не производятся, что сдерживает выпуск на их основе биологически активных добавок и продуктов функционального назначения. По данным Министерства здравоохранения России, потребность населения в пищевых волокнах за счет муки грубого помола, зерна, овощей и фруктов удовлетворяется только на 30-35 %, что составляет примерно 1,5 млн. тонн в год.

Поэтому одной из актуальных задач является создание и внедрение промышленных технологий и поточных линий по получению пищевых волокон из свекловичного жома

Целью статьи являлось определение направлений совершенствования технологии и оборудования для получения пектиносодержащих пищевых волокон из свекловичного жома. Для достижения указанной цели рассматривались следующие задачи:

- анализ существующих способов получения пектина и пищевых волокон;

- анализ факторов, влияющих на энергозатраты процесса переработки жома;

- определение и обоснование путей совершенствования технологии и основного оборудования поточной линии для производства пищевых волокон.

Материалы исследования. Анализ технологии получения пектина и пищевых волокон из свекловичного жома. В сахарной свекле, так и в жоме, содержится пектин в количестве 12…24%, представляющий собой смесь углеводов и относящийся к желирующим веществам, таким как агар, желатин и фурцелларан.

Отечественная промышленность использует для производства продукции в основном импортный пектин, получаемый из яблок и цитрусовых. Однако многими исследованиями было установлено, что пектин, получаемый из свекольного жома, по своим качественным показателям не уступает импортному [7,8,10,11,12].

Существует несколько способов получения пектина из свекловичного жома [2,19]. Например, по технологии Киевского технологического института (КТИ) сухой свекловичный жом подвергают измельчению и гидрализации в слабом растворе *HCl* с последующим осаждением пектина из фильтрата при помощи хлористого алюминия и NH_4OH. Полученный коагулят подвергается обезвоживанию и очистке водно-спиртовыми растворами и сушке. По данной технологии на 1т пектина расходуется 8,3т сухого свекловичного жома; 10,5 т технической соляной кислоты и 10,5 т хлористого алюминия; 2,4т спирта-ректификата и 6 т аммиака (25%-ного).

По технологии ВНИИКП полученный из фильтрата коагулят обезвоживают и очищают. Процесс очистки включает четыре фазы: первые две составляет промывка водно-спиртовым раствором, последние – обработка 70%-ным спиртом в смеси с 4%-ой соляной кислотой. Затем следует обработка 5%-ным спиртом со щелочью и сушка пектина при 80^0C.

К недостаткам рассмотренных выше технологий относится невысокий выход пектина и увеличенный расход химических реагентов.

Известен способ получения пектина и пищевых волокон из прессованного жома, основанный на применении раствора перекиси водорода для гидролиза протопектина. Данная технология содержит меньшее число операций, а реализующая ее линия – меньшее количество оборудования.

Известна также технология получения пектина и пищевых волокон из свежего жома, использующая в качестве реагентов поваренную соль и этиловый спирт.

Анализ показывает, что для получения пектина и пищевых волокон можно использовать все виды жома: от свежего и прессованного до высушенного и гранулированного. Выбор вида исходного сырья для получения пектина и волокон, технологии его обработки и вариантов компоновки оборудования линий будет определяться, главным образом, удаленностью от источников сырья.

Конструктивно-технологическое обследование поточной линии и направления ее совершенствования. На рисунке 1 приведена машинно-аппаратурная схема производства пектиносодержащих пищевых волокон по технологии КубГТУ (г. Краснодар) [9].

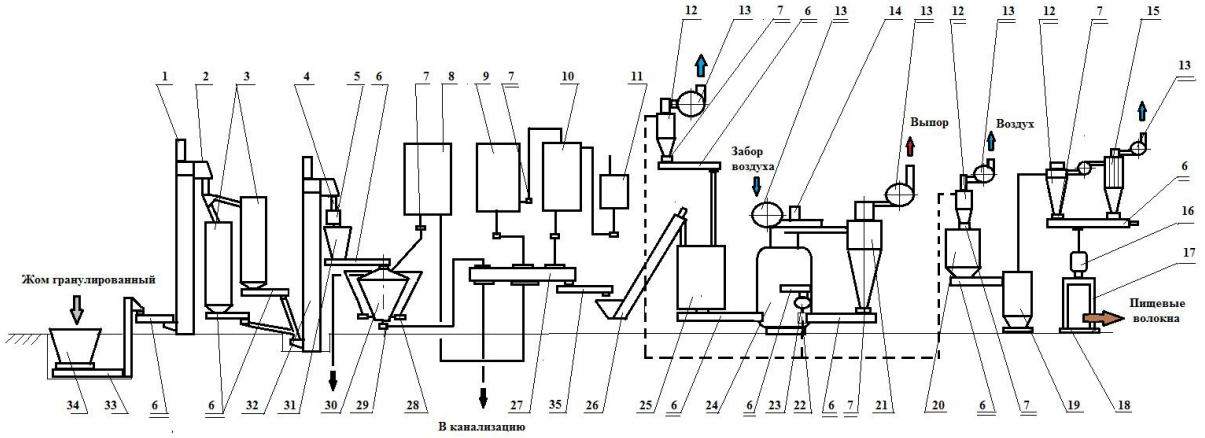


Рисунок 1 – Машинно-аппаратурная схема линии по производству пищевых волокон из гранулированного свекловичного жома: 1 – нория, 2 – башмак нории, 3 – силосы временного хранения жома,4 – магнитный уловитель, 5 – измельчитель гранул, 6 – шнековый питатель, 7 – насос кулачковый,8 – танк оборотной воды, 9 – танк чистой воды, 10 – танк с 3-ех% раствором перекиси водорода, 11 – танк с 37-и % раствором перекиси водорода, 12 – циклон,13 – центробежный вентилятор, 14 – горелка газовая; 15 – фильтр рукавный, 16 – питатель пищевых волокон, 17 – станция упаковки жома, 18 – ленточный конвейер, 19 – мельница, 20 – вибропитатель ельницы, 21 – циклон сушилки, 22 – пневмопровод, 23 – затвор шлюзовой, 24 – сушильная камера, 25 –дозатор многовальный, 26 – наклонный винтовой конвейер, 27 – шнековый промыватель жома, 28 – насос центробежный, 29 – насос кулачковый, 30 – замачивательжома, 31 – бункер-дозатор,32 – нория, 33 – шнековый питатель, 34 – приемный бункер, 35 – измельчитель влажного сырья

Параметры линии:

– производительность линии по готовому продукту (кг/ч) – 650 (10-20т/сутки);

– режим работы линии (ч) – 2 смены по 8 часов;

– число рабочих в смену (чел.) – 6;

– потребление исходного жома (кг/ч) – 800;

– потребление электроэнергии (кВтч) – номинальное – 510, фактическое – 350;

– потребление природного газа ($м^3$/ч) – 400 (среднее значение);

– потребление воды ($м^3$/ч) – 12000 (среднее значение);

– потребление H_2O_2 ,(37%) (л/ч) – 250;

– канализационные стоки (л/ч) – 9000;

– производительность упаковочной машины (мешков/ ч) – 50.

В настоящее время данную технологию планируется реализовать в автоматизированной поточной линии в одном из районов Пензенской области [9]. Положительным моментом является оснащение линии различными датчиками и средствами механизации и автоматизации, такими как датчики уровня, температуры, давления, автоматические расходомеры сырья и др., что позволит обслуживающему линию персоналу выполнять только контрольные функции и проводить регламентное техническое обслуживание.

В тоже время можно отметить несколько важных, на наш взгляд, недостатков по отдельным видам технологического оборудования линии:

– с позиций энергосбережения и рациональности структуры материальных потоков входящее в состав линии оборудование необходимо оптимизировать. Так, например, не целесообразно использовать шнековый и горизонтальные конвейеры для разгрузки и забора сырья из завальной ямы. Сократить энергозатраты можно за счет использования пневмотранспортной системы;

– на участке для промывания жома используется замачиватель с двумя центробежными насосами для перемешивания суспензии в емкости (поз. 30, рисунок 1). Такое решение не обеспечивает высокое качество перемешивания, так как подающие жидкость патрубки от насосов врезаны в емкость в ее верхней части, а забор жидкости осуществляется центробежными насосами по диаметру танка в нижней части. Поэтому энергия струи не используется полностью. Такое исполнение с позиции эффективного смешивания воды и сухого жома не является рациональным, поскольку не обеспечивается циркуляция потока по всему объему танка.

Одним из рациональных решений, на наш взгляд, было бы тангенциальное расположение труб для выхода струй в нижней части танка с диаметральным забором жидкости сверху, а оптимальным вариантом – использование всего одного насоса с тангенциальной нижней подачей воды через несколько сопел, направленных под разными углами. Кроме того, замачивание жома осуществляется водой при ее температуре равной 20^0С. Для интенсификации процесса замачивания целесообразно использовать теплую воду с температурой 50-60^0С, для чего требуется доработка танка-замачивателя по его оснащению

проходным подогревателем или дополнительной рубашкой. На базе ранее полученных решений [14,15,16] разработан вариант исполнения модернизированного узла подачи струй воды, обеспечивающих интенсивную циркуляцию водной суспензии жома по всему объему замачивателя с установкой на циркуляционной трубе проходного подогревателя, поступающей из танка оборотной воды.

Простым, но не менее эффективным вариантом для равномерного перемешивания суспензии может явиться использование серийного реактора с лопастной мешалкой и косвенным подогревом содержимого через его рубашку [13];

– для промывки и осветления жома в линии установлен шнековый промыватель, разделенный на три зоны (поз.27, рисунок 1). Такое техническое решение с позиций полноты промывания жома чистой водой и его осветления перекисью водорода технологически малоэффективно, так как струи жидкости из танков (поз.9 и 10, рисунок 1) попадают сначала на сетку, окружающую шнек, и затем на плотную массу жома, перемещаемую в межвитковом пространстве. Поэтому время данной операции должно быть увеличено, для чего скорость шнека должна быть небольшой. В результате пропускная способность аппарата будет недостаточной, и потребуется устанавливать батарею подобных промывателей.

Более целесообразным решением было бы вместо шнекового аппарата использовать простой и удобный в обслуживании ленточный конвейер, на котором не составляет трудностей равномерно распределить слой обрабатываемого жома по всей ширине ленты и обеспечить изолированные зоны, как для промывания, так и для осветления жома;

– для сушки и измельчения осветленного жома в линии используется энергозатратная и металлоемкая вертикальная сушилка с газовым нагревом (поз. 24, рисунок 1 и трапецеидальная мельница (поз.19, рисунок 1). С позиций энергосбережения целесообразно использовать туннельную или барабанную сушилки с направленным подводом инфракрасного излучения [20,21];

– на выходе циклона (поз.12, рисунок 1) и фильтра (поз.15, рисунок 1) используется один шнековый конвейер (поз.6, рисунок 1) в котором смешиваются пищевые волокна имеющие разный гранулометрический состав, что нежелательно. Волокна из рукавного фильтра целесообразно использовать непосредственно в качестве добавок в кондитерских производствах, т.к. они имеют более высокую степень дисперсности частиц (50 и менее мкм), а волокна из циклона упаковывать отдельно.

Выводы.

1. Проведенный анализ технологии получения пищевых волокон из свекловичного жома показывает, что для их производства может использоваться свекловичный жом в любом состоянии поставки. Выбор вида жома и вариант исполнения линий для его переработки определяется в первую очередь затратами на поставку сырья с учетом расстояния от поставщика жома.

2. Для производства пищевых волокон за основу может быть принята приведенная выше машинно-аппаратурная схема поточной линии с применением более совершенных вариантов пневмосистем для подачи жома, разработки рациональных конструкций танка-замачивателя и устройства для его промывания и обработки перекисью водорода, а также применения энергосберегающих сушилок с направленным подводом инфракрасного излучения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. ГОСТ 26884 -2002 Продукты сахарной промышленности. Термины и определения.

2. Свекловичный жом. http://www. sergey-osetrov. narod.ru / raw_material / beet_pulp. htm. [Электронный ресурс].

3. Перспективные технологии переработки свекловичного жома / http//www.Noo-center.ru. [Электронный ресурс], 2019.

4. Донченко Л.В. Возможность использования вторичных сырьевых ресурсов свеклосахарного производства для дальнейшей переработки /С.Е.Ковалева, Н.В.Демина. – Краснодар: Куб ГАУ,2006.№21. – С.44–48.

5. Лосева В.А. Изучение влияния pH и способа подготовки экстрагента на свойства пищевых волокон свекловичного жома // Хранение и переработка сельхозсырья. 2002. № 8. С 12–15.

6. Ардатская М.Д. Метаболические эффекты пищевых волокон. Труды гафедры гастроэнтерологии УНЦ МЦ УДП РФ, 2004.

7. Ипатова Л.Г. Физиологические и технологические аспекты применения пищевых волокон // Пищевая промышленность, № 1, 2004.

8. Магомедов Г.М. Использование свекловичного порошка в производстве термостабильных начинок / И.В.Плотникова, М.Г.Магомедов, В.В.Трощенко // Кондитерское и хлебопекарное производство, 2018. №3–4.

9. Авроров В.А. Организация производства пищевых волокон из свекловичного жома в цехе мощностью 4т готового продукта в сутки / Авроров Г.В., М.А. Редченко, О.А. Мурашкина // Отчет НИР, договор № 04/05-05-17 от 21.08.2017г. – Пенза: ПензГТУ. – 118 с.

10. Спичак В.В. Эффективное использование вторичных ресурсов сахарного производства / Хранение и переработка сельхозсырья, 2007, №7. – С.73–76.

11. Колесников В.А. Осветление свекловичного волокна: производство и применение // Хранение и переработка сельхозсырья. 2002. № 10. С 5–8.

12. Хрундин Д.В. Изучение влияния нагревания на свойства пектина / Н.К. Романова, О.А. Решетник // Пищевые технологии и биотехнологии: материа-

лы IX междунар. конф. молодых ученых – Казань: Изд. КГТУ, 2008. – С. 63.

13. Остриков А.Н. Практикум по курсу технологическое оборудование / М.Г.Парфенопуло, А.А.Шевцов. – Воронеж: ВГТА, 1999. – 424 с.

14. Пат.№ 2411699,Российская Федерация. Способ нагрева снаружи поверхности круглого плоского днища неподвижной тонкостенной цилиндрической емкости, установленной вертикально / Г.В. Авроров, Ю.С. Почивалов, Г.Д.Лузгин и др. Опубл.2011 г.

15. Пат.№ 2442935, Российская Федерация. Способ нагрева жидкости в вертикально установленной неподвижной емкости с плоским днищем, высота которой больше размеров днища / Г.В. Авроров, Ю.С.Почивалов, Г.Д.Лузгин и др. Опубл.2012 г.

16. Пат.№ 2486950, Российская Федерация. Способ получения растворов в цилиндрической вертикальной емкости, нагреваемой в основном со стороны днища / Г.В. Авроров, А.В Зайцев и др. Опубл.2013 г.

17. Флейман П.Е. Свекловичный жом и его использование. – М.: ЦИНТИПП, 1984. – С. 20–37.

18. Мхитрян Г.А. Современные технологии переработки свекловичного жома / А.П.Леснов, В.М. Ткаченко // Сахарная свекла, 2009, №2. – С.33–35.

19. Кулишов Б.А. Технические материалы на основе свекловичного жома / Л.А.Зимагулова, Ле АньТуан, А.В.Канарский // Вестник Казанского технологического университета,2015. т.18.№23. – С.72–81.

20. Пат. № 2465526, Российская Федерация. МПК F26B3/30. Способ сушки материалов в движущемся внутри вращающего цилиндра потоке / Г.В. Авроров С.Р. Мкртчян, А.К. Лаврин, В.А. Авроров, Г.Д. Лузгин, Е.В. Востроknутов. – № 2010122989; Заяв. 04.06.2010; Опубл. 27.10.2012.

21. Пат. № 2457680, Российская Федерация. МПК A21B1/48. Способ нагрева пищевых штучных полуфабрикатов на конвейере внутри туннельной печи / В.А. Авроров, В.Б. Моисеев, Ю.С. Почивалов, Г.Д. Лузгин, Г.В. Авроров. – № 2010138252; Заяв. 15.09.2010; Опубл. 10.08.2012.

Статья поступила в редакцию 20.04.2019
Статья принята к публикации 22.05.2019

УДК 635.2

О ПРЕССОВАНИИ СВЕЖЕГО СВЕКЛОВИЧНОГО ЖОМА

© 2019

Редченко Мария Александровна, аспирант кафедры «Пищевые производства»
Пензенский государственный технологический университет
(440028, Россия, г.Пенза, пр. Байдукова / ул.Гагарина, 1а/11, e-mail:poldyaeva@mail.ru)
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 процесса прессования свежего свекловичного жома и разработке конструктивно-технологической схемы пресса-компактора. Приведена условная классификация границ обезвоживания жома на применяемом в промышленности прессовом оборудовании и классификация прессов. Рассмотрены варианты известных конструкций прессов, указаны их преимущества и недостатки.

С помощью метода координатно-структурного кодирования осуществлен синтез вариантов компоновок прессов с горизонтальным, наклонным и вертикальным расположением рабочих органов. С учетом ограничительных требований выбран рациональный вариант компоновки пресса-компактора с вертикальным расположением шнекового движителя, перфорированной вставкой и многолепестковой упругой диафрагмой, способствующей увеличению степени отжима сырого жома. Разработана конструктивно-технологическая схема компактора для проведения дальнейших теоретических и экспериментальных исследований.

Ключевые слова: свекловичный жом, прессование жома, жомопрессовое оборудование, синтез и анализ компоновок прессов-компакторов, выбор рационального варианта компоновки.

ON PRESSING OF FRESH SUGAR BEET PULP

© 2019

Redchenko Maria Alexandrovna, postgraduate student of the Department “Food production”
Penza State Technological University
(440028, Russia, Penza, pr. Baydukova/Gagarin St.,1a/11, e-mail: poldyaeva@mail.ru)
Avrorov Valery Alexsandrovich, doctor of technical sciences,
professor of the Department “Food production”
Penza State Technological University
(440028, Russia, Penza, pr. Baydukova/Gagarin St.,1a/11, e-mail: v_avrorov@ bk.ru)

Abstract: The article is devoted to analysis of the process of pressing fresh sugar beet pulp and the development of constructive-technological scheme of the press-compactor. The characteristic of the pulp after diffusion apparatus and conditional l\classification the borders of his dehydration used in industry press equipment. Considered variants of the known designs of presses, advantages and disadvantages. Using the method of coordinate structural coding carried out the synthesis of layouts presses with horizontal, inclined and vertical arrangement of the working bodies. Given the restrictive requirements of the selected rational layout option press-compactor with a vertical arrangement of a screw propeller, a perforated insert and multi-leaf elastic diaphragm, contributing to the increase in the degree of extraction of raw pulp. Developed a constructive-technological scheme of a compactor and determines the source parameters for further theoretical and experimental studies/

Keywords: sugar beet pulp, pressed beet pulp, compressive equipment, synthesis and analysis of configuration of presses-compactors, rational layout

Введение. Сырой свекловичный жом в соответствии с определением ГОСТ 26884-2002 представляет собой высоложенную (обессахаренную в диффузионном аппарате) свекловичную стружку, содержащую 6…8% сухих веществ [1], относится к основному массовому виду отходов свеклосахарного производства и является ценным вторичным материальным ресурсом [2-6,19,20]. Вследствие малого срока хранения сырой жом на заводах отрасли подвергают дополнительной и довольно энергоемкой обработке: прессованию, последующей сушке и гранулированию (брикетированию), что влечет значительные затраты сахарных заводов на оборудование жомосушильных цехов. Поэтому разработки и исследования по созданию инновационных энергосберегающих технологий и оборудования для предварительного прессования влагосодержащего жома с последующей его сушкой и гранулированием является для свеклосахарной отрасли актуальной задачей.

Целью данной работы являлась разработка новой конструктивно-технологической схемы компактора с дополнительным статическим узлом отжима, способного обеспечить содержание сухих веществ в жоме после его прессования на уровне 14-16%.

Для достижения этой цели в работе решались следующие задачи:

– анализ применяемых в промышленности способов отжима и жомопрессового оборудования;

– синтез и анализ разрабатываемых схем компакторов на базе применения метода структурно-координатного кодирования ветвей компоновок;

– выбор рационального варианта компоновки с позиций эффективности прессования жома, компактности конструкции и энергосбережения.

Анализ технологии прессования **и** жомопрессового оборудования. При прессовании из свежего жома удаляется примерно 35 % воды, а содержание сухих веществ повышается до 14,0…20,0 %.

Предварительное удаление влаги перед окончательным высушиванием жомовой массы осуществляется без изменения ее агрегатного состояния. Для этого могут использоваться следующие способы: фильтрация, центрифугование и прессование [7]. Первые два способа в силу присущих им особенностей не используются при обезвоживании свежего жома. Условные границы обезвоживания сырого жома по процентному содержанию сухих веществ (СВ) составляют на стадии низкого отжима 10…14 % СВ, среднего 18…22 % СВ и глубокого прессования 22…35% СВ [8].

Для прессования влагосодержащих материалов растительного происхождения, в том числе и отходов, к которым относится свекловичный жом, в перерабатывающих отраслях принципиально возможно использование различных видов прессов, отличающихся друг от друга рядом классификационных признаков [8-11].

Для прессования свежего жома в промышленности в основном используются прессы со шнековыми движителями, преимуществом которых по сравнению с поршневыми прессами и прессами с прессующими плитами является непрерывность процесса прессования, что позволяет легко их встраивать в поточные линии для более глубокой переработки жома [12].

В шнековых прессах возможны три варианта пространственного расположения оси шнекового движителя: горизонтальное, наклонное под углом к горизонту и вертикальное. Характерным примером пресса с горизонтальным расположением шнека является известный механизм для отжима сока из овощей и фруктов [7]. Существенным недостатком данного пресса является его малая производительность, ограниченная площадь поверхности для удаления жидкой фракции и неэффективное регулирование степени отжима путем уменьшения площади сечения выходного отверстия пресса с помощью винта

На отечественных заводах для низкого отжима жома, направляемого непосредственно на откорм сельскохозяйственных животных, применяют наклонные одношнековые прессы [8]. Свежий жом в таком прессе из диффузионного аппарата поступает в приемный сепаратор, где на сите отделяется часть влаги (за счет сил гравитации). Далее жом перемещается в приемную камеру, где захватывается коническим шнеком и продвигается его витками к выходу из пресса. Жидкая фракция через ситовую поверхность самого шнека и цилиндрическое сито удаляется через патрубок камеры. Отжатый жом выводится из пресса через кольцевой зазор между большим по диаметру основанием конического шнека и отверстием цилиндрического сита.

Недостатком данного конструктивно-технологического решения является нерациональное пространственное расположение конического шнека в сочетании с цилиндрическим ситом, вследствие чего невозможно обеспечить эффективное прессование жома из-за разного приложения действующих на жом сил и ограниченной площади ситовой поверхности для сбора влаги. Влага из-за наклона шнека и ситового цилиндра может удаляться только в их нижней части. Кроме того, регулирование степени прессования путем изменения ширины кольцевого зазора за счет осевого перемещения шнека относительно сита также является малоэффективным и технически нерациональным.

Отечественными производителями для отжима жома предлагаются различные варианты исполнения и мощности шнековых прессов. Примером может служить пресс модели ПЖ-800. Данная модель при достаточно высокой расчетной производительности является метало- и энергоемкой и отличается, значительной высотой и массой, что с позиций технического обслуживания и ремонта может вызвать определенные трудности.

Анализ известных способов прессования жома и конструкций применяемого в промышленности жомопрессового оборудования показывает, что, несмотря на отдельные удачные технические решения и достигнутые выходные параметры, требуется проведение дополнительных разработок по совершенствованию прессов и увеличению степени влагоотделения.

Разработка конструктивно-технологической схемы компактора. При синтезе ветвей разрабатываемых компоновок пресса нами был применен метод координатно-структурного кодирования [14-18], позволяющий записать в цифровом коде любые пространственные расположения ветвей компоновки пресса-компактора и выбрать рациональный вариант по задаваемым критериям.

Анализ синтезированных ветвей компоновок показал, что конструктивно-технологические схемы с наклонным и горизонтальным расположением шнекового движителя не являются рациональными в силу следующих причин:

– горизонтальное расположение шнека не обеспечивает необходимый объем удаления влаги, так как зона для удаления ее через ситовую

поверхность может быть расположена только внизу шнека и, следовательно, ограничена небольшой площадью;

– при введении второй зоны прессования жома на выходе из шнека путем, например, установки фильеры может привести к появлению противотока продукта в шнековом движителе, что снижает производительность компактора;

– горизонтальная компоновка компактора предопределяет увеличение занимаемой площади.

Те же аргументы характерны и для наклонной компоновки, которая несколько предпочтительней по возможности более быстрого удаления влаги из зоны прессования жома, однако регулирование степени отжима путем перемещения шнека вдоль его продольной оси нельзя признать удачным техническим решением. Кроме того, силовые воздействия при прессовании жома на элементы конструкции и стыки подвижных блоков при горизонтальном или наклонном расположении шнека также не являются рациональными с позиций механики. Поэтому данные компоновки компакторов способны обеспечить только низкую степень отжима, не более 7-12%, что и подтверждается практикой использования их в промышленности [10,11].

При синтезе новой компоновки компактора учитывались следующие ограничительные требования:

– транспортирующе-прессующий шнек должен иметь форму усеченного конуса с переменным шагом витков и уменьшающимися к выходу углами их наклона;

– конический шнек по всей его высоте должна окружать коническая перфорированная вставка

– для увеличения степени отжима жома на выходе из шнека должно быть установлена многолепестковая упругая диафрагма, обеспечивающая дополнительное усилие прессования.

Разработанная схема компоновки компактора приведена на рисунке 1.

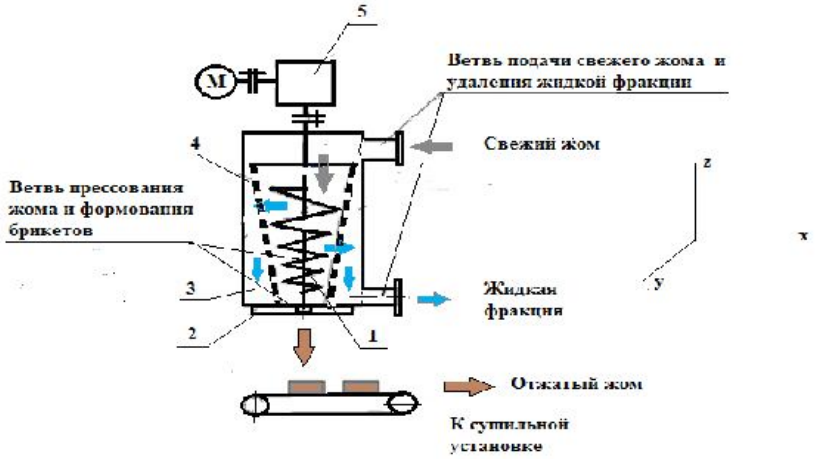


Рисунок 1 – Схема компактора с вертикальным расположением шнека
1 – конический шнек, 2 – многолепестковая диафрагма, 3 – корпус,
4 – перфорированная вставка, 5 – редуктор

Пресс-компактор содержит конический шнек 3 с переменным шагом витков. Многолепестковая диафрагма для конечного прессования жома выполнена в виде системы плоских пружин 1 (лепестков), расположенных по окружности с выходным отверстием, равным диаметру шнека. Вставка для удаления жидкой фракции 5 выполнена в виде перфорированного конуса, снабженного специальными элементами, способствующими продвижению продукта в зоне обработки и лучшему удалению жидкости (рисунок 3).

Вывод. Для дальнейших конструктивных разработок, теоретических и экспериментальных исследований был выбран вариант компоновки 2330223 3330124 0000000. Предложенное техническое решение обеспечивает наибольшую жесткость конструкции компактора при минимальных ее габаритах и занимаемой площади, двухзонное прессование жома, увеличивающее степень отжима влаги, благодаря равномерному распределению нагрузки и ее направлению по вертикальной оси шнека и по нормали к упругим лепесткам диафрагмы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. ГОСТ 26884 – 2002 Продукты сахарной промышленности. Термины и определения.

2. Флейман П.Е. Свекловичный жом и его использование. – М.: ЦИНТИПП, 1984. – С. 20–7.

3. Денщиков М.Т. Отходы пищевой промышленности и их использование. – М: Пищепромиздат, 1963. – 615 с.

4. Белостоцкий Л.Г. Образование и пути использования вторичных материальных ресурсов сахарной промышленности СССР / В.А.Лагода, А.А.Савун и др. – М.: АгроНИИТЭИПП. Серия 23.

Сахарная промышленность. Вып.3. 1988. – С. 1–5.

5. Сапронов А.Р. Технология сахарного производства. – М.: Колос, 1998. – 495с.

6. Силин П.М. Технология сахара. – М: Пищевая промышленность, 1967. – 625 с.

7. Ботов М.И. Тепловое и механическое оборудование предприятий торговли и общественного питания / В.Д. Елхина, О.М. Голованов – М: Академия, 2003. – 464 с.

8. Свекловичный жом. http://www.sugar.ru / node/14636. [Электронный ресурс].

9. Агропромышленный портал России. Прессование жома htpp://agro-portal24. ru [Эдектронный ресурс], 2017.

10. Биокомпакторы «Ecopress» для пищевых отходов с маятниковой пресс-плитой // htpp://www.crscompany.ru [Электронный ресурс], 2019.

11. Осадчий Л.М. Прессование жома и использование жомопрессовой воды / Н.В.Кульковец // Сахар, 2011, №3. – С.22–34.

12. Бабенко Д.С. Разработка способа обезвоживания свекловичного жома методом прессования в поле вибрационного воздействия // Автореферат на соискание ученой степени канд. техн. наук. – Воронеж: ВГУИТ, 2008. – 20 с.

13. Торопцев В.В. Разработка и исследование двухстадийного способа получения сока из сахарной свеклы на основе прессования и экстракции / Автореферат на соискание ученой степени канд. техн. наук. – Воронеж: ВГУИТ, 2013. – 24 с.

14. Хомяков В.С. Кодирование компоновок металлорежущих станков при их автоматизированном проектировании / В.С. Хомяков, Н.Н. Давыдов // Станки и инструмент. – 1989. – №9. – С. 8–11.

15. Хомяков В.С. Автоматизированное проектирование компоновок металлообрабатывающих станков / В.С. Хомяков, Н.Н. Давыдов // Станки и инструмент. – 1990. – №5. – С. 4–7.

16. Авраамов А.А. Станочное оборудование автоматизированного производства. Т.1. Под редакцией В.В. Бушуева. / А.А. Авраамов, В.В. Бушуев, Н.Н. Верейкин, А.А. Гаврюшин и др. – М: Станкин, 1993. – 584 с.

17. Врагов Ю.Д. Анализ компоновок металлорежущих станков. Основы компоновки. – М: Машиностроение, 1978. – 208 с.

18. Евстигнеев В.Н. Оценка компоновок станков по критерию жесткости / В.Н. Евстигнеев, З.М. Левина // Станки и инструмент. – 1984. – №11. – С.6–8.

19. Славянский А.А. Отходы сахарного производства и их использование в сельском хозяйстве / Л.В.Кирейчева, Л.В.Пузанова // Сахар, 2009, №10. – С.48–49.

20. Спичак В.В. Эффективное использование вторичных ресурсов сахарного производства / Хранение и переработка сельхозсырья, 2007, №7. – С.73–76.

Статья поступила в редакцию 18.04.2019
Статья принята к публикации 22.05.2019

УДК 664

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ДРОЖЖЕВОГО ТЕСТА, ЖАРЕННЫХ ВО ФРИТЮРЕ

© 2019

Рогозин Илья Павлович, аспирант Высшей школы биотехнологии и пищевых технологий
Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого
(194021, Россия, г. Санкт-Петербург, ул. Новороссийская, 48, e-mail: ilya199207@mail.ru)

Аннотация. В работе изложены результаты исследований, направленных на снижение поглощения жира изделиями из дрожжевого теста (пышками и пончиками) при их жарке во фритюре, за счет целенаправленного использования разрешенных пищевых добавок – гидроколлоидов. Снижение поглощения фритюрного жира, содержащего продукты его термической деструкции, не только повышает экономическую эффективность производства, но также позволяет значительно снизить в готовом продукте концентрацию токсичных продуктов термического окисления жиров. Для определения показателей безопасности готовой продукции жир выделяли из изделий, разработанным экспресс-методом твердофазной экстракции. Использование пищевых добавок в рецептуре жидкого теста позволяет снизить содержание жира в пышках примерно на 20 %, а использование специальных покрытий для изделий из плотного теста – пончиков - почти в 2,5 раза (примерно на 60%), что обеспечивает резкое улучшение безопасности продукции, пропорционально содержанию жира. При этом органолептические показатели готовых изделий по традиционным и опытным рецептурам остались высокими. В результате исследования, разработана усовершенствованная технология изготовления изделий из дрожжевого теста, позволяющая сократить поглощение фритюрного жира и повысить безопасность готовой продукции.

Ключевые слова: технология, гидроколлоиды, фритюр, изделия из теста, дрожжи, содержание жира в готовом продукте, влажность изделия, уменьшение поглощения жира продуктом.

IMPROVEMENT OF TECHNOLOGY FOR OBTAINING PRODUCTS FROM YEAST DOUGH, DEEP FRIED

© 2019

Rogozin Ilya Pavlovich, post-graduate student, Graduate school of biotechnology and food sciences Peter the
St. Petersburg Polytechnic University of Peter the Great
(194021, Russia, Saint-Petersburg, Novorossiyskay St., 48, e-mail: ilya199207@mail.ru)

Abstract. The paper presents the results of studies aimed at reducing the absorption of fat products from yeast dough (crumpets and donuts) when they are deep - fried, through the targeted use of permitted food additives-hydrocolloids. Reducing the absorption of deep fat containing products of its thermal destruction, not only increases the economic efficiency of production, but also can significantly reduce the concentration of toxic products of thermal oxidation of fats in the prepared product. To determine the safety indicators of the prepared product, the fat was isolated from the products developed by the rapid solid-phase extraction method. The use of food additives in the formulation of the liquid dough allows to reduce the fat content in the crumpets by about 20% and the use of special coatings for products from dense dough – donuts – almost 2.5 times (60 %), which provides a sharp improvement in product safety in proportion to the fat content. At the same time, organoleptic indicators of prepared products according to traditional and experienced recipes remained high. As a result of the research, an improved technology has been developed for the manufacture of products from yeast dough, which makes it possible to reduce the absorption of deep fat and increasing the safety of prepared products.

Keywords: technology, hydrocolloids, deep fryer, dough products, yeast, fat content in the finished product, product moisture, reducing the absorption of fat by the product.

Введение. За последние 10-15 лет объем мирового производства продукции, жареной во фритюре, возрос примерно в 10 раз. В России годовой объем производства продукции питания достигает более 200 тыс. тонн в год и продолжает быстро расти. Потребителей привлекают специфический вкус и аромат продукции, жареной во фритюре; производителей устраивает быстрота изготовления и высокая рентабельность производства продукции. Жарить или готовить во фритюре можно ряд продуктов, среди которых выделяются сладкие кушанья из дрожжевого теста (творожные шарики, пончики, пышки).

Вместе с тем широко распространено мнение, что потребление блюд, жареных во фритюре, небезопасно для потребителей, причем отрицательное влияние связывают с накоплением продуктов термоокислительной деструкции жира. Действительно, в клинических экспериментах на животных (белых крысах) показано, что потребление термически окисленного фритюрного жира оказывает отрицательное воздействие на органы пищеварительного тракта, изменяет в худшую сторону результаты биохимического и клинического анализов крови экспериментальных животных [1-3].

Дальнейшее развитие производства продукции, жареной во фритюре, возможно только при безусловном обеспечении безопасности этой продукции. Для этой цели был предложен ряд методов:

- использование специальных термостабильных жиров, содержащих пищевые добавки-пеногасители [4];

- очистка окисленного фритюрного жира активными адсорбентами [5,6] с последующим смешением очищенного и свежего фритюрного жира и повторным использованием полученной смеси жиров в технологическом цикле;

- применение перегретого пара для уменьшения контакта жира с кислородом и снижения поглощения фритюрного жира [7].

Одним из наиболее эффективных технологических решений этой задачи является снижение поглощения фритюрного жира готовыми изделиями за счет применения разрешенных технологическим регламентом ТР ТС 029/2012 пищевых добавок – гидроколлоидов [8-10]. Однако использование этих добавок обеспечивает необходимый технологический и экономический эффект только в том случае, когда снижение поглощения жира готовыми изделиями достигает не менее 20 % относительных по сравнению с содержанием фритюрного жира в аналогичных изделиях, выработанных без использования пищевых добавок.

Особое внимание следует обратить на выбор показателей для оценки степени термоокислительной деструкции фритюрного жира. Важнейшими из них является накопление соединений, нерастворимых в петролейном эфире [11,12,3], а также эпоксидов, которые проявляют свойства лейкотоксинов, разрушая лейкоциты и нарушая формулу крови [13-15]. В этой связи результаты ранее выполненных работ необходимо рассматривать критически в связи с тем, что они были направлены, в первую очередь, на обеспечение показателей качества, а не на улучшение безопасности готовых изделий.

Цель работы: Разработка технологии и рецептур изделий из дрожжевого теста с использованием разрешенных пищевых добавок – гидроколлоидов, для уменьшения поглощения жира готовыми изделиями.

Экспериментальная часть. Постановка эксперимента. Экспериментальную часть работы выполняли в технологических и научно-исследовательских лабораториях ВШБТиПТ СПбПУ.

Вначале подготавливали тестовые заготовки для пышек и пончиков. По традиционной технологии готовят два основных вида теста для пышек и пончиков. Пышки изготавливаются на основе жидкого теста, а пончики из густого теста.

В состав жидкого теста входят: мука, вода или молоко (1:1), сахар, дрожжи, соль, жир. В состав густого теста входят: мука, вода или молоко (1,7:1), сахар, дрожжи, яйцо, соль, жир. Контрольные образцы приготовлены по технологической карте № 1095 «Пончики», Сборника рецептур блюд и кулинарных изделий для предприятий общественного питания, 1983г и технологической карте № 52 «Донатс», Сборника рецептов, 2010г.

При изготовлении жидкого теста по экспериментальным рецептурам в его состав вводили разрешенные ТР ТС 029/2012 пищевые добавки-загустители в количестве 1,2 % от массы муки. При изготовлении полуфабрикатов пончиков из густого теста на поверхность полуфабрикатов наносили защитное покрытие – смесь разрешенных пищевых добавок, точный состав и количество которого в настоящее время не публикуются. При исследовании использования добавок, лучшими способами себя показали на пончиках – нанесение, пышек – путем ввода в тесто.

Жарку полуфабрикатов из теста проводили в электрической фритюрнице «Moulinex» вместимостью 1 дм3 фритюрного жира при температуре 180 °С в течение 4-6 мин. В перерывах между изготовлением изделий жир выдерживали при температуре не ниже 170 °С.

Объекты и методы исследования. Объектами исследования служили:

Пышки из жидкого теста по традиционной рецептуре:

Пышки из жидкого теста по экспериментальным рецептурам с добавлением загустителей – камеди ксантана или камеди гуара в количестве 1,2 % от массы муки.

Пончики из плотного теста с нанесением на их поверхность защитного покрытия из загустителя или гелеобразователя. Точный состав и масса нанесенного покрытия в настоящее время не расшифровывается в связи с оформлением предполагаемой патентной защиты.

Фритюрный жир «Санни Голд» производства ООО «Каргилл Россия» (г. Ефремово, Тульской обл.) по ТУ 9142-018-00365617-2006 «Жиры специального назначения». Жир изготовлен из рафинированного дезодорированного подсолнечного масла с высоким содержанием линолевой кислоты, которое стабилизировано разрешенными пищевыми добавками антиоксидантов и стабилизаторов.

Органолептическую оценку готовой продукции производили общепринятым методом с использованием разработанной шкалы оценок.

Влажность готового продукта определяли по ГОСТ 21094-75.

Содержание жира в готовой продукции определяли ускоренным экстракционно-весовым методом по действующему стандарту - ГОСТ Р 54607.8-2016 [16].

Для определения показателей безопасности готовой продукции жир из некоторых экспериментальных образцов выделяли специально разработанным экспресс-методом твердофазной экстракции: для выделения жира тщательно измельчают 10-30 г средней пробы готового изделия (на гомогенизаторе или кофемолке). Смешивают измельченный продукт с подготовленным осушителем (прокаленным измельченным порошком карбоната натрия, сернокислого натрия или хлористого кальция) в соотношении от 4:1 до 2:1 для возможно более полного поглощения влаги. Полученную подсушенную массу помещают в полиэтиленовый патрон для твердофазной экстракции и осторожно уплотняют поршнем для обеспечения однородного заполнения патрона. Сверху приливают небольшими порциями хлороформ (трихлорметан) в количестве 10-30 см^3

для экстрагирования жира. Скорость элюирования поддерживают примерно 1 $см^3$/мин растворителя. Конец выделения жира отмечают по исчезновению жирного следа от элюата на фильтровальной бумаге. Элюат собирают в предварительно взвешенную колбочку роторного испарителя. По окончании элюирования жира хлороформ удаляют из экстракта на роторном испарителе до исчезновения запаха хлороформа. Массу выделенного жира в колбе испарителя определяют по разности массы колбы с жиром после удаления хлороформа и массы предварительно взвешенной колбы. Исследования показали, что метод твердофазной экстракции позволяет определять содержание жира с систематической относительной погрешностью около 3 - 5 % от содержания жира в исследуемом образце. Продолжительность подготовки и элюирования образца жира составляет 60-70 мин в зависимости от массы исследуемого образца

В выделенном жире определяли содержание сопряженных диенов по ГОСТ Р 54607.3-2014, п. 6.4 [17]. По полученным данным рассчитывали содержание в этом жире продуктов окисления, нерастворимых в петролейном эфире (СНПЭ) [18,19].

Содержание в жире эпоксидов определяли по методике [20,21].

Результаты и их обсуждение. При органолептической оценке готовые изделия по традиционным и опытным рецептурам были оценены на «хорошо» и «отлично».

Результаты определения содержания жира и влаги в изделиях приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Определение фактического содержания жира и влаги в пышках и пончиках, выработанных по традиционным и экспериментальным рецептурам

Наименование образца	Влажность, %	Массовая доля жира, %
Пончик классический	32,0	17,4
Пончик классический с нанесением защитного покрытия	40,0	7,1
Пышка классическая	42,3	30,5
Пышка классическая с добавлением камеди ксантана	43,5	23,7
Пышка классическая с добавлением камеди гуара	41,5	24,1

При оценке изделий по экспериментальным рецептурам дегустаторы отмечали более «свежий», «легкий» вкус, что связано с более низким содержанием жира в изделиях, а так же повышением влажности готовых изделий. Не было отмечено пороков вкуса.

Как следует из приведенных данных, использование добавок камеди гуара или камеди ксантана в количестве 1,2 % к массе жидкого теста при изготовлении пышек позволяет уменьшить содержание жира в готовых изделиях на 21-22 % по сравнению с традиционной технологией. Использование защитного покрытия по разработанной рецептуре при изготовлении пончиков из густого теста позволяет снизить содержание жира в готовых изделиях с 17,4 % по традиционной технологии до 7,1 %, то есть почти в 2,5 раза.

При исследовании жира, выделенного из готовых изделий экспресс-методом твердофазной экстракции, было установлено, что в готовых изделиях содержание токсичных продуктов окисления практически пропорционально содержанию в них жира. В начальный период использования фритюрного жира содержание токсичных продуктов окисления как в контрольных, так и в экспериментальных изделиях не очень велико, так как в исходном фритюрном жире «Санни Голд» массовая доля СНПЭ составляла 0,17 % к массе жира и содержание эпоксидов 9,8 ммоль/кг жира. В соответствии с разработанной схемой производственного контроля максимальная массовая доля СНПЭ во фритюрном жире допускается не более 1 %, максимальное содержание эпоксидов не более 65 ммоль/кг жира. Именно в этот период получается продукция с максимально допустимым содержанием продуктов окисления жира в изделиях и производится плановая замена использованного фритюрного жира свежим.

В это время в контрольных изделиях – пышках массовая доля СНПЭ достигает не более 0,30 % от массы изделия, содержание эпоксидов не более 19 ммоль/ кг изделия. Соответственно в экспериментальных образцах массовая доля СНПЭ составляет не более 0,24 % от массы изделия, содержание эпоксидов не более16 ммоль/кг изделия.

В контрольных изделиях-пончиках массовая доля СНПЭ достигает не более 0,17% к массе изделия, содержание эпоксидов не более 11 ммоль/ кг изделия. В экспериментальных образцах пончиков массовая доля СНПЭ достигает не более 0,07 % к массе изделия, содержание эпоксидов не более 5 ммоль/ кг изделия.

Таким образом, усовершенствованная технология производства изделий из дрожжевого теста, жареного во фритюре, с использованием разрешенных техническим регламентом ТР ТС 029/2012 пищевых добавок-загустителей позволяет значительно снизить содержание в готовой продукции фритюрного жира и продуктов его термо-окислительной деструкции.

Выводы. Разработана усовершенствованная технология изготовления изделий из дрожжевого теста (пышек и пончиков), позволяющая существенно сократить поглощение фритюрного жира при изготовлении продукции. Улучшенная технология производства позволяет не только значительно уменьшить расход фритюрного жира при изготовлении изделий, но, главное, повысить их безопасность в результате снижения попадания в изделия продуктов окислительной порчи жира.

Состав и технология нанесения защитного по-

крытия на полуфабрикат для пончиков является предметом предполагаемой патентной защиты.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Симакова И.В. Воздействие фритюрных жиров на состав крови подопытных животных. / И.В. Симакова, Р.Л. Перкель // Сборник научных трудов СПбТЭИ «Теоретические и прикладные вопросы развития технологии продуктов и организации общественного питания». – СПбТЭИ. – 2009. – С. 42–47.

2. Макарова А.Н. Исследование влияния на организм закусочных и сдобных мучных кондитерских изделий при их длительном потреблении по клиническому анализу крови./ А.Н. Макарова, И.В. Симакова, Р.Л. Перкель // «Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов». – 2011 – №3(8). – С .67–74.

3. Симакова И.В. Интенсивность патологических изменений в организме животных в зависимости от степени окисления пальмового масла. Тезисы доклада на Всероссийском конгрессе нутрициологов. М., 04-06 июня 2016 / И.В. Симакова, В.В. Закревский, Р.Л. Перкель, М.Н. Куткина // Вопросы питания, 85, №2, 2016, С. 36.

4. ТУ 9142-018-00365617-2006 «Жиры специального назначения».

5. Yates R.A. Adsorptive Capacity of Active Filter Aids for Used Cooking Oil/ R.A. Yates, J.D. Caldwell// JAOCS, 69, N9, 1992, 894-897.

6. Cooke B.S. Adsorbent Treatment of Frying Oil: Commercial Frying Case Study. // Abstracts World Conference and Exhibition on Oilseed and Vegetable Oil Utilization, General Session 111: Frying Oils/ Oil Stability. 14-16.08/2006, Istanbul, Turkey.

7. Primo-Martin C. Deep-fat fried battered snacks prepared using super heated steam (SHS): Crispness and low oil content/ C. Primo-Martin, H. van Deventer // Food Research International. – 2011.– v. 44. – p. 442–448.

8. Васькина В.А. Использование гидроколлоидов в качестве поверхностных антижировых барьеров / В.А. Васькина, Н.А. Львович, Т.С. Вайншенкер // Кондитерское и хлебопекарное производство. – 2014. – №1–2, С.18–21.

9. Львович Н.А. Влияние гидроколлоидов на физико-химические свойства мучных кондитерских изделий «Чак-чак» и фритюрных жиров при обжаривании / Н.А. Львович, В.А. Васькина, В.Г. Байков, А.В. Самойлов, Н.Б. Кондратьев // Кондитерское производство. – 2011. – №6. – С. 23–26.

10. Varela P. Hydrocolloids in Fried Foods. A Review / P. Varela, S.M. Fiszman // Food Hydrocolloids – 2011, v. 25. – p. 1801–1812.

11. Определение суммарного содержания продуктов окисления, нерастворимых в петролейном эфире / «Руководство по методам исследования, технохимическому контролю и учету производства в масложировой промышленности», том 1, книга вторая. Под общей редакцией докторов техн. наук В.П. Ржехина и А.Г. Сергеева, Л., ВНИИЖ, 1967, с. 1007.

12. Бренц М.Я. Исследование изменений растительных масел в процессе термической обработки в них продуктов на предприятиях общественного питания: дисс. … канд. тех. наук. – М., 1965. – 152 с.

13. Greene J.F. Toxicity of epoxy acids and related compounds to cells expressing human soluble epoxide hydrolase / Greene, J.F. [et al.] // Chem. Res. Toxicol., – 2000. – v. 13. – p. 217–226.

14. Goicoechea E. Analysis of hydroperoxydes, aldehydes and epoxydes by 1H nuclear magnetic resonance in sunflower oil oxidized at 70 and 100 oC. / Goicoechea, E., Guillen, M.D. // J. Agric. Food Chem. – 2010. – v. 58. – p. 6234–6245.

15. Marmesat S. Quantitative determination of epoxy acids, keto acids and hydroxyl acids formed in fats and oils at frying temperatures / S. Marmesat, J. Velasco, M.C. Dobarganes // Journal of Chromatography A, 1211 (2008), 129–134.

16. ГОСТ Р 54607.8-2016. Услуги общественного питания. Методы лабораторного контроля продукции общественного питания. Часть 8. Ускоренные методы контроля. М., Стандартинформ, 2016, п. 7.3. Ускоренный экстракционно-весовой метод определения жира.

17. ГОСТ Р 54607.3-2014. Услуги общественного питания. Методы лабораторного контроля продукции общественного питания. Часть 3. Методы контроля соблюдения процессов изготовления продукции общественного питания. М., Стандартинформ, 2015, п. 6.4. Спектрофотометрический метод определения степени термического окисления жира.

18. Рогозин И.П. Кинетика изменения показателей безопасности жира при жарке во фритюре фруктов и овощей в кляре / И.П. Рогозин, Н.С. Елисеева, Р.Л. Перкель, И.В. Симакова // Технология и продукты здорового питания. Материалы X Международной научно-практической конференции, посвященной 20-летию кафедры «Технологии продуктов питания», 100-летию факультета ветеринарной медицины, пищевых и биотехнологий»/ Под ред. И.В. Симаковой, Саратов, 2018, С. 73–81.

19. Рогозин И.П. Кинетика изменения показателей безопасности жира при жарке во фритюре полуфабрикатов из теста / И.П. Рогозин , Р.Л. Перкель, И.В. Симакова // Актуальная биотехнология, №3 (26), 2018, С. 466–470.

20. Авторское свидетельство СССР №1040914, МПК7 G 01 N 33/02, G 01N 31/02. Способ количественного определения эпоксигрупп в жирах/. Стопский В.С., Н.Л. Меламуд, Г.Е. Куличенко, Ф.Б. Эстрина / Заявитель: Научно-производственное объединение «Масложирпром».

21. Tavassoli-Kafrani M.H. The use of ATP-FTIR Spectroscopy to Measure Changes in the Oxirane Content and Iodine Value of Vegetable Oils during Epoxidation / M.H. Tavassoli-Kafrani, F.R. van de Voort, J.M. Curtis// European Journal of Lipid Science and Technology. Doi: [10.1002/ ejlt. 201600354].

Статья поступила в редакцию 25.03.2019
Статья принята к публикации 22.05.2019

УДК 614.7

БЕЗОПАСНОСТЬ ШЛАМОНАКОПИТЕЛЕЙ С ТОКСИЧНЫМИ СТОЧНЫМИ ВОДАМИ

© 2019

Васильева Елена Викторовна, кандидат технических наук,
доцент кафедры «Общеинженерные дисциплины»
Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) им. М.И. Платова
(346428, Россия, г. Новочеркасск, ул. Просвещения, 132, e-mail:karalenka5@yandex.ru)
Фёдоров Виктор Матвеевич, доктор технических наук,
профессор кафедры «Техносферная безопасность и природообустройство»
Новочеркасский инженерно-мелиоративный института им. А.К. Кортунова (Донской ГАУ)
(346428, Россия, г. Новочеркасск, ул. Пушкинская, 111, e-mail:karalenka5@yandex.ru).
Яковенко Елена Александровна, кандидат сельскохозяйственных наук,
доцент кафедры «Общеинженерные дисциплины»
Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) им. М.И. Платова
(346428, Россия, г. Новочеркасск, ул. Просвещения 132, e-mail:karalenka5@yandex.ru)

Аннотация. Данная статья освещает вопросы безопасности окружающей среды. Авторами рассмотрена проблема загрязнения водоёмов и почв токсичными сточными водами различных предприятий, таких как заводы по производству удобрений, предприятия по переработке свинцовых и никелевых руд, посредством фильтрации через шламонакопитель. При недостаточной гидроизоляции шламонакопителя токсичные сточные воды проникают в почву и наносят значительный ущерб. Для предотвращения чрезвычайной ситуации, авторами предложено техническое решение, а именно в качестве гидроизоляции дна шламонакопителя, использовать грунтосмесь с повышенными прочностными качествами. Проведены исследования, в результате которых получены математическая модель и геометрический образ прочности затвердевшей грунтосмеси через 28 суток твердения и полного водонасыщения, а также испытания на морозостойкость спустя 50 циклов замораживания и оттаивания. В результате проведения исследований установлено повышение прочности грунтобетона при уменьшении количества грунта в составе грунтосмеси, увеличении расхода цемента и высевки. Предложены равнопрочные составы грунтосмесей, позволяющие варьировать ее компонентами в определенных соотношениях. Повышение прочности дна шламонакопителей предотвратит просачивание жидкой фазы стоков, включающие и токсичные вещества и снизит вероятность возникновения чрезвычайной ситуации.

Ключевые слова: безопасность, охрана окружающей среды, загрязнение воды и почвы, токсичные сточные воды, шламонакопитель, грунтосмесь, прочность.

THE SAFETY OF THE TAILINGS POND WITH TOXIC SEWAGE

© 2019

Vasilyeva Elena Viktorovna, candidate of technical Sciences,
associate Professor of the Department “General Engineering disciplines”
South-Russian State Polytechnic University (NPI). M.I. Platov
(346428, Russia, Novocherkassk, Prosvescheniya St., 132, e-mail: karalenka5@yandex.ru)
Fedorov Victor Matveevich, doctor of technical Sciences,
Professor of the Department “Technosphere safety and environmental engineering”
Novocherkassk engineering-meliorative Institute. A.K. Kortunov (the Don GAU)
(346428, Russia, Novocherkassk, Pushkinskaya St., 111, e-mail: karalenka5@yandex.ru)
Yakovenko Elena Alexandrovna, candidate of agricultural Sciences,
associate Professor of the Department “General Engineering disciplines”
South-Russian State Polytechnic University (NPI). M. I. Platov
(346428, Russia, Novocherkassk, Enlightenment St. 132, e-mail: karalenka5@yandex.ru)

Abstract. This article covers the issues of environmental safety. The authors consider the problem of pollution of water bodies and soils with toxic waste water of various enterprises, such as fertilizer plants, enterprises for processing lead and Nickel ores, through filtration through sludge accumulator. With insufficient waterproofing of the sludge collector, toxic waste water penetrates into the soil and causes significant damage. To prevent an emergency situation, the authors proposed a technical solution, namely as a waterproofing of the bottom of the sludge collector, use a primer with increased strength qualities. Studies have been carried out, which resulted in a mathematical model and a geometric image of the strength of the hardened soil mixture after 28 days of hardening and full water saturation, as well as tests for frost resistance after 50 cycles of freezing and thawing. As a result of the research, the increase in the strength of the ground concrete with a decrease in the amount of soil in the composition of the soil mixture, an increase in the consumption of cement and seeding. Proposed strength equal to the composition of the soil mixture, which allows to vary its components in certain ratios. Increasing the strength of the bottom of

the sludge collectors will prevent leakage of the liquid phase of the effluent, including toxic substances and reduce the likelihood of an emergency.

Keywords: safety, environmental protection, water and soil pollution, toxic waste water, sludge collector, soil mixture, strength.

Введение. Проблема охраны окружающей среды и сохранения природных ресурсов находится в центре внимания мировой общественности. От успешного ее решения зависит судьба человечества.

Токсичные сточные воды заводов по производству сернокислотных и азотно-туковых удобрений, предприятий по переработке цинковых, свинцовых и никелевых руд, содержащие соли, щелочи, свинец, мышьяк, кадмий и другие вредные компоненты могут существенно навредить окружающей природной среде [1-6]. Немалый урон природе могут нанести и сточные воды нефтехимических, нефтеперерабатывающих коксохимических заводов, предприятий, органических красителей, содержащие в своем составе фенолы, нефтепродукты, высшие спирты, альдегиды и другие токсичные соединения. Сточные воды различной токсичности и разной степенью вредного воздействия на окружающую природную среду поступают в шламонакопители промышленных предприятий. Поэтому, техническому состоянию шламонакопителей уделяют особое внимание, поскольку они представляют потенциальную опасность для загрязнения водоёмов, почв, воздушного бассейна, подземных вод. Шламонакопители используют и для сбора дождевых вод с территории промышленных площадок ряда предприятий, прежде всего химических. При определенных обстоятельствах для минимизации вреда окружающей среде ливневый сток также аккумулируют в специальных шламонакопителях [7-11].

Для снижения или полного прекращения просачивания из шламонакопителя жидкой фазы стоков вместе с растворенными в ней токсичными веществами или химикатами, ложе накопителя защищают обычным или усиленным (в особых случаях) экраном. Наибольшее применение получили грунтопленочные конструкции. Однако, из-за повреждаемости пленки при выполнении строительных работ они не отличаются высокой надежностью. Предлагается для защиты (гидроизоляции) чаши шламонакопителя использовать грунтобетон, полученный из смеси грунта, цемента, высевки и золы, взятых в определенных пропорциях и оптимальной влажности смеси.

Материалы исследования. Подготовка грунтовой смеси, включающая дозировку и смешивание компонентов, производилась в специально изготовленной для смешивания сыпучих материалов ёмкости, в которую к предварительно измельченному грунту добавляли высевку, цемент, золу и воду. Послойная загрузка грунтовой смеси в металлическую пресс-форму, имеющей вид цилиндра, моделировала укладку грунтосмеси на поверхность чаши накопителя (рисунок 1).

Рисунок 1 – Укладка грунтовой смеси в форму

Далее, в пресс-форме цилиндрического типа с двумя стальными вкладышами производили формование цилиндрических образцов, имеющих высоту и диаметр 50 мм (рисунок 2). После 28 суток твердения и полного насыщения водой, а так же 50 циклов попеременного замораживания и оттаивания, их (образцы) подвергали прочностным испытаниям.

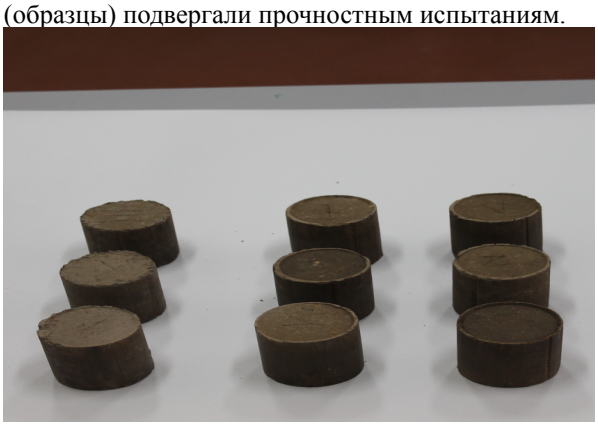


Рисунок 2 – Стандартные образцы-цилиндры

Формовали цилиндрические образцы прессованием, что соответствовало послойному уплотнению грунтовой смеси катками (или вальцевой трамбовкой), уложенной на дно или борта шламонакопителя.

Рациональное расходование цемента за счет оптимальной дозировки других составляющих смеси (высевки, золы, грунта) является весьма актуальной задачей, так как будет способствовать расширению сырьевой базы для реального промышленного внедрения предлагаемых технологий. Разумеется, это требует широкомасштабного использования точных математических подходов, где изменяя исходные данные и варьируя составом грунтовых смесей, получают необходимые параметры прочностных свойств, удовлетворяющих требованиям грунтобетона на поверхности чащи шламонакопителя [12-14].

При исследовании использован двухфакторный

симплекс-суммируемый план второго порядка в основе которого правильный многоугольник с шестью вершинами. В планируемом эксперименте предусматривалось варьирование следующих изучаемых факторов: X_1 – расход цемента (Новороссийский портландцемент М400), % от общей массы смеси; X_2 – расход грунта (суглинок легкий),% от общей массы смеси.

Все компоненты грунтосмеси, участвующие в эксперименте были выбраны на основании данных об обоснованном дозировании аналогичных составляющих грунтобетона [12]. Для экономного расходования цемента, а так же для решения проблемы утилизации промышленных отходов была использована зола с электрофильтров ГРЭС (Ростовская область, г.Новочеркасск), а с целью увеличения прочностных свойств грунтобетона добавлен отсев камнедробления известняка с модулем крупности 2,98.

Ниже, в таблице 1, указаны данные кодирования и варьирования переменных (факторов) с соблюдением следующих условий:

-сумма цемента и золы в опытах равна 15%

-сумма грунта и высевки в опытах равна 85%.

На рисунке 3 приведена графическая интерпретация вышеуказанного плана. Ниже, в таблице 2 приведены данные по коэффициентам регрессионного уравнения, подсчитанным по известным зависимостям [12].

Таблица 1 – Варьирование и кодирование переменных

Факторы	Код	Основной уровень, (0)	Интервал ΔX_j	Нижний уровень, (–)	Верхний уровень, (+)
1	2	3	4	5	6
Портландцемент Новороссийский, М400	X_1	9,0	6,0	3,0	15,0
Суглинок легкий, слабопроницаемый	X_2	62,5	22,5	40,0	85,0

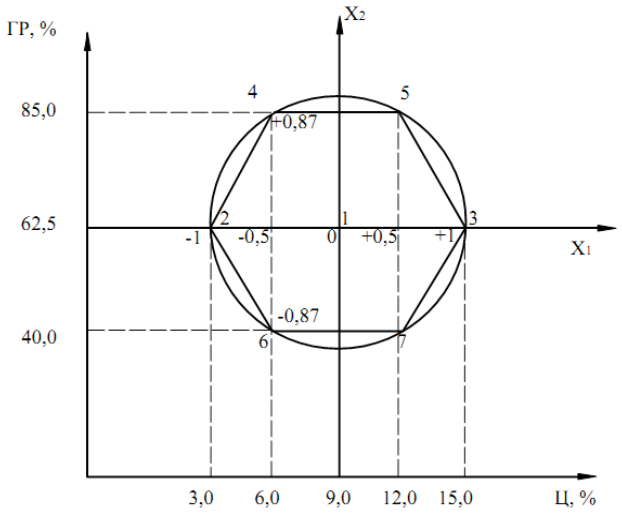


Рисунок 3 – Симплекс-суммируемый план по типу правильного шестиугольника

Таблица 2 – Коэффициенты уравнения регрессии

b_0	b_1	b_{12}	b_2	b_{11}	b_{22}
13,21	4,90	0,83	-2,09	-3,20	-1,56

В результате получаем регрессионное уравнение для прочности испытываемых цилиндрических образцов грунтобетона спустя 28 суток твердения и полного влагонасыщения:

$$y_R = 13{,}21 + 4{,}90X_1 - 2{,}09X_2 - 3{,}2X_1^2 - 1{,}56X_2^2 + 0{,}83X_1X_2 \quad (1)$$

Испытания образцов-цилиндров проводились согласно стандартным при проведении такого эксперимента – трижды повторялся каждый опыт, после чего оценивалась дисперсия по воспроизводимости, которая составила $S^2_{эк} = 0{,}15$.

Коэффициенты уравнения проверялись на значимость, при этом необходимо было учесть коэффициенты для оценки ошибок и критерий Стьюдента t = 1,761. Ниже представлена таблица расчета ошибок коэффициентов (таблица 3), после чего произведен регрессионный анализ модели (таблица 4).

Таблица 3 – Расчёт ошибок коэффициентов регрессионного уравнения

$b_м$	b_0	b_i	b_{ii}	b_{ij}
T_i	1,0	0,58	1,22	1,2
$T_i \cdot S_{эv}$	0,39	0,22	0,47	0,45
$t \cdot T_i \cdot S_{эv}$	0,68	0,39	0,84	0,79

Таблица 4 – Регрессионный анализ модели

$b_м$	Начальная модель	$b_{кр}$	Конечная модель	ijy	b_{ij}(ijy)
b_0	13,21	0,68	13,21	78,19	1032,9
b_1	4,90	0,39	4,90	14,69	71,90
b_2	-2,09	0,39	-2,09	-6,28	13,10
b_{11}	-3,20	0,84	-3,20	31,26	-100,0
b_{22}	-1,56	0,84	-1,56	33,72	-52,60
b_{12}	0,83	0,79	0,83	0,62	0,52

Сумма квадратов равна 966,18.

Определенный результат каждого выполненного опыта возводим в квадрат и полученные значения суммируем:

$$(yy) = 174,5 + 30,1 + 211,1 + 39,1 + 159,3 + 111,9 + 240,6 = 966,6$$

Производим проверку адекватности модели при риске $\alpha = 0,05$, и числе степеней свободы $f_{на} = 7 - 6 = 1$ и $f_{эv} = N(n-1) = 14$

$$SS_{на} = (yy) - (SS_{мод} + SS_{эv}) = 966,6 - 966,18 = 0,42$$

– дисперсия неадекватности

$$S^2_{на} = \frac{SS_{на}}{f_{на}} = \frac{0,42}{7-6} = 0,42,$$

– критерий Фишера:

$$F_Q = \frac{S^2_{на}}{S^2_{эv}} = \frac{0,42}{0,15} = 2,80,$$

$$F_a = 2,8 < F_T = 4,62$$

Данные вычисления позволяют сделать вывод, что полученная модель адекватна результатам экспериментальных исследований при риске α=0,05. Анализ модели (1) выполним после выявления её типа и построенного геометрического образа. Поэтому, взяв за основу общую теорию поверхностей второго порядка [5], принимем:

$$b_0 - y = a_0;\ b_{ij} = 2a_{ij};\ b_i = 2a_i;\ b_{ii} = a_{ii} \quad (2)$$

Инварианты правой второго порядка имеют вид:

– сумма коэффициентов при квадратичных членах:

$$S = b_{11} + b_{22} = -3,20 - 1,56 = -4,76$$

– матрица из коэффициентов при старших членах:

$$\delta = \begin{vmatrix} b_{11} & 0,5b_{12} \\ 0,5b_{12} & b_{22} \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} -3,2 & 0,415 \\ 0,415 & -1,56 \end{vmatrix} = 4,80 \quad (3)$$

– матрица третьего порядка, из всех коэффициентов:

$$\Delta = \begin{vmatrix} b_{11} & 0,5b_{12} & 0,5b_1 \\ 0,5b_{12} & b_{22} & 0,5b_2 \\ 0,5b_1 & 0,5b_2 & b_0 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} -3,2 & 0,415 & 2,45 \\ 0,412 & -1,56 & -1,05 \\ 2,45 & -1,05 & 13,21 \end{vmatrix} = 74,40 \quad (4)$$

Используя инварианты (2), (3) и (4), приведём уравнение (1) к приемлемой для анализа и геометрического отображения канонической форме:

$$\lambda_1 \bar{X}^2_1 + \lambda_2 \bar{X}^2_{21} + C = 0 \quad (5)$$

Вычислим через инварианты коэффициенты канонической формы:

$$C = \frac{\Delta}{\delta} = \frac{74,40}{4,80} = 15,44 \quad (6)$$

$$\lambda_{1,2} = \frac{S}{2} \pm \sqrt{\frac{S^2}{4} - \delta} = -2,38 \pm 0,92$$

$$\lambda_1 = -1,46;\ \lambda_2 = -3,30; \quad (7)$$

Переход к уравнению (5) с геометрической точки зрения означает перемещение начала координат в центр поверхности (кривой) и поворот их на определенный угол до совмещения с главными осями поверхности (кривой) второго порядка.

Принимая во внимание (6) и (7) каноническая интерпретацию регрессионного уравнения (1) будет иметь вид:

$$-1,46\bar{X}^2_1 + 3,30\bar{X}^2_{21} + 15,44 = R_{28} \quad (8)$$

а координаты центра поверхности отклика будут вычислены по формулам:

$$\bar{X}_{01} = \frac{\begin{vmatrix} -0,5b_1 & 0,5b_{12} \\ -0,5b_2 & b_{22} \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} b_{11} & 0,5b_{12} \\ 0,5b_{12} & b_{22} \end{vmatrix}} = \frac{\begin{vmatrix} -2,45 & 0,415 \\ 1,05 & -1,56 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} -3,2 & 0,415 \\ 0,415 & -1,56 \end{vmatrix}} = 0,702 \quad (9)$$

По соотношению к первоначальной оси, тангенс угла поворота новой оси:

По канонической форме (8) полуоси эллипсов определяются из нижеследующих соотношений:

$$a = \sqrt{\frac{15,44 - R_{28}}{1,46}};\ b = \sqrt{\frac{15,44 - R_{28}}{3,3}} \quad (10)$$

Принимая для функции отклика шаг $\Delta\widehat{y_R} = 1,0$, получим семейство сечений, с проекциями на факторную плоскость в виде эллипсов с осями, определяемыми по зависимостям (10).

Для R_{28}=15,4;

$$a = \sqrt{\frac{15,44 - 15,4}{1,46}} = 0,17;\ b = \sqrt{\frac{15,44 - 15,4}{3,3}} = 0,11;\ \text{и тд.}$$

Результаты исследований. Оценка регрессионной матмодели позволяет сделать следующее заключение:

- с увеличением расхода цемента и высевки увеличивается и прочность грунтобетона;

-для получения оптимальных прочностных свойств грунтобетона необходимо обеспечить расход цемента в диапазоне 8-10%, а количество высевки – 25-30% от массы грунтовой смеси;

- для достижения требуемой прочности допустимо уменьшить расход цемента в составе грунтовой смеси, увеличивая при этом расход отсева камнедробления (высевки), соблюдая при этом следующие условия: цемент+зола=15%,суглинок +высевка=85%;

-согласно полученным данным отход камнедробления (высевки) в составе грунтосмеси, рекомендуется использовать в диапазоне от 20% до 40%, а золы от 4 до 6% от массы грунтовой смеси.

Далее, составлена таблица, по материалам исследований полученных образцов грунтобетона на прочность спустя 4 недели твердения, и после 50 циклов попеременного замораживания и оттаивания. Циклы предусматривали последовательное выполнение следующих процессов. Первоначально, образцы-цилиндры замораживали на протяжении 4 часов в морозильной камере при температуре (-20)°С. Затем, путем их погружения на 4 часа в пресную воду с температурой 18-20°С, производили оттаивание образцов. После 50 циклов попеременного замораживания-оттаивания, определяли прочность цилиндрических грунтобетонных образцов на сжатие. Также осуществлялась проверка образцов по критерию морозостойкости. Данный критерий был соблюден, так как $(R_{мор}/R_{28}) > 0,9$ [13,15,16].

Таблица 5 – Испытание образцов на сжатие и оценка критерия морозостойкости

Расход компонентов, % от массы грунтовой смеси				Прочность, МПа		Коэффициент морозостойкости, $R_{мор}/R_{28}$
портланд-цемент	суглинок	отход камнедробления известняка	зола	через 28 суток твердения и полного водонасыщения, R_{28}	после 50-ти циклов замораживания и оттаивания, $R_{мор}$	
12	55	30	3	15,31	14,85	0,97
12	85	0	3	11,70	9,24	0,79
10	55	30	5	14,30	13,73	0,96
10	85	0	5	10,57	8,14	0,77
8	55	30	7	12,72	12,21	0,96
8	85	0	7	8,85	6,55	0,74

Таким образом, для обеспечения повышенной прочности водостойкости и морозостойкости экрана шламонакопителя и защиты от фильтрационных просачиваний жидкой фазы стоков из чаши шламонакопителя в почву, подземные и поверхностные водные источники, рекомендовано использование грунтобетона с добавлением высевки (отхода камнедробления известняка), которое позволит увеличить прочность и морозостойкость грунтобетонного экрана в среднем на 30-35% и на 20-25 % соответственно.

Выводы. Техническому состоянию шламонакопителей с токсичными сточными водами уделяют особое внимание, поскольку просачивание вредных веществ из чаши накопителя в почву, грунтовые и поверхностные воды нанесет непоправимый урон здоровью человека и урон окружающей среде. В связи с этим, гидроизоляцию чаши накопителя рекомендовано производить грунтобетоном, предотвращающим проникновение токсичных стоков в окружающую среду и обеспечивающим безопасную эксплуатацию шламонакопителя. Обусловлено это прочностью грунтобетонной гидроизоляции чаши, а 13-15Мпа, критериям ее морозостойкости >0,9, повышенной водостойкостью и непроницаемостью, что предотвратит просачивание жидкой фазы стоков, включающие и токсичные вещества, сквозь борта и днище накопителей и снизит вероятность возникновения чрезвычайной ситуации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Особенности выбора методов одноступенчатого обезжелезивания и демангации подземных вод / А.А. Аскерния [и др.] // ВСТ.2015. №1. С22–28.

2. Медведева В.М., Пирогов Е.Н., Семеновых В.А. Инновационные технологии очистки воды // Безопасность жизнедеятельности на транспорте. 2015. №1. С.32–38.

3. Комов В.Э. Проблема экологического состояния подземных вод в шахтерских регионах // Российская наука и образование сегодня: Проблемы и перспективы. 2016. №3(10). С.61–63.

4. Алексеев С.Е., Алексеева Л.П., Курова Л.В. Оценка эффективности различных реагентов при очистке подземных вод от железа и органических веществ // ВСТ.2016. №1. С.5–14.

5. Бухтияров В. И. Проблемы защиты водного бассейна от воздействия субъектов топливного рынка // Материалы международной конф. «Экологическая и пожарная безопасность современных АЗС».

– М., 1998. – С. 86–89.

6. Отчет «Экологическое обоснование схемы отведения и очистки ливневых вод с мостовых переходов и полотна автомобильной дороги». Руководитель работы Ю.П. Богданов. СПб.: Санкт-Петербургский научноисследовательский институт Академии коммунального хозяйства им. К.Д. Памфилова, 2001.

7. Тяжелые металлы и их соединения. Экология. Справочник. URL: http://ru-ecology.info/ (дата обращения 24.05.2015).

8. Справочник по современным технологиям очистки природных и сточных вод и оборудованию / Kruger International Consult A/S, Denmark, V. F. Karpuhin. – Copenhagen: Ministry of Environment and Energy, Danish Environment Protection Agency, Printed by Schultz Grafiks, 2001. – 253 p.

9. Репин Б.Н., Русина О.Н., Афанасьева А.Ф. Биологические пруды для очистки сточных вод пищевой промышленности. – М.: Пищевая промышленность, 1999. – 207 с.

10. Линник П.Н., Искра И.В. Роль растворенных органических веществ в миграции цинка, свинца и кадмия в водохранилищах Днепра // Водные ресурсы. – 1997. – Т. 24. – № 4. – С. 494–502.

11. Линник П.Н., Васильчук Т.А., Зубенко И.Б. Роль донных отложений во вторичном загрязнении водной среды водохранилищ органическими веществами и тяжелыми металлами // Химия и технология воды. – 1999. – Т. 21. – № 1. – С. 30–46.

12. Вознесенский В.А. Статистические методы планирования эксперимента в технико-экономических исследованиях. – М.: Финансы и статистика, 1981. – 262 с.

13. Горелышев Н.В. Материалы и изделия для строительства дорог / Н.В. Горелышев, И.Л. Гурячкова, Э.Р. Пинус. – М.: Транспорт, 1986. – 287 с.

14. Иванов, Е.С. Организация и технология ремонтных работ на мелиоративных системах / Е.С. Иванов, Г.П. Ачкасов. – М.: Колос,1997. – 262 с.

15. Патент 120423, РФ. Грунтовая плотина / Е.В. Васильева; 2011148378; заявл. 28.11.11; опубл. 20.09.12. – Бюл. № 26.

16. Баженов Ю.М. Перспективы применения математических методов в технологии сборного железобетона / Ю.М. Баженов, В.А. Вознесенский. – М.: Стройиздат, 1968. – 192 с.

Статья поступила в редакцию 10.04.2019
Статья принята к публикации 22.05.2019

УДК 614.84

ПРОГРАММА ПОВЫШЕНИЯ УРОВНЯ ГРАМОТНОСТИ ДЕТЕЙ В ОБЛАСТИ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

© 2019

Виноградов Олег Станиславович, кандидат технических наук, доцент,
доцент кафедры «Защита в чрезвычайных ситуациях»
Московский государственный университет технологий и управления им. К.Г. Разумовского (Первый казачий университет)
(440006, Россия, г. Пенза, ул. Володарского 6, e-mail: fox-bbs@mail.ru)

Виноградова Наталья Александровна, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Защита в чрезвычайных ситуациях»
Московский государственный университет технологий и управления им. К.Г. Разумовского (Первый казачий университет)
(440006, Россия, г. Пенза, ул. Володарского 6, e-mail: woinova53@mail.ru)

Буренчева Елена Игоревна, магистрант кафедры «Защита в чрезвычайных ситуациях»
Московский государственный университет технологий и управления им. К.Г. Разумовского (Первый казачий университет)
(440006, Россия, г. Пенза, ул. Володарского 6)

Оськин Виталий Сергеевич, магистрант кафедры «Защита в чрезвычайных ситуациях»
Московский государственный университет технологий и управления им. К.Г. Разумовского (Первый казачий университет)
(440006, Россия, г. Пенза, ул. Володарского 6)

Книгин Максим Николаевич, магистрант кафедры «Защита в чрезвычайных ситуациях»
Московский государственный университет технологий и управления им. К.Г. Разумовского (Первый казачий университет)
(440006, Россия, г. Пенза, ул. Володарского 6)

Аннотация. В статье рассматривается проблема повышения уровня грамотности детей, родителей и персонала дошкольных и учебных заведений в области пожарной безопасности. Приведена программа повышения уровня грамотности. Пожары в дошкольных и учебных заведениях являются чрезвычайно опасными ситуациями, осложненными наличием большого количества несовершеннолетних. Поэтому администрации и всему персоналу подобных учреждений следует серьезно относиться к вопросам безопасности детей. Актуальность данной статьи заключается в том, что она акцентирует внимание на проблеме необходимости обучения детей элементарным правилам безопасности. Особо остро данный вопрос стоит в учебных учреждениях. Пожар могут вызвать неисправные отопительные устройства и их неправильное или небрежное использование, дефекты электробытовых приборов, неосторожное обращение с огнем, некачественная проводка, умышленный поджог, молнии и другие природные явления. В любом случае, могут пострадать дети, поэтому их следует тщательно информировать о порядке действий в случае обнаружения возгораний. Несмотря на то, что сейчас повсеместно дается информация о правилах поведения в случае пожара, до детей это доводится лишь в виде того, что они должны «слушаться взрослых и выполнять их указания». Проблема заключается в том, что иногда дети сами могут спровоцировать пожар и оказаться в ситуации, когда взрослых рядом не окажется. Программа обучения позволяет не только обучить порядку действий при пожаре, но и выработать определенные понятия об опасности. Кроме того, занятия, проводимые в виде игр и тренингов, идут с разъяснением, почему нельзя производить определенные действия с определенными предметами. Данный блок разработан с привлечением профессиональных детских психологов. Особое место в программе занимает блок «один дома». Программа содержит блок по работе с персоналом дошкольного или учебного заведения и блок по работе с родителями воспитанников. Мы надеемся, что внедрение программы по повышению грамотности в вопросах пожарной безопасности поможет сократить количество пострадавших за счет качественно проведенного обучения и многочисленных тренировок по эвакуации.

Ключевые слова: пожарная безопасность; чрезвычайные ситуации; дети; дошкольные учреждения; программа; эвакуация; возгорания.

PROGRAM OF INCREASING THE LEVEL OF LITERACY OF CHILDREN IN THE FIELD OF FIRE SAFETY

© 2019

Vinogradov Oleg Stanislavovich, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,
Associate Professor of the Department «Protection in Emergency Situations»
K.G. Razumovsky Moscow State University of technologies and management (the First Cossack University)
(440006, Russia, Penza, Volodarsky St., 6, e-mail: fox-bbs@mail.ru)

Vinogradova Natalia Aleksandrovna, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,
Associate Professor of the Department «Protection in Emergency Situations»
K.G. Razumovsky Moscow State University of technologies and management (the First Cossack University)
(440006, Russia, Penza, Volodarsky St., 6, e-mail: woinova53@mail.ru)
Burencheva Elena Igorevna, graduate student of the department «Protection in Emergency Situations»
K.G. Razumovsky Moscow State University of technologies and management (the First Cossack University)
(440006, Russia, Penza, Volodarsky St., 6)
Oskin Vitaly Sergeevich, graduate student of the department «Protection in Emergency Situations»
K.G. Razumovsky Moscow State University of technologies and management (the First Cossack University)
(440006, Russia, Penza, Volodarsky St., 6)
Knigin Maxim Nikolaevich, graduate student of the department «Protection in Emergency Situations»
K.G. Razumovsky Moscow State University of technologies and management (the First Cossack University)
(440006, Russia, Penza, Volodarsky St., 6)

Abstract. The article deals with the problem of increasing the literacy level of children, parents and staff of preschool and educational institutions in the field of fire safety. A literacy improvement program is provided. Fires in preschool and educational institutions are extremely dangerous situations, complicated by the presence of a large number of minors. Therefore, the administration and all staff of such institutions should be serious about child safety issues. The relevance of this article lies in the fact that it focuses on the problem of the need to teach children basic safety rules. This issue is particularly acute in educational institutions. A fire can cause faulty heating devices and their improper or careless use, defects in household appliances, careless handling of fire, poor-quality wiring, deliberate arson, lightning and other natural phenomena. In any case, children may suffer, so they should be carefully informed about the procedure in case of fire detection. Despite the fact that information about the rules of behavior in the event of a fire is now universally given, this is brought to the children only in the form that they must «obey adults and follow their instructions.» The problem is that sometimes the children themselves can provoke a fire and find themselves in a situation where there are no adults around. The training program allows not only to teach the order of actions in case of fire, but also to develop certain concepts about the danger. In addition, classes conducted in the form of games and trainings come with an explanation of why certain actions cannot be carried out with certain objects. This unit is designed with the involvement of professional child psychologists. A special place in the program is occupied by the block “alone at home”. The program contains a unit for working with the staff of a preschool or educational institution and a unit for working with parents of pupils. We hope that the introduction of a program to improve literacy in matters of fire safety will help reduce the number of victims due to the quality of training and numerous evacuation trainings.

Keywords: fire safety; emergencies; children; preschool institutions; program; evacuation; fire.

Введение. В России, в связи с нестабильной демографической ситуацией, остро стоит вопрос о сохранности жизни и здоровья населения. Несмотря на то, что вопросу о сохранности жизни людей уделяется довольно пристальное внимание, производится всестороннее освещение опасных факторов в средствах массовой информации и на всех уровнях власти рассматриваются возможности снижения уровней риска от различного рода чрезвычайных ситуаций, люди продолжают гибнуть от элементарной безграмотности в этих вопросах. В числе бедствий, приносящих массовую гибель людей, пожар стоит в первых рядах [1,2].

Цель работы – разработать программу обучения детей в дошкольных учреждениях и для младших школьников в целях обеспечения их выживания в случае пожара.

Материалы и результаты исследований. В последнее время количество чрезвычайных ситуаций постоянно возрастает [3, с.52]. Причем, это чрезвычайные ситуации как природного, так и техногенного характера. На особом месте стоят пожары. Пожары наносят огромный материальный ущерб и ведут к гибели людей [5,6]. Вспомним недавнюю трагедию, произошедшую 25 марта 2018 года в городе Кемерово, в торговом центре «Зимняя вишня». Погибли 60 человек, из них 41 ребенок. Ужасная трагедия побудила к проведению всесторонних проверок аналогичных объектов. В данный момент службами МЧС по всей России ведётся профилактика в местах массового скопления людей, проверяются документы: о назначении ответственного за пожарную безопасность, запрещении курения, о пользовании бытовых электронагревательных приборов; проверяется документация, регламентирующая состояние дверей и эвакуационных выходов. Кроме того, проверяется наличие инструкций, копий справок, технических документаций и т.д. Также необходимо изучить и техническую часть: запасные пути (свободный проход), исправность систем тревоги, исправность пожарного оборудования.

Следует учитывать, что при пожаре на человека поражающее действие оказывают дым, ядовитые пары и газы, высокая температура, взрывы и обрушения различных конструкций. Очень опасна для людей паника. На пожаре безопасность людей обеспечивается эвакуацией.

Наиболее незащищённой категорией людей являются дети, так как они плохо ориентируются в опасной ситуации и чаще всего принимают её за

игру, не зная какому риску себя подвергают. Пожары в детских комнатах, дошкольных и образовательных учреждениях –это чрезвычайно опасные ситуации, осложненные наличием большого количества несовершеннолетних. Поэтому администрации и всему персоналу подобных учреждений следует более серьезно относиться к вопросам безопасности детей.

Необходимо помнить о том, что правильная и полная информация о пожаре, адрес, степень задымлённости позволит пожарной охране предвидеть возможную обстановку и принять необходимые решения, дающие возможность в кратчайший срок сосредоточить у места пожара соответствующие силы и средства по его ликвидации.

Необходимо формировать в детях систему представления опасности об окружающем мире, предметах. С взрослением ребенка должен пополняться багаж жизненных знаний. Прочие знания по соблюдению требований пожарной безопасности должны складываться после системной работы с детьми. Знания воспитывают в ребенке чувство ответственности, совестливости и принятия решения в самый опасный момент не только за себя, но и за окружающих его людей. Ребенок должен знать, как обращаться с приборами, несущими большую опасность. Поэтому учителя предметов технической и прикладной направленности прежде, чем начать урок, обязательно проводят с детьми беседу и дают инструктаж по поведению учащихся во время урока, нахождению в кабинете и поведению в случае возникновения чрезвычайной ситуации [7,8]. В наше время мало проводиться разъяснительных работ именно с детьми дошкольного и младшего школьного возраста, считается, что ребенку достаточно слушаться взрослого наставника. Беда лишь в том, что ситуации бывают разные и возможны случаи, когда «взрослого» может не оказаться рядом. Наша задача поднять грамотность детей в вопросах о чрезвычайных ситуациях и, в особенности, в вопросах собственной безопасности в случае возгораний [9,10]. Необходимо проводить больше разъяснительных работ с привлечением сотрудников МЧС как с детьми, так и с их родителями, проводить выездные мероприятия, связанные с противопожарной и эвакуационной деятельностью, давать полную картину вреда и опасности пожара, научить детей постарше и их родителей правильному выбору пожарной экипировки (какими огнетушителями можно тушить тот или иной пожар, выбор противогаза и т.д.).

В условиях чрезвычайных ситуаций очень важным является правильное и адекватное поведение людей. В создавшихся условиях первое, что надо исключить – это панику, когда человек перестает рационально и разумно рассуждать и действовать. Не редки случаи, когда вместо того, чтобы искать пути выхода из задымленного помещения и возможности по локализации и тушению возгораний, люди, прячутся в шкафах, под столом, закрываются в кабинетах, служебных помещениях и погибают не от прямого воздействия огня, а надышавшись угарным газом. При работе с детьми, при подготовке их к правильному поведению в условиях пожара, именно вышеперечисленные аспекты должны быть максимально освещены и разъяснены малышам. Однако в силу своего возраста, дети с трудом воспринимают информацию, изложенную сухим шаблонным образом. Здесь необходима целая программа по обучению детей, максимально учитывающая их возможности.

Программа включает в себя следующие блоки:

1. Обучение персонала дошкольного и учебного заведения правилам поведения при пожаре, правилам использования противопожарного оборудования, психологической подготовке сотрудников, а также проведение учений с привлечением сил и средств МЧС в конкретном учреждении.

2. Цикл игр и тренингов с детьми дошкольного и младшего школьного возраста для усвоения правил поведения при обнаружении возгораний. Тренинги разделены на два вида:

- выработка жестких установок по понятиям «опасность», с разъяснением почему нельзя производить определенные действия с определенными предметами. Данный блок разработан с привлечением профессиональных детских психологов, ведь любая ошибка приведет к обратному результату и у ребенка вместо вырабатываемых навыков может возникнуть желание исследовать (что столь характерно в их возрасте).

Чтобы выявить причинно-следственные связи, необходимо иметь в виду, что причиной считается явление, вызывающее определённые действия в окружающем пространстве. Причиной пожара в дошкольном или учебном заведении может быть техногенный (человеческий) фактор, природный фактор. Поэтому в процессе тренингов и игр рассматриваются вполне конкретные ситуации. К примеру, следует особо отметить тот факт, что ради развлечения дети поджигают опасные пиротехнические изделия такие как: петарды, салюты. Ради любопытства, они могут бросить их в умывальник, санузел, под ноги. Это может привести к созданию чрезвычайной ситуации и чревато возникновением пожара. Поэтому с учащимися школ проводятся игры- беседы по теме правильного и ответственного поведения при использовании пиротехнических изделий;

- эвакуационно-противопожарный блок. Здесь детей обучают (тренируют) по правилам эвакуации и порядку действия в случае обнаружения возгорания или задымления. Методика состоит из ряда игр, показывающих почему нельзя прятаться и что надо делать в различных ситуациях. Причем рассматривается и ситуация «один дома».

3. Работа с родителями. Блок включает в себя как разъяснительные моменты, так и указания по закреплению знаний, полученных ребенком во втором

блоке. Зачастую, сами родители обладают довольно смутными представлениями о противопожарных правилах, поэтому данный блок параллельно повышает и их уровень образованности в этом вопросе.

Безусловно, для детей, покинуть место пожара необходимо наиболее оптимальным маршрутом и в наименьшие сроки. Для этого необходимо проводить учебные тревоги, чтобы выявить все плюсы и недостатки различных маршрутов покидания места чрезвычайной ситуации. Перечень требований к планировке и обустройству здания содержится в ГОСТ 12.1.004-91, который регламентирует нормы пожарной безопасности.

В первую очередь необходимо составить план эвакуации рабочего персонала и учащихся, на котором будут указаны эвакуационные пути выхода, места нахождения огнетушителей, кнопки включений системы оповещения о пожаре, электрощиты, телефон, порядок и последовательность действий обслуживающего персонала, план действий при пожаре.

Основными легковоспламеняющиеся материалами в помещении могут являться мебель, шторы, пластик. Современные отделочные материалы, лакокрасочные изделия при пожаре выделяют большое количество отравляющих веществ, что влечёт за собой массовую смерть людей не от прямого воздействия огня. Надышавшись угарными парами и ядовитыми газами, человек может скончаться даже если ему своевременно будет оказана медицинскую помощь. Как ранее ошибочно считалось, что намоченные марлевые повязки, носовые платки могут помочь при задымлении, однако, единственное, что может помочь от ядовитых газов, это индивидуальные средства защиты.

Для разработки мероприятий по ликвидации пожара необходимо изучить местность, где находятся ближайшие станции МЧС [11, с.17], время прибытия пожарной бригады, места эвакуации рабочего персонала и детей, ближайшие колодцы или водоемы.

Чаще всего в учебных заведениях наибольшим риском, с точки зрения возникновения возгораний, являются кабинеты химии, физики, труда, а также кухня, различные склады [12-14]. Необходимо обратить внимание на актовые залы, спортивные залы, столовую, раздевалку.

Рассматривая каждый конкретный объект необходимо изучить:

- возможные места возникновения пожара;
- возможные пути распространения огня;
- возможные места обрушения;
- возможные зоны задымления;
- возможные зоны теплового воздействия;
-организация тушения пожара обслуживающим персоналом до прибытия пожарных подразделений.

После анализа всего этого необходимо произвести все возможные мероприятия по предотвращению чрезвычайной ситуации.

Также, необходимо изучить организацию проведения спасательных работ и провести инструктаж персонала (блок 1). Чаще всего незнание персоналом инструкций по поведению в случае пожара, а также неграмотно организованные действия, приводят к большому количеству жертв.

Эвакуация людей осуществляется администрацией объекта, а также обслуживающим персоналом через эвакуационные выходы. Для эвакуации людей снаружи здания можно использовать ручные пожарные лестницы, однако следует учитывать особенности эвакуации малолетних детей.

Участники тушения пожара обеспечиваются средствами индивидуальной защиты согласно нормам. Защита эвакуируемых людей возможна с помощью спасательных устройств СИЗОД личного состава пожарной охраны, участвующего в тушении.

Для рассмотрения возможности предотвращения пожара на объекте необходимо в обязательном порядке ввести разработку паспортов безопасности с осуществлением расчетов помещений и вентиляций:

- расчет осуществляется на основе Федерального закона – технического регламента о требованиях пожарной безопасности от 4 июля 2008 года.

- расчет вентиляции необходим для предотвращения скапливания паров, газов и дыма в помещении. Стандартные значения производительности систем вентиляции составляют от 100 до 500 $м^3$/час для обычных помещений и жилых квартир, от 1000 до 2000 $м^3$/час для частных домов и квартир свободной планировки, от 1000 до 10000 $м^3$/час для промышленных участков.

Паспорта безопасности необходимо обязать создавать на государственном уровне для всех дошкольных и образовательных учреждений.

Выводы. Анализируя все вышесказанное, можно сделать однозначные выводы о необходимости обучения детей правилам пожарной безопасности. Внедрение предлагаемой программы поможет в решении задач по спасению жизни детей, по обучению персонала поведению в чрезвычайных ситуациях. Кроме того, администрация учебного заведения получит практические навыки по организации пожарно-спасательных работ в случае чрезвычайной ситуации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Тихомиров О.И. Пособие по пожарной безопасности. – М.: НЦ ЭНАС. – 2014. – 64 с.

2. Тверская С.С. Безопасность жизнедеятельности. – М.: Издательство «МПСИ», 2013. – 456 с.

3. Казаков В.А., Виноградов О.С., Виноградова Н.А, Наумов Л.В., Макришина М.В. Предупреждение чрезвычайных ситуаций в электрохимических производствах // Научные и образовательные проблемы гражданской защиты. 2012. №1. С.52–57.

4. Коротчик Л.А. Пожарно-технический минимум (методическое пособие). – М: Институт риска

и безопасности, 2003. – 155 с.

5. Шишкин Н.К. Безопасность в чрезвычайных ситуациях: Учебник. – М., ГУУ, 2000.

6. Анофриков В.Е., Бобок С.А., Дудко М.Н., Елистратов Г.Д. Безопасность жизнедеятельности: Учебное пособие для вузов / ГУУ. – М.: ЗАО «Финстатинформ», 1999.

7. Попов В.М. Пожарная безопасность образовательного учреждения: учеб, пособие. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2011.

8. Петров С.В. Концепция безопасности образовательного учреждения // ОБЖ. Основы безопасности жизни. № 10. 2004. С. 11–16.

9. Безопасность дошкольного образовательного учреждения: Сборник материалов для руководителей образовательных учреждений. – М.: МИОО, 2005.

10. Кочетков С.И. Основы пожарной безопасности в образовательных учреждениях: учеб, пособие / С. И. Кочетков, В. А. Марченко, С. В. Петров. – Новосибирск: Арта, 2011.

11.Виноградов О.С., Безбородова О.Е., Виноградова Н.А., Шерстнев В.В. Система сбора экологической информации о состоянии территориальной техносферы // Наука Красноярья. 2018. Т.7 № 4 С. 16–19.

12. Мастрюков Б.С. Опасные ситуации техногенного характера и защита от них. Учебник для вузов. – М.: Академия, 2009. – 320 с.

13. Б.С. Мастрюков Безопасность в чрезвычайных ситуациях. – Изд. 5-е, перераб. – М.: Академия, 2008. – 334 с.

14. Альгин А.П. Риск и его роль в общественной жизни. – М.: Академия, 2013. – 201 с.

Статья поступила в редакцию 01.04.2019
Статья принята к публикации 22.05.2019

УДК 614.8

МОДЕЛЬ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО РИСКА ПО ФАКТОРУ ТЯЖЕСТИ ТРУДА В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

© 2019

Ульянов Алексей Игоревич, ассистент высшей школы техносферной безопасности
Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого
(195251, Россия, г. Санкт-Петербург, ул. Политехническая, 29, e-mail: uljanovalexsei@bk.ru)
Каверзнева Татьяна Тимофеевна, кандидат технических наук, доцент,
доцент высшей школы техносферной безопасности
Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого
(195251, Россия, г. Санкт-Петербург, ул. Политехническая, 29, e-mail: kaverztt@mail.ru)

Аннотация. Предложена математическая модель, основанная на оценках ежегодных приращений профессиональных рисков, характеризующих скорость их накопления в течение трудового стажа персонала. Определена взаимосвязь показателей «безопасный стаж» и «приращения профессионального риска», обеспечивающая обоснование критерия эффективности охраны труда на предприятии. Использование в модели показателей, характеризующих эффективность мероприятий по охране труда, позволяет прогнозировать профессиональный риск в течение трудового стажа, что дает возможность обосновывать управленческие решения, призванные обеспечить допустимую нагрузку на опорно-двигательный аппарат строителей. Предложенное деление мероприятий по охране труда на организационную, лечебно-профилактическую технологическую группы позволяет их ранжировать по показателям эффективности и выбирать перспективные направления улучшения условий труда для предприятия, а, в некоторых случаях, обосновывать необходимость внедрения новых технологических решений, призванных повысить степень механизации и(или) автоматизации производства. Видится весьма перспективным использование математических моделей, позволяющих интегрально оценивать воздействие производственных факторов, в том числе тяжести труда, по показателям профессиональных рисков, что обеспечивает реализацию проактивного подхода к управлению охраной труда.

Ключевые слова: профессиональный риск, тяжесть труда, строительство, накопление профессионального риска, риск-ориентированный подход, безопасный трудовой стаж.

OCCUPATIONAL RISK ACCUMULATION MODEL BY FACTOR OF LABOR SEVERITY IN CONSTRUCTION

© 2019

Uljanov Aleksey Igorevich, assistant, of higher school of technospheric safety
Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University
(195251, Russia, St. Petersburg, Polytechnic St., 29, e-mail: uljanovalexsei@bk.ru)
Kaverzneva Tatyana Timofeevna, candidate of technical sciences, associate professor,
associate professor of higher school of technospheric safety
Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University
(195251, Russia, St. Petersburg, Polytechnic St., 29, e-mail: kaverztt@mail.ru)

Abstract. A mathematical model based on estimates of the annual increments of occupational risks characterizing the rate of their accumulation during the seniority of staff has been proposed. The interrelation of the "safe experience" and "professional risk increment" indicators is determined, providing a justification for the criterion of labor protection efficiency at the enterprise. The use in the model of indicators characterizing the effectiveness of labor protection measures allows predicting professional risk during the length of service, which makes it possible to substantiate management decisions designed to ensure an acceptable load on the musculoskeletal system of builders. The proposed division of labor protection measures into an organizational, treatment-and-prophylactic technology group allows them to be ranked by performance indicators and select promising areas for improving working conditions for the company, and in some cases justify the need to introduce new technological solutions designed to increase the degree of mechanization and (or) automation. It seems very promising to use mathematical models that allow an integral assessment of the impact of production factors, including the severity of labor according to occupational risk indicators, which ensures the implementation of a proactive approach to labor protection management.

Keywords: occupational risk, labor severity, construction, accumulation of occupational risk, risk-oriented approach, safe labor experience.

Введение. Результатом недостаточно эффективного управления охраной труда (ОТ) в строительстве является повышенная тяжесть труда, обеспечивающая стабильно высокий процент профессиональных заболеваний и травм [1-3].

Характерная для многих строительных профессий повышенная тяжесть труда приводит к ряду заболеваний, в числе которых наиболее типичными

являются заболевания опорно-двигательного аппарата [4-6].

Воздействие на опорно-двигательный аппарат можно охарактеризовать рядом показателей [7,8]. Целесообразно для прогнозирования возникновения заболеваний опорно-двигательного аппарата использовать интегральные показатели воздействия тяжелых условий труда на строителей. В работах Минько В.М., Роика В.Д. Ахметов А.Ф., Ибатуллин У.Г. предлагается использовать показатели профессионального риска для интегральной оценки воздействия на работников факторов рабочей среды и производственного процесса [9-12]. Специалисты медицины труда в рамках риск-ориентированного подхода рассматривают профессиональный риск не статично, а в динамике его развития в течение трудового стажа [13-16], что позволяет проводить стратегическое планирование в охране труда. Таким образом, является перспективным направлением разработка подходов к управлению ОТ на основе использования показателей профессионального риска и оценок его изменения в течение трудового стажа.

В статье предлагается обсудить модель накопления профессионального риска по фактору тяжести труда, позволяющую применить риск-ориентированный подход к управлению охраной труда в строительстве, поскольку позволяет прогнозировать профессиональный риск по фактору тяжести труда в течение стажа работника и оценивать его накопление при изменении условий труда.

Модель. Воздействие повышенной тяжести труда характеризуется медленным, постепенным развитием. В качестве показателя, характеризующего воздействие повышенной тяжести труда на работников, можно выбрать вероятность заболевания опорно-двигательного аппарата (R, %) на основе индекса суставных болей (ИСБ) [17,18]. Зададим вид накопления профессионального риска по фактору тяжести труда в следующем виде [19]:

$$R_i = R_{i-1} + \Delta R_i \quad , \qquad (1)$$

где $R_{i(i-1)}$ – профессиональный риск, накопленный работником в течение i(i-1) лет трудовой деятельности в условиях исследуемой производственной среды; ΔR_i – прирост профессионального риска на i-ом году трудового стажа.

Профессиональный риск накапливается до приемлемых значений (R_n) за период стажа, который определяется как безопасный стаж:

$$R_0 + \sum_{i=1}^{T_б} \Delta R_i \le R_n \qquad (2)$$

где R_0 – начальный профессиональный риск; $T_б$ – безопасный стаж (год) в заданных условиях производственной среды.

Управляя охраной труда, можно обеспечить необходимое снижение прироста профессионального риска. Введем показатель ε – коэффициент снижения профессионального риска, характеризующий эффективность мероприятий по охране труда и тогда можно прирост риска выразить как

$\Delta R_i=(1–\varepsilon)\Delta R_{i-1}$.

Зададим, что коэффициент снижения риска е пропорционален эффективности каждого мероприятия по охране труда и их относительной стоимости:

$$\varepsilon = \sum_{m=1}^{M} k_m \frac{Z_m}{Z_{max}} \quad , \qquad (3)$$

где Z_{max} – максимальные затраты на проведение мероприятий по ОТ, k_m и Z_m – соответственно коэффициент эффективности и затраты на проведение m-ого мероприятия, M – количество возможных мероприятий по ОТ.

Допустим, что профессиональный риск накапливается непрерывно, тогда можно перейти от годового прироста риска к его малым приращениям $\Delta R \to dR$:

Воспользовавшись соотношениями (1) и (2), запишем функцию риска в виде:

$$R = R_0 + (1-\varepsilon)\frac{dR}{dt}t \qquad (4)$$

Решив уравнение (4), был получен общий вид функции накопления профессионального риска:

$$R = R_0 + t^{\frac{1}{(1-\varepsilon)}} \cdot C \qquad (5)$$

где C – константа интегрирования, определяемая из начальных условий.

Функция (6) требует введения специальных ограничений для ее использования при прогнозировании профессионального риска, так как недостаточно точно отражает характер изменения риска.

Проведя поиск функции, позволяющей отразить характер изменения профессионального риска заболеваний опорно-двигательного аппарата в течение трудового стажа, было предложено ее представить в следующем виде:

$$R = \frac{1}{2}\left(1 + th\left(\varepsilon \cdot \frac{(t - t_{0,5})}{T_б}\right)\right) \qquad (6)$$

где $t_{0,5}$ – значение трудового стажа, при котором риск равен 0,5.

Мероприятия по охране труда разделим на организационные, лечебно-профилактические и технологические и каждой группе присвоим соответствующие весовые коэффициенты, характеризующие их эффективность. Задав, что сумма весовых коэффициентов ($K= k_O + k_{л/п} + k_T$) лежит в пределах [0,1], каждая составляющая изменяется в пределах [0;0,3(3)]. Параметр Z_{max} характеризует комплекс мероприятий по ОТ, соответствующий перечню мероприятий [20] и задается экспертно на основе оценок необходимых затрат для достижения нормативных условий по тяжести труда, а соотношение Z/Z_{max} изменяется в пределах [0,1].

Обсуждение и результаты. Таким образом, получено математическое описание накопления профессионального риска в течение трудового стажа, характеризующее влияние проводимых мероприятий по снижению тяжести труда в строительстве. Предложено назвать уравнение (6) моделью накопления профессионального риска по фактору тяжести труда.

Рассмотрим случай линейного накопления профессионального риска, когда его прирост остается неизменным в каждый год стажа. Представим неблагоприятный случай (базовый вариант), когда приемлемый риск $R_п$ достигается до выработки пенсионного стажа $T_{пенс}$ (рисунок 1а). Проведение эффективных мероприятий по охране труда (уточненный вариант) обеспечивает достижения $R_п$ к наступлению пенсионного стажа (рисунок 1б).

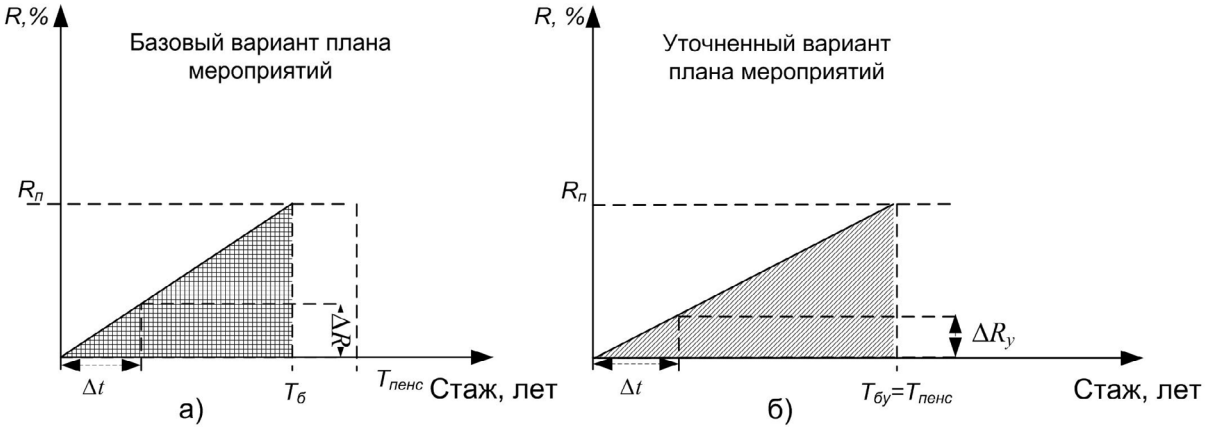


Рисунок 1 – Накопление риска при базовом и уточненном варианте мероприятий

Так как оба плана мероприятий обеспечивают накопление до приемлемого риска $R_п$ за определенный безопасный стаж, то можно считать, что и в обоих случаях отношение приемлемого риска к безопасному стажу равно отношению ежегодного прироста риска к приросту по времени Δt=1 год. Таким образом, выразив приемлемый риск через соотношения прироста риска к приросту времени, получаем:

$$\frac{T_б}{T_{пенс}} = \frac{\Delta R_y}{\Delta R} \qquad (7)$$

Соотношение (7) определяет условие эффективного управления охраной труда, при котором обеспечивается уменьшение ежегодного приращения профессионального риска на величину, равную отношению фактического «безопасного стажа» к значению «безопасного стажа», соответствующего нормативным условиям труда.

Заключение. Предложена математическая модель, позволяющая прогнозировать профессиональный риск по фактору тяжести труда в течение стажа работника и оценивать его накопление при изменении условий труда. Применение модели позволяет выстроить систему управления охраной труда, реагирующую на динамично изменяющиеся условия труда строителей.

Модель оценки накопления в течение трудового стажа профессионального риска строителей по фактору тяжести труда позволяет управлять скоростью накопления рисков и задавать условия обеспечения безопасных условий труда. То есть, иными словами, модель позволяет отслеживать изменения риска тяжести труда в зависимости от эффективности применяемых мероприятий по охране труда и осуществлять обоснованный выбор мероприятий для достижения допустимой нагрузки на опорно-двигательный аппарат работников строительных предприятий.

Обоснован критерий эффективного управления охраной труда, определяющий требования к снижению ежегодного прироста профессионального риска для обеспечения безопасных условий труда в течение трудового стажа работников.

Обоснован выбор системы показателей оценки эффективности реализации комплекса мероприятий по снижению тяжести труда на объекте строительной отрасли.

Разработанная модель накопления профессионального риска в течение трудового стажа строителей по фактору тяжести труда позволяет учитывать динамичное изменение условий труда.

Требуется проведение дальнейших исследований для уточнения полученной модели и расширения возможностей использования ее в других отраслях экономики, помимо строительной.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Государственный доклад «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2016 году» [Электронный ресурс]/ Интернет-портал Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, М., 2017. – URL: http://rospotrebnadzor.ru/upload/iblock/0b3/gosudarstvennyy-doklad-2016.pdf.

2. Проект Доклада «Об итогах деятельности Министерства труда и социальной защиты Российской

Федерации за 2016 год» [Электронный ресурс]/ Интернет-портал Министерства труда и социальной защиты РФ, М., 2017, – Режим доступа: https://rosmintrud.ru/docs/mintrud/analytics/137.

3. Охрана труда в строительстве: учеб. пособие для студ. учреждений сред. проф. образования / В. М. Минько, Н. В. Погожева. – М. : Издательский центр «Академия», 2012. – 208 с.

4. Профессиональные заболевания, связанные с физическими перегрузками и функциональным перенапряжением опорно-двигательного аппарата и периферической нервной системы: учебное пособие / Федеральное бюджетное учреждение науки «Уфимский научно-исследовательский институт медицины труда и экологии человека» [и др.; сост.: к.м.н. Габдулвалеева Э.Ф. и др.]. – Уфа: Диалог, 2016. – 63 с.

5. Филимонов С.Н., Кузьменко О.В. Немедикаментозная терапия при травмах и заболеваниях опорно-двигательного аппарата: [учебная пособие для системы послевузовского и дополнительного профессионального образования врачей] / С.Н. Филимонов, О.В. Кузьменко. – Новокузнецк: [б.и.], 2013. – 135 с.

6. Котельников Г.П., Косарев В.В., Аршин В.В. Профессиональные заболевания опорно-двигательной системы от функционального перенапряжения : Монография / Г.П. Котельников, В.В. Косарев, В.В. Аршин; Самар. гос. мед. ун-т. – Самара: Парус, 1997. – 164 с.

7. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда. – Москва: Безопасность труда и жизни, 2006. – 117 с.

8. Баклага И.Н., Каверзнева Т.Т., Салкуцан В.И. Противоречия в нормативных документах, по специальной оценке, условий труда В сборнике: Неделя науки СПбПУ материалы научной конференции с международным участием. Высшая школа техносферной безопасности. 2017. С. 79

9. Минько В.М. Математическое моделирование в охране труда. Монография. – Калининград: Изд-во ФГОУ ВПО «КГТУ», 2008. – С. 248

10. Роик В.Д. Управление условиями и охраной труда: Учеб. пособие / В.Д. Роик; Рос. акад. гос. службы при Президенте Рос. Федерации. – М. : Изд-во РАГС, 2004. – 254 с.

11. Ахметов А.Ф., Ибатуллин У.Г. Методы оценки и управления профессиональными рисками : монография / Ахметов А.Ф., Ибатуллин У.Г.; Негос. образовательное учреждение доп. проф. образования «Башкирский межотраслевой ин-т охраны труда, экологии и безопасности на пр-ве» (НОУ «Межотраслевой ин-т»). – Уфа: редакционно-издательский отдел НОУ «Межотраслевой институт», 2012. – 71 с.

12. Ахметов А.Ф., Вепрева Н.С., Ибатуллин У. Г. Теория и практика управления предприятиями и отраслями : монография / [А.Ф. Ахметов, Н.С. Вепрева, У.Г. Ибатуллин и др.] ; под общ. ред. к.э.н. В.В. Колмакова Центр науч. исслед. и разработок, East financial services a. consulting. – Тюмень: EFSC, 2010. – 121 с.

13. Денисов Э.И. Риск вибрационной болезни от локальной вибрации / Э.И. Денисов Э.И., О.К. Кравченко. – Профессиональный риск. Справочник. Под ред. Академика РАМН Н.Ф. Измерова и Э.И. Денисова. – М.: Социздат, 2001.

14. Профессиональная патология: национальное руководство /под ред. Н. Ф. Измерова. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2011. – 784 с.

15. Профессиональный риск. Справочник /[Н. Ф. Измеров и др.]. – М.: Социздат, 2001. – 267 с.

16. Gopang M.A., Nebhwani, M., Khatri, A., Marri, H.B. An assessment of occupational health and safety measures and performance of SMEs: An empirical investigation // Safety Science Volume 93, 2017, pp. 127-133

17. Сорокин Г.А. Утомление и профессиональный риск. – Санкт-Петербург: Изд-во Политехнического университета, 2008. – 367 с.

18. Сорокин Г.А., Фролова Н.М. Оценка риска функционального перенапряжения рук, связанного с динамическими, статическими усилиями и локальной вибрацией // Экология человека. 2012. № 6. С. 13-20.

19. Мясников В.Н., Ульянов А.И. Повышение эффективности мероприятий по улучшению условий и охраны труда. // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2015. № S11-60-2. С. 173–180.

20. Приказ Минздравсоцразвития России №181н от 1 марта 2012 г. «Об утверждении Типового перечня ежегодно реализуемых работодателем мероприятий по улучшению условий и охраны труда и снижению уровней профессиональных рисков» [Электронный ресурс] / Интернет-портал Консультант плюс, М., 2018, – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_127421.

Статья поступила в редакцию 15.04.2019
Статья принята к публикации 22.05.2019

УДК 614.76

ФАКТОРЫ СНИЖЕНИЯ ТЕХНОГЕННОЙ НАГРУЗКИ ПРИ ФИЛЬТРАЦИИ ГАЛИТОВЫХ ОТХОДОВ

© 2019

Виноградова Наталья Александровна, кандидат технических наук, доцент,
доцент кафедры «Защита в чрезвычайных ситуациях»
Московский государственный университет технологий и управления им. К.Г. Разумовского (Первый казачий университет)
(440006, Россия, г. Пенза, ул. Володарского, 6, e-mail: woinova53@mail.ru)
Виноградов Олег Станиславович, кандидат технических наук, доцент,
доцент кафедры «Защита в чрезвычайных ситуациях»
Московский государственный университет технологий и управления им. К.Г. Разумовского (Первый казачий университет)
(440006, Россия, г. Пенза, ул. Володарского, 6, e-mail: fox-bbs@mail.ru)
Высотин Николай Алексеевич, магистрант кафедры «Защита в чрезвычайных ситуациях»
Московский государственный университет технологий и управления им. К.Г. Разумовского (Первый казачий университет)
(440006, Россия, г. Пенза, ул. Володарского, 6)
Зимин Сергей Юрьевич, магистрант кафедры «Защита в чрезвычайных ситуациях»
Московский государственный университет технологий и управления им. К.Г. Разумовского (Первый казачий университет)
(440006, Россия, г. Пенза, ул. Володарского, 6)
Полудняков Александр Иванович, магистрант кафедры «Защита в чрезвычайных ситуациях»
Московский государственный университет технологий и управления им. К.Г. Разумовского (Первый казачий университет)
(440006, Россия, г. Пенза, ул. Володарского, 6)

Аннотация. На современном этапе развития общества, для успешного ведения бизнеса необходимо выполнение ряда условий, связанных с экономической и экологической составляющей. В последнее время вопросы экологии выходят на первые места. Так, производство по переработке сильвинитовой породы с целью получения калийных удобрений имеет большое количество отходов. Поэтому нужны инновации, которые ведут к снижению издержек самого предприятия по переработке отходов и получению наибольшей выгоды. Сложное производство сейчас находится на той стадии, на которой основным условием дальнейшего существования является обеспечение наилучшего качества продукции при обеспечении минимальной себестоимости. Для осуществления этих целей необходимо применять современное оборудование, создавать замкнутые водооборотные циклы, применять автоматизацию производственных процессов. В статье подробно рассмотрена стадия фильтрации галитовых хвостов, показаны участки, где необходим строгий контроль концентрации солей, попадающих в сточные воды, с целью последующего извлечения ценных компонентов. Облегчить эту задачу может автоматизированная система управления производством, позволяющая рассчитать необходимые параметры для создания малоотходного производства на конкретной технологической линии. В статье рассматривается проблема снижения техногенной нагрузки от переработки сильвинитовой руды. Предлагается комплексная автоматизация процесса переработки сильвинитовой породы, включающая в себя практически все стадии производства, начиная от входного контроля руды, контроля технологических параметров и, заканчивая, контролем солесодержания в стоках и уровнем загрязненности воздушных выбросов. Для улучшения экологической составляющей в самом цехе по фильтрованию галитовых хвостов предлагается модернизировать фильтр с установкой дополнительной герметизирующей крышки. Отходы, получаемые на данном производстве можно и нужно перерабатывать с максимальной эффективностью, ликвидируя солевые отвалы и обеспечивая максимально замкнутое производство, при котором отходы одного производственного участка становятся сырьем для другого. Применение систем автоматизации поможет исключить ошибки, связанные с «человеческим фактором» и позволит снизить потери ценных компонентов и попадание их в отвалы.

Ключевые слова: сильвинитовые породы; экология; чрезвычайные ситуации; фильтрация; автоматизация; техногенная нагрузка; отходы производства; сточные воды.

FACTORS TO REDUCE TECHNICAL LOADING AT FILTERING OF GALITE WASTES

© 2019

Vinogradova Natalia Aleksandrovna, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,
Associate Professor of the Department «Protection in Emergency Situations»
K.G. Razumovsky Moscow State University of technologies and management (the First Cossack University)
(440006, Russia, Penza, Volodarsky St., 6, e-mail: woinova53@mail.ru)

Vinogradov Oleg Stanislavovich, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department «Protection in Emergency Situations»
K.G. Razumovsky Moscow State University of technologies and management (the First Cossack University) (440006, Russia, Penza, Volodarsky St., 6, e-mail: fox-bbs@mail.ru)
Vysotin Nikolay Alekseevich, graduate student of the department «Protection in Emergency Situations»
K.G. Razumovsky Moscow State University of technologies and management (the First Cossack University) (440006, Russia, Penza, Volodarsky St., 6)
Zimin Sergey Yurievich, graduate student of the department «Protection in Emergency Situations»
K.G. Razumovsky Moscow State University of technologies and management (the First Cossack University) (440006, Russia, Penza, Volodarsky St., 6)
Poludnyakov Alexander Ivanovich, graduate student of the department «Protection in Emergency Situations»
K.G. Razumovsky Moscow State University of technologies and management (the First Cossack University) (440006, Russia, Penza, Volodarsky St., 6)

Annotation. At the present stage of development of society, for successful business it is necessary to fulfill a number of conditions related to the economic and environmental component. Recently, environmental issues come out on top. Thus, the production of processing sylvinite rock in order to obtain potash fertilizer has a large amount of waste. Therefore, we need innovations that lead to a reduction in the costs of the waste processing plant itself and to obtain the greatest benefits. Complicated production is now at the stage at which the main condition for its continued existence is to ensure the best quality products while ensuring minimum cost. To implement these goals, it is necessary to apply modern equipment, create closed water circulation cycles, apply automation of production processes. The article describes in detail the stage of filtration of halite tailings, shows areas where strict control of the concentration of salts entering the wastewater is necessary, with a view to the subsequent extraction of valuable components. This task can be facilitated by an automated production management system that allows you to calculate the necessary parameters for creating low-waste production at a specific production line. The article deals with the problem of reducing the technogenic load from the processing of sylvinite ore. A comprehensive automation of the processing of sylvinite rock is proposed, which includes almost all stages of production, ranging from input control of ore, control of technological parameters and, to the final, control of salt content in drains and the level of pollution of air emissions. To improve the environmental component in the shop for filtering halite tailings, it is proposed to upgrade the filter with the installation of an additional sealing cover. Waste received at this production can and should be recycled with maximum efficiency, eliminating salt dumps and ensuring the most closed production, in which waste from one production site becomes raw material for another. The use of automation systems will help eliminate errors associated with the «human factor» and will reduce the loss of valuable components and their dumping.

Keywords: sylvinite rocks; ecology; emergencies; filtration; automation; man-made load; waste production; wastewater.

Введение. Переработка сильвинитовой породы связана с образованием большого количества отходов [1-3]. Решить эту проблему можно только комплексно, используя современное технологическое оборудование, создавая максимально замкнутые производственные процессы и автоматизируя производство. Основное количество отходов образуется (отделяется) на нескольких производственных участках, одним из которых является стадия фильтрации. Контролируя параметры суспензии, подаваемой на стадию фильтрации можно снизить попадание в стоки ценных компонентов, кроме того, контролируя концентрацию солей в фильтрате, можно возвращать их на доочистку и предупреждать попадание в отходы. Сейчас активно развиваются новые методы разделения хлоридов натрия и калия [4,5], а также технологии обогащения калийных руд [6,7]. Практически все они направлены на сокращение потерь ценных компонентов руды и снижения объемов солевых отходов. А это значит, что новые технологии подразумевают и более современный уровень автоматизации производства [8,9], и более жесткий контроль производственных процессов [10, с.66].

Цель работы – показать возможные факторы снижения экологической нагрузки от производства по переработке сильвинитовой руды.

Материалы и результаты исследований. Проблемы освоения крупнейших калийных месторождений связаны с нарушением экосистем, сложностью организации безотходной переработки, рядом экономических проблем [11,12]. Уже на этой стадии должны применяться природосберегающие технологии и активно проводиться сбор и анализ информации о состоянии окружающей среды и в дальнейшем выбираться наиболее оптимальные методы переработки сырья [13,14].

В связи с высокой потребностью в калийных удобрениях очень распространены методы переработки сильвинитовой породы. Однако, в процессе переработки образуется огромное количество отходов. В зависимости от используемых способов на одну тонну готовой продукции, приходится до 4 тонн отходов. В этих отходах (галитовые отходы), преобладает хлорид натрия. На флотацию поступает сильвинитовая порода, содержащая 20-40% KCl. Галитовые хвосты после фильтрации содержат 2,5%

КС1 Отходы основного производства вполне могут являться сырьем для другого технологического процесса. Галитовые хвосты используются в качестве источника технического хлорида натрия и частично перерабатываются в пищевую соль (обычно, марки «Экстра»).

Непереработанные галитовые отходы представляют собой серьезную экологическую проблему. Это связано с тем, что отходы размещают на поверхности почвы и, в результате, наблюдается сильное её засоление. В местах шламоотвалов наблюдается образование рассолов с концентрациями до 300 г/л, естественно, это самым негативным образом сказывается на флоре и фауне близлежащих районов. Кроме того, рассол попадает в грунтовые воды и с ними может попадать в наземные водоемы. В целом, до сих пор, промышленные стоки галитовых производств представляют собой сильноминерализованные растворы, которые можно и нужно дополнительно очищать. В целях снижения техносферной нагрузки на окружающую среду на таких шламоотвалах обустраивают рассолосборную канаву, которая ограждает перегрузочные узлы от атмосферных и паводковых поступлений, собирает эти воды с территории солеотвала и обеспечивает отвод их в рассолосборник. Таким образом, необходимо сокращать объемы отходов и максимально перерабатывать получаемые в процессе производства ценные вещества, такие как поваренная соль или кальцинированная сода.

Одним из основных участков производства является стадия фильтрации. Грамотно подобранное оборудование позволит максимально эффективно производить процесс. Основным преимуществом фильтрации в вакуум-фильтрах перед фильтрацией в фильтрпрессах является возможность создания непрерывно работающих машин. Схема процесса фильтрации представлена на рисунке 1. Рассмотрим, как происходит фильтрация галитовых хвостов.

В технологическую схему поставим барабанный вакуум фильтр БЛМ40-1К-03 предназначенный для фильтрации суспензии.

Суспензия по системе трубопроводов подается в фильтр на штуцера входа продукта, расположенные на торцевой стенке корыта. Пройдя процесс фильтрации, продукты выходят из аппарата. Осадок снимается ножом со стенок барабана и удаляется из фильтра. Далее по трубам фильтрат подается в ресивер, где происходит отделение от фильтрата газа. Непосредственно из корпуса ресивера, фильтрат по трубопроводам центробежным насосом выводится из технологического процесса. Отделенный от фильтрата газ, по системе газоходов направляется в ловушку, где происходит отделение содержащегося в нем влаги, которая конденсируется и подается в барометрический ящик. Обезвоженный газ из ловушки подается вакуумным насосом в газоходы и после выводиться из процесса.

Производство имеет большое количество отходов, поэтому осадок должен быть максимально обезвожен и здесь требуется входной контроль качества поступающей суспензии и выходной контроль солесодержания фильтрата.

Фильтр БЛМ40 - 1К - 03 состоит из горизонтального ячейкового барабана, погруженного в корыто с фильтруемой суспензией. Барабан опирается цапфами на подшипники качения, установленные на раме корыта. К правой, ячейковой цапфе прижата неподвижная распределительная головка; левая соединена с приводом. В корыте фильтра размещена качающаяся мешалка. Наружная поверхность барабана разделена продольными рёбрами на 24 ячейки. К каждой ячейке подведены трубы, которые соединяют ячейки через распределительную головку поочерёдно, то с линией вакуума, то с линией давления. Фильтр оснащён приспособлением для промывки осадка и для навивки проволоки, крепящей фильтровальную ткань на барабане. Мешалка фильтра выполнена с нижней подвеской, расположенной под валом барабана, на торцевых стенках корыта. Частота вращения барабана регулируется бесступенчато. Подача суспензии осуществляется через штуцер, установленный на торцевой стенке корыта. Для опорожнения корыта имеется спускной клапан.

Фильтр работает следующим образом. Суспензия поступает непрерывно в корыто. Примерно 1/3 поверхности барабана погружена в суспензию. Чтобы обеспечить постоянство уровня в корыте, последнее снабжено поплавковым устройством контроля уровня. При вращении барабана вместе с ним вращаются отводные и коллекторные трубки, а также цапфы.

Рабочий цикл машины состоит из ряда операций.

Первая операция начинается с момента погружения ячеек в наполняющую корыто суспензию, непрерывно взбалтываемую мешалкой. Ячейки через распределительную головку соединены с насосом для откачки воздуха. Под действием возникающего вследствие этого вакуума фильтрат приникает в ячейки, а твёрдые частицы оседают на поверхности фильтра, образуя осадок.

В течение пути от точки выхода ячеек из суспензии и до момента съема осадка происходит подсушка осадка. Осадок снимается, когда ячейка приближается к корыту, чтобы снова погрузиться в суспензию.

Наконец, следует операция продувки, которая состоит в том, что в ячейки подаётся сжатый воздух. Проходя через фильтрующую ткань, воздух очищает её поры от забивающих их мелких частиц, а также сбрасывает с её поверхности остающийся после съёма тонкий слой осадка. Затем цикл повторяется.

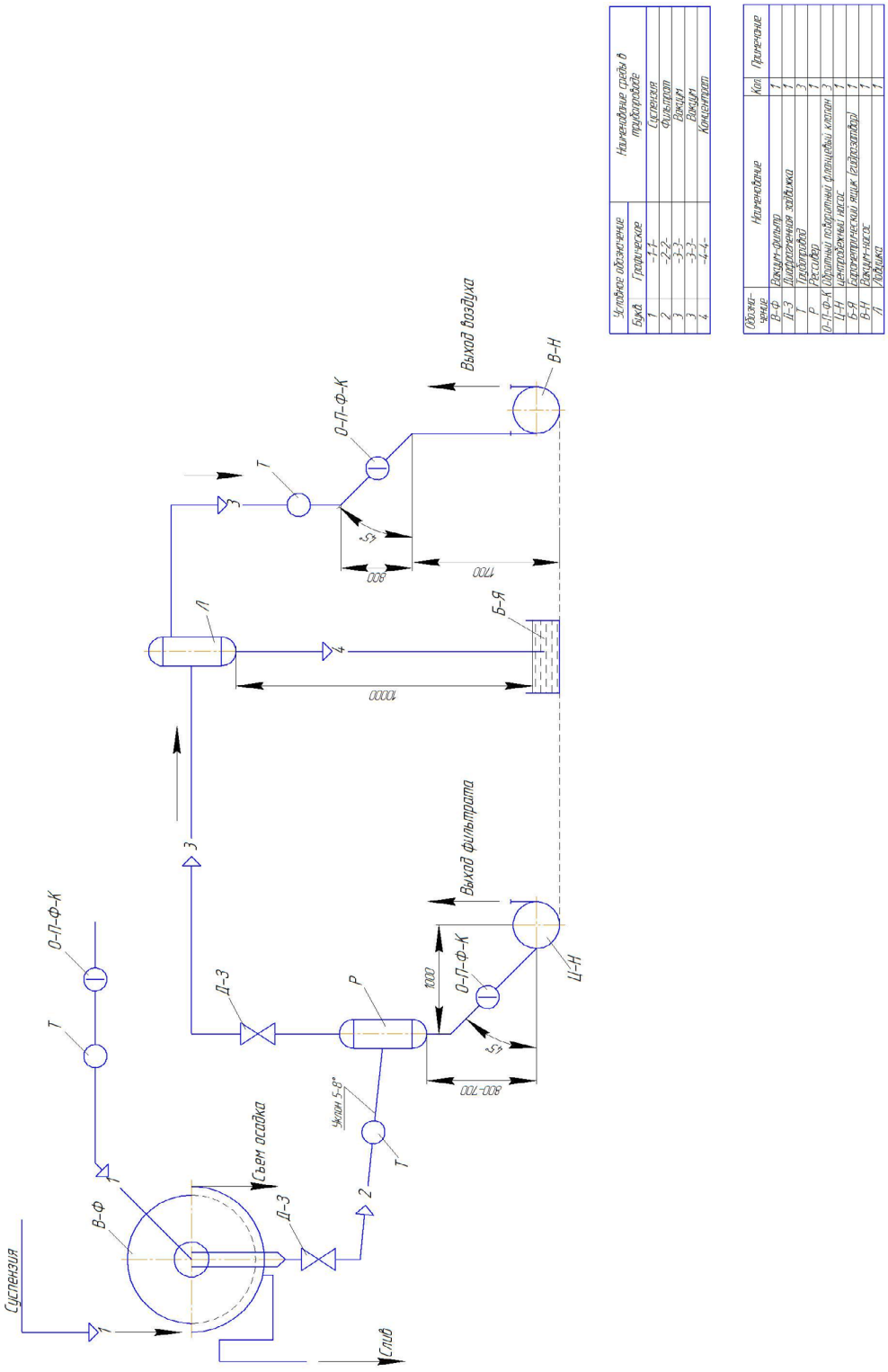


Рисунок 1 – Технологическая схема фильтрации галитовых хвостов

Съём осадка производится с помощью ножа. Недостатками ножевого съёма является, во-первых, то, что на фильтре остаётся всегда мёртвый слой осадка (толщиной, равной расстоянию режущей кромки ножа от поверхности фильтрующей ткани), увеличивающий сопротивление фильтрации; во-вторых, в поры фильтрующего полотна под действием давления ножа проникают мелкие частицы, замазывающие полотно и затрудняющие продувку.

Немного усложним конструкцию фильтра – установив на нем герметизирующую крышку, так как не менее важным фактором является улучшение экологической обстановки в цехе, где работает аппарат.

Для контроля солесодержания сточных вод, поступающих от фильтра, предлагается установить

систему автоматического контроля. Это позволит вовремя контролировать повышенное солесодержание и возвращать рассол на доочистку. В цехе по переработке галитовых хвостов, кроме установки измерительной аппаратуры после фильтра, необходимо следить и, по-возможности, автоматически регулировать вакуум. А также, на стадии сгущения продуктов обогащения и осветления маточного щелока необходимо контролировать давление маточного щелока в коллекторе после насоса. Применение вышеперечисленных систем автоматизации исключит ошибки, связанные с пресловутым «человеческим фактором» и позволят снизить потери ценных компонентов и попадание их в отвалы.

Предлагается комплексная автоматизация процесса переработки сильвинитовой породы, включающая в себя:

-контроль поступающей руды;

- процент (уровень) заполнения бункеров, флотомашин, промежуточных емкостей;

-технологические параметры (включая температуру, давление и вакуум);

- расходы реагентов;

- контроль концентрации солей в стоках;

-контроль воздушных выбросов и т.д.

Если рассматривать весь процесс переработки руды, то необходимо отметить, что для предотвращения возникновения чрезвычайных ситуаций, связанных с травмированием персонала, на производстве необходимо максимально исключить ручной труд, внедрить электрическую блокировку приводов конвейерного транспорта, для предотвращения неправильного пуска и остановки машин, и завал их рудой при аварийных остановках. Системы автоматизированного контроля производства нужны на участках измельчения руды, на мельницах, на сгустителях, на вакуум-насосах и компрессорах.

Для предотвращения попадания в сточные воды промышленных отходов целесообразнее ввести полную систему контроля всей воды, используемой в производстве: теплофикационной, оборотной, горячей и холодной промышленной воды, рассола. Отдельно следует контролировать пар и «рабочий» воздух.

Выводы. Анализируя все вышесказанное, можно сделать однозначные выводы о необходимости применения комплексной автоматизации производства, создании максимально замкнутых производственных процессов, при которых отходы при переработке сильвинитовой породы становятся сырьем для получения поваренной соли, соляной кислоты, кальцинированной соды. Необходимо подбирать современное оборудование, позволяющее повысить уровень экологической безопасности как в самом цехе, так и за пределами производства. Решать вопрос с солевыми отвалами надо тоже комплексно, на уровне государства, предварительно значительно сократив объемы вновь поступающих отходов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Черных О.Л. Технология обесшламливания высокошламистых сильвинитовых руд // Рудник будущего. – 2011. – № 4. – С. 15–17.

2. Алексеева Е.И. Совершенствование технологии флотационного обесшламливания высокоглинистых калийных руд / Е.И. Алексеева, С.Н. Титков и др.// Обогащение руд, 2007. № 2.С. 10–14.

3. Самадий М.А., Мирзакулов Х.Ч., Меликулова Г.Э., Бойназаров Б.Т., Рахматов Х.Б. Исследование процесса обесшламливания сильвинитовой руды Тюбегатанского месторождения // Химия и химическая технология. – Ташкент, 2015. – № 4. – С. 57–62.

4. Вахрушев В.В. Удаление хлорида натрия из флотоконцентрата KCl при ультразвуковой обработке / В.В. Вахрушев, В.З. Пойлов, О.К. Косвинцев // Известия Томского политехнического университета. – 2013. – Т. 322, № 3. – С. 15–18.

5. Вахрушев В.В. Опытные испытания процесса выщелачивания флотоконцентрата хлорида калия // В.В. Вахрушев, В.З. Пойлов, О.К. Косвинцев // Вестник ПНИПУ. Химическая технология и биотехнология. – 2012. – № 13. – С. 21–27.

6. Паливода Э.Н., Куптель Г.А. Оценка возможности обогащения калийной руды Старобинского месторождения электрическим методом // Наука – образованию, производству, экономике: матер. 12-й Междунар. науч.-техн. конф. Т. 3. Минск: БНТУ, 2017. С. 29–30.

7. Рухля И.Е. Технологическе схемы получения калия хлористого из сильвинита и их описание. Учебно-методическое пособие. – Минск: БНТУ, 2011. – 25 с.

8. Морозов В.В., Топчаев В.П., Улитенко К.Я., Ганбаатар З., Дэлгэрбат Л. Разработка и применение автоматизированных систем управления процессами обогащения полезных ископаемых. – М.: ИД «Руда и Металлы», 2013. – 512 с.

9. Hodouin D. Methods for automatic control, observation, and optimization in mineral processing plants // Journal of Process Control, 2011. – 21. – pp. 211–225.

10. Казаков В.А., Виноградов О.С., Виноградова Н.А. Комплексный подход к автоматизации электрохимического производства // Экономика и управление, 2015. №1 (111). С.60–66.

11. Лискова М.Ю. Геоэкология при современном строительстве предприятий по добыче и обогащению калийно-магниевых солей // Известия Тульского ГУ. Науки о Земле. 2016. Вып. 4. С. 39–49.

12. Проблемы освоения крупнейших калийных месторождений мира / Е.Н. Батурин, Е.А. Меньшикова, С.М. Блинов, Д. Ю. Наумов, П.А. Белкин // Современные проблемы науки и образования. 2012. №. 6. С. 613–622.

13. Виноградов О.С., Безбородова О.Е., Виноградова Н.А., Шерстнев В.В. Система сбора экологической информации о состоянии территориальной техносферы // Наука Красноярья. 2018. Т.7. № 4. С. 16–19.

14. Титков С.Н. Технология сухого дробления калийной руды до флотационной крупности // IX Конгресс обогатителей стран СНГ: сб. материалов. Т. 2. М.: МИСИС, 2013. С. 578–583.

Статья поступила в редакцию 15.04.2019
Статья принята к публикации 22.05.2019

УДК 614.8

ОРГАНИЗАЦИЯ ТРУДОУСТРОЙСТВА ВЫПУСКНИКОВ НАПРАВЛЕНИЯ «ТЕХНОСФЕРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ» НА ПРЕДПРИЯТИЯ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО СЕКТОРА

© 2019

Назарова Ольга Михайловна, кандидат педагогических наук,
доцент кафедры «Защита в чрезвычайных ситуациях»
Московский государственный университет технологий и управления им. К.Г. Разумовского
(440006, Россия, г.Пенза, ул. Володарского,6, e-mail: nazarovaolgam@mail.ru)
Гарькин Игорь Николаевич, кандидат исторических наук, магистрант
Московский государственный университет технологий и управления им. К.Г. Разумовского ПКУ (филиал)
(440006, Россия, г.Пенза, ул. Володарского,6, e-mail: nazarovaolgam@mail.ru)
Антошкин Денис Иванович, магистрант
Московский государственный университет технологий и управления им. К.Г. Разумовского ПКУ (филиал)
(440006, Россия, г.Пенза, ул. Володарского,6, e-mail: nazarovaolgam@mail.ru)
Ураев Александр Олегович, магистрант
Московский государственный университет технологий и управления им. К.Г. Разумовского ПКУ (филиал)
(440006, Россия, г.Пенза, ул. Володарского,6, e-mail: nazarovaolgam@mail.ru)
Девина Лилия Ризаевна, магистрант
Московский государственный университет технологий и управления им. К.Г. Разумовского ПКУ (филиал)
(440006, Россия, г.Пенза, ул.Володарского,6, e-mail: nazarovaolgam@mail.ru)

Аннотация. В статье рассмотрены вопросы организации трудоустройства выпускников Пензенских вузов, имеющих направление «Техносферная безопасность» на предприятиях агропромышленного сектора. Пензенские вузы поддерживают тесную связь с работодателями, уделяя большое внимание решению проблемы трудоустройства выпускников по данному направлению подготовки. Успешное трудоустройство после получения диплома о высшем образовании выпускнику – молодому специалисту гарантировано только при условии, что он в ходе обучения не только усваивал определенный набор знаний, но еще и формировал у себя специфические практические способности, компетенции и умения в рассматриваемой профессиональной сфере.

Ключевые слова: трудоустройство, студенты, выпускники, агропромышленный сектор, техносферная безопасность, практические способности, молодые специалисты, сотрудничество, перспективы развития, общество, учебный процесс

ORGANIZATION OF EMPLOYMENT OF GRADUATES OF THE DIRECTION “TECHNICAL SPHERE SAFETY” TO THE ENTERPRISES OF THE AGRO-INDUSTRIAL SECTOR

© 2019

Nazarova Olga Mikhailovna, Candidate of Pedagogical Sciences,
Associate Professor of the Department “Protection in Emergency Situations”
Moscow State University of Technology and Management named after VG Razumovsky
(440006, Russia, Penza, Volodarskogo St., 6, e-mail: nazarovaolgam@mail.ru)
Garkin Igor Nikolaevich, Candidate of Historical Sciences, graduate student
Moscow State University of Technology and Management named after VG Razumovsky
(440006, Russia, Penza, Volodarskogo St., 6, e-mail: nazarovaolgam@mail.ru)
Antoshkin Denis Ivanovich, graduate student
Moscow State University of Technology and Management named after VG Razumovsky
(440006, Russia, Penza, Volodarskogo St., 6, e-mail: nazarovaolgam@mail.ru)
Devina Liliya Rizaevna, graduate student
Moscow State University of Technology and Management named after VG Razumovsky
(440006, Russia, Penza, Volodarskogo St., 6, e-mail: nazarovaolgam@mail.ru)
Uraev Alexander Olegovich, graduate student
Moscow State University of Technology and Management named after VG Razumovsky
(440006, Russia, Penza, Volodarskogo St., 6, e-mail: nazarovaolgam@mail.ru)

Abstract. The article deals with the organization of employment for graduates of Penza universities, having the direction of “Technosphere safety” at the enterprises of the agro-industrial sector. Penza universities maintain a close relationship with employers, paying great attention to solving the problem of employment of graduates in this area of training. Successful employment after graduation from a higher education diploma is guaranteed to a young specialist only under the condition that he did not only acquire a certain set of knowledge during his studies, but also formed specific practical abilities, competencies and skills in the professional field in question.

Keywords: employment, students, graduates, agribusiness sector, technosphere safety, practical abilities, young professionals, cooperation, development prospects, society, educational process

Введение. Современное общество очень изменчиво и нестабильно, об этом говорит изменчивость и неустойчивость различных социальных процессов. Основой данных процессов можно считать преобразования в политической и экономической средах, в том числе и в сфере культуры. Преобразуется и видоизменяется ментальность граждан и изо дня в день общественные потребности и интересы становятся все менее значимы для большинства людей, переставая считаться интересами каждого. Общественная искренность, на сегодняшний день, чрезвычайно редкое явление и встретив искреннего человека мы все чаще удивляемся этому. Именно таким образом, к сожалению, происходит и взаимодействие людей в коллективе и группе. Первое лидирующее место в разных сферах человеческой жизни на сегодняшний день занимает процесс индивидуализации. Личные потребности и интересы, естественно, являются приоритетными, а мотивы личного успеха, престижа, первенства, благополучия – индивидуальными. Вопросы связанные с трудоустройством после окончания обучения в вузе выходят на первый план. Согласно этим фактам вузами предпринимаются попытки облегчить выпускникам поиск престижных рабочих мест, которые предполагают в перспективе профессиональный и карьерный рост.

Цель работы: выявить особенности и специфику организации трудоустройства выпускников направления «Техносферная безопасность» на предприятия агропромышленного сектора

Материалы и результаты исследований. Решение проблемы трудоустройства молодых специалистов – это один из наиболее важных элементов социальной стабильности и экономической эффективности функционирования общества, которая актуальна в современных быстро меняющихся условиях рыночной экономики.

К примеру, Пензенский государственный университет архитектуры и строительства (ПГУАС) в тесном взаимодействии с работодателями уделяет огромное внимание для разрешения проблемы трудоустройства выпускников всех специальностей и форм подготовки [1]. Успешное трудоустройство после окончания образовательного учреждения молодому специалисту гарантировано только в случае, если он в процессе обучения в вузе не просто усваивал определенный набор знаний, но еще и нарабатывал специфические практические профессиональные способности, компетенции и умения [2,3].

В ПГУАС функционирует Центр практики студентов и содействия трудоустройству выпускников (ЦПСиСТВ или Центр), основные задачи и формы работы которого по трудоустройству молодых специалистов представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Основные задачи и формы работы ЦПСиСТВ

Задачи	Направления
1. Сотрудничество с предприятиями и организациями в качестве работодателей для студентов и выпускников.	• Заключение договоров на сотрудничество; • Привлечение работодателей к участию в учебных процессах; • Организация практик, предусмотренных учебным планом.
2. Работа с учащимися и выпускниками.	• Организация временной занятости учащимся; • Информирование студентов и выпускников о состоянии рынка труда;
3. Взаимодействие с органами власти, в том числе с органами по труду и занятости.	• Обмен информацией о спросе и предложении на рынке труда; • Участие в мероприятиях по содействию трудоустройству, организованными местными органами власти.

Организация, контроль проведения, гарантированное трудоустройство на места практики после обучения – концепция работы Центра. Несмотря на то, что основной профиль университета строительство, выпускники, являющиеся высококвалифицированными специалистами не только в строительной, но и в смежных отраслях востребованы на предприятиях агропромышленного комплекса как Пензенского, так и соседних регионов [4,5].

В данной работе рассматриваются некоторые аспекты системы трудоустройства выпускников направления подготовки «Техносферная безопасность». Учитывая узкий профиль специальности и высокую потребность в специалистах данной области, предприятия приглашают (и «прикрепляют») к себе студентов уже со второго курса. Проходя, из года в год, все виды практик студент получает опыт работы по специальности, осваивается в специфике работы предприятия и «притирается» в коллективе. Принимая студентов на практику, работодатели участвуют в учебном процессе, трудоустраивают выпускников на открытые вакансии либо создают кадровый резерв. Помимо этого представители работодатели состоят в составе государственной аккредитационной комиссии и при защитах дипломных выпускных квалификационных работ.

Практикуется совмещение работы и обучения. Данная форма позволяет студенту включиться в трудовую деятельность и приобрести опыт работы. Помимо этого такой вид занятости является важным фактором адаптации студентов к началу трудовой деятельности. Во время работы студенты получают практические навыки и определяются с направлением профессиональной деятельности, в которой хотели бы работать, а работодатель получает возможность формирования конкретного кадрового резерва. Среди основных причин совмещения работы и учебы у студентов следует отметить:

– повышение своей финансовой независимости;

– развитие практических навыков и компетенций;

– стремление к профессионализации;

– ощущение независимости и самоуважения.

По вопросам трудоустройства выпускников направления «Техносферная безопасность» Центр сотрудничает с предприятиями: ОАО «Земетчинский сахарный завод», ООО «Александровский спиртзавод №14», ООО «Экопрод», ООО «Вертуновское», ОАО «Никольский маслозавод», Группа компаний «Дамате», ООО «Геодом», «Наровчатское лесное хозяйство», ЗАО «Фанерный завод Власть труда», АО «Яснополянские строительный материалы», ООО «Новая Изида», ООО «Башмаковский продукт», ООО «Сердобский хлебокомбинат», ЗАО «Нижнеломовский хлебокомбинат» и с Министерством сельского хозяйства Пензенской области [6,7]. Данные организации предоставляют возможность студентам прохождения практики и приглашают выпускников на вакансии: специалист по охране труда, инженер-эколог, инженер по технике безопасности, инженер по техническому надзору, специалист по ГО и ЧС, ответственный за промышленную безопасность. Отметим, что это лишь стартовые позиции для выпускников, и по прошествии 2-3 лет, молодой специалист гарантированно получает повышение.

На агропромышленных и предприятиях пищевой промышленности в период практики учащиеся осваивают практические компетенции, умения и навыки, тем самым закрепляя полученные в ВУЗе теоретические знания.

Основные знания и компетенции осваиваемая на практике студентами направления «Техносферная безопасность»:

– перспективы развития техники и технологии защиты человека и природной среды от опасностей техногенного и природного характера;

– владение методами конкретной организации и координации работы по охране труда и анализа состояния пожарной безопасности объектов (территорий, зданий, сооружений, помещений, наружной установки, складов, транспортных средств, открытых площадок);

– технологические процессы и оборудование, продукция и материально-технические ресурсы предприятия;

– опыт взаимодействия с надзорными органами государственной власти [8,9].

Центр наладил деловые контакты со многими предприятиями сельскохозяйственной отрасли и успешно подбирает молодых специалистов на свободные вакансии. ЦПСиСТВ принимает заявки на подбор персонала от работодателей, анализирует базу данных соискателей, информирует выпускников о наличии вакантного места работы и направляет на собеседование лично или же организует рабочие встречи на территории университета в самом Центре [10,11,12]. В качестве основных требований работодателей при приеме на работу были выделены: наличие опыта работы (36%), хороший уровень знаний и подготовки (30%), желание работать (17%), умение подать себя (7%), 10% затруднились при ответе на вопрос (при анкетировании работодателей; рисунок 1).

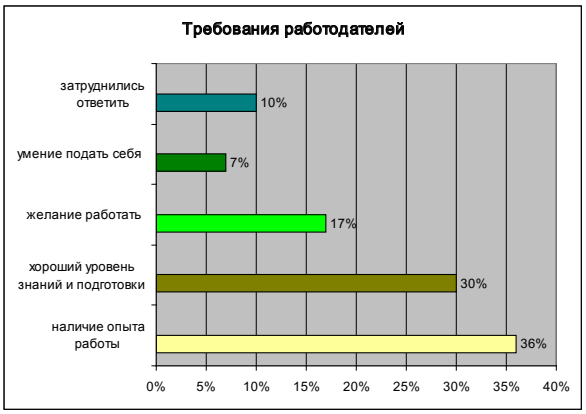


Рисунок 1 – Требования работодателей

Выводы. Выпускники направления «Техносферная безопасность» востребованы во многих крупных организациях и предприятиях различных отраслей народного хозяйства отраслей. По данным мониторинга трудоустройства выпускников по данному направлению доля трудоустроенных составляет 100%, средняя заработная плата составляет 16,84 тыс. рублей после окончания университета, при том, что средний доход выпускников составляет чуть более 20 тыс. рублей. Таким образом, в современных условиях достаточно активного развития агропромышленного сектора экономики в регионе, профессия инженера в сфере техносферной безопасности является перспективной и высоко востребованной [13].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Гарькин И.Н., Агафонкина Н.В., Медведева Л.М. Опыт реализации проекта по трудоустройству студентов «RusWorks» // Образование и наука в современном мире. Инновации. – 2016 – №3. – С.146–150.

2. Назарова О.М., Гарькин И.Н. Информационное сопровождение центров трудоустройства выпускников Вузов // NEWS OF SCIENCE AND EDUCATION.2018, Т.5, №1, С.6–8.

3. Назарова О.М., Гарькин И.Н. Трудоустройство выпускников Вузов с ОВЗ: проблемы и пути решения// NEWS OF SCIENCE AND EDUCATION.2018, Т.5, №3, С. 64–66.

4. Данилов А.М., Гарькина И.А., Киселев А.А. ВУЗ как система // Региональная архитектура и строительство. – 2015. – №3.– С. 138–143.

5. Куракин В.С., Степанчев Н.С., Скуднов В.М. Метод словесно-образного самовнушения // Медико-биологические и психолого-педагогические

аспекты адаптации, социализации и реабилитации человека. Сборник статей международной научно-практической конференции. Ответственный редактор Соловьев В.Б. – 2015. – С. 85–87.

6. Гарькина И.А., Гарькин И.Н. Методы формирования кадрового резерва для органов государственной власти (на примере Пензенской области) // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 4; URL: http://www.science-education.ru/118-14441 (дата обращения: 29.08.2014).

7. Болдырев С.А., Гарькин И.Н., Медведева Л.М. Адаптация студентов в строительном ВУЗе: социологический аспект // Региональная архитектура и строительство. – 2017. – №1. – С.84–90.

8. Виноградова Н.А., Виноградов О.С. Приоритетные направления развития науки и образования// Пенза: МЦНС «Наука и Просвещение. – 2017. – 280 с.

9. Казаков В.А., Бареева Р.З., Сайфетдинова М.К. Роль производственной практики в формировании профессиональных навыков спасателей// Научно - технические ведомости Санкт-Петербургского государственного университета. – 2010. – №3(106). – С. 231–236.

10. Гарькин И.Н., Медведева Л.М., Абакаров А.Д., Назарова О.М. Обеспечение кадрами строительных специальностей предприятий в сельской местности // «Успехи современной науки и образования». Международный научно-исследовательский журнал. Изд-во г. Белгород. – №7, Т.1. – 2016. – С. 10–12.

11. Виноградова Н.А., Виноградов О.С. Роль внеурочных занятий для совершенствования профессиональных компетенций студентов направления «Техносферная безопасность» // Всероссийская очная конференция «Педагог XXIвека»: Uri: https://mir-olimpiad.ru/konferentsii/31-vserossiiskaya-ochnaya-konferentsiya-pedagog-xxi-veka/#spisok.

12. Гарькин И.Н., Назарова О.М. Информационное сопровождение центров трудоустройства выпускников Вузов// NEWS OF SCIENCE AND EDUCATION. Изд-во Publishing House «Education and Science» s.r.o , Прага. – Т.5, №1. – 2018. – С. 6–8.

13. Еремкин А.И., Худяков В.А., Савенкова Ю. С., Петренко В.О. Система содействия трудоустройству выпускников Вуза в соыременных условиях на рынке труда // Alma Mater, №2. – 2010. – С.45–49.

Статья поступила в редакцию 15.04.2019
Статья принята к публикации 22.05.2019

УДК 614.8

ОТНОШЕНИЕ К ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СПЕЦИАЛИСТОВ В ОБЛАСТИ ТЕХНОСФЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

© 2019

Бочкарева Людмила Петровна, кандидат психологических наук,
доцент кафедры «Защита в чрезвычайных ситуациях»
ПКИТ (ф) Московский государственный университет технологий и управления им. К.Г. Разумовского (Первый казачий университет)
(440026, Россия, г. Пенза, ул. Володарского, 6, e-mail: mila58reg@yandex.ru)
Бодин Олег Николаевич, доктор технических наук,
профессор кафедры «Защита в чрезвычайных ситуациях»
ПКИТ (ф) Московский государственный университет технологий и управления им. К.Г. Разумовского (Первый казачий университет)
(440026, Россия, г. Пенза, ул. Володарского, 6)
Белушкина Ольга Александровна, магистрант
ПКИТ (ф) Московский государственный университет технологий и управления им. К.Г. Разумовского (Первый казачий университет)
(440026, Россия, г. Пенза, ул. Володарского, 6, e-mail: orlovaO1969@yandex.ru)
Богаткина Екатерина Викторовна, магистрант
ПКИТ (ф) Московский государственный университет технологий и управления им. К.Г. Разумовского (Первый казачий университет)
(440026, Россия, г. Пенза, ул. Володарского, 6, e-mail: bogatkinaev2@mail.ru)
Потапова Светлана Николаевна*,* магистрант
ПКИТ (ф) Московский государственный университет технологий и управления им. К.Г. Разумовского (Первый казачий университет)
(440026, Россия, г. Пенза, ул. Володарского, 6, e-mail: psn240673@mail.ru)

Аннотация. Становление личности профессионала представляет длительный процесс. Такие этапы как выбор профессионального пути, освоение профессиональной деятельности, построение профессиональной карьеры, отношение к себе как профессионалу, во многом определяют процесс и результаты профессионального становления личности. Основными новообразованиями, возникающими в процессе профессионального становления, являются: профессиональная направленность, профессионально важные качества, эмоционально-положительное отношение к самой профессии и к профессиональному сообществу. В структурном плане отношение к профессии представляет интегральное образование, включающее мотивационный, эмоционально - волевой, когнитивный компоненты. В рамках данного исследования были изучены эмоциональный и мотивационной компоненты отношения к профессиональной деятельности специалистов пожарной безопасности (пожарные-спасатели). Знание факторов отношения к профессии важно для более глубокого представления о содержании деятельности специалиста по пожарной безопасности, определения пригодности к ней и её осознанного выбора. По мере увеличения стажа профессиональной деятельности специалистов привлекают разные аспекты профессиональной деятельности. Специалистов с большим стажем профессиональной деятельности привлекает социальная значимость их профессии, а также возможность получить социальное признание и уважение. Специалистов с меньшим профессиональным стажем наиболее привлекает в профессии возможность самосовершенствования и саморазвития. Положительное отношение к профессии у пожарных – спасателей связано, в первую очередь, с осознанием гуманистической направленности профессии, её социальной значимостью и высоким статусом в обществе. Мотивационный аспект отношения к профессии связан с изучением мотивов трудовой деятельности специалистов. Было установлено, что независимо от стажа профессиональной деятельности у большинства специалистов приоритетными являются социально значимые мотивы (оказание помощи людям) и интерес к выполняемой деятельности. Соответственно, пожарные - спасатели в своей деятельности руководствуются адекватной трудовой мотивацией, свидетельствующей о положительном отношении к профессии.

Ключевые слова: профессиональная деятельность, профессиональное становление, деятельность в чрезвычайных ситуациях, пожарные-спасатели, отношение к профессии, факторы привлекательности профессии, мотивы профессиональной деятельности.

ATTITUDE TO PROFESSIONAL ACTIVITY OF SPECIALISTS IN THE FIELD OF TECHNOSPHERIC SAFETY

© 2019

Bochkareva Lyudmila Petrovna, candidate of psychological Sciences, associate Professor of the Department “Protection in emergency situations”

K.G. Razumovsky Moscow State University of technologies and management (the First Cossack University)
(440,000, Russia, Penza, Volodarsky St., 6, e-mail: mila58reg@yandex.ru)
Bodin Oleg Nikolayevich, doctor of technical sciences,
professor of the Department "Protection in emergency situations"
K.G. Razumovsky Moscow State University of technologies and management (the First Cossack University)
(440,000, Russia, Penza, Volodarsky St., 6)
Belushkin Olga Alexandrovna, graduate student of the department «Protection in Emergency Situations»
K.G. Razumovsky Moscow State University of technologies and management (the First Cossack University)
(440,000, Russia, Penza, Volodarsky St., 6, e-mail: orlovaO1969@yandex.ru)
Bogatkina Ekaterina Viktorovna, graduate student of the department «Protection in Emergency Situations»
K.G. Razumovsky Moscow State University of technologies and management (the First Cossack University)
(440,000, Russia, Penza, Volodarsky St., 6, e-mail: bogatkinaev2@mail.ru)
Potapova Svetlana Nikolayevna, graduate student of the department «Protection in Emergency Situations»
K.G. Razumovsky Moscow State University of technologies and management (the First Cossack University)
(440,000, Russia, Penza, Volodarsky St., 6, e-mail: psn240673@mail.ru)

Abstract. The formation of the personality of a professional is a long process. Such stages as the choice of a professional path, the development of a professional activity, the construction of a professional career, and the attitude towards oneself as a professional, largely determine the process and results of the professional development of the personality. The main neoplasms arising in the process of professional development are: professional orientation, professionally important qualities, emotionally positive attitude towards the profession itself and the professional community. Structurally, the attitude towards the profession is an integral education, including motivational, emotional-volitional, and cognitive components. In the framework of this study, the emotional and motivational components of the attitude to the professional activities of fire safety specialists (firemen - rescuers) were studied. Knowledge of factors related to the profession is important for a deeper understanding of the content of the fire safety specialist's activities, determination of suitability for it and its informed choice. As the professional experience of specialists increases, various aspects of professional activity are attracted. Professionals with a long professional career are attracted by the social importance of their profession, as well as the opportunity to receive social recognition and respect. Professionals with less professional experience are most attracted to the profession by the possibility of self-improvement and self-development. A positive attitude towards the profession among firefighters - rescuers is connected, first of all, with the awareness of the humanistic orientation of the profession, its social significance and high status in society. The motivational aspect of the attitude to the profession is associated with the study of the motives of the labor activity of specialists. It was found that, regardless of the professional experience of most specialists, socially significant motives (helping people) and an interest in the activities performed are priorities. Accordingly, firefighters-rescuers in their activities are guided by adequate labor motivation, indicating a positive attitude towards the profession.

Keywords: professional activity, professional formation, activity in emergency situations, fire-rescuers, attitude to the profession, factors of attractiveness of the profession, motives of professional activity

Введение. На стадии развития современного технократического общества прослеживается тенденция роста случаев возникновения масштабных техногенных катастроф, аварий и бедствий [1]. Экологический фактор и частое несоблюдение правил противопожарной безопасности людьми дополняют печальную статистику большим количеством пожаров. В связи с этим, особую важность приобретают требования к профессионализму специалистов по пожарной безопасности.

Профессиональная деятельность специалистов по пожарной безопасности предполагает как прогнозирование возможных опасностей, так и участие в ликвидации экологических и техногенных катастрофах. Соответственно, такая профессиональная деятельность относится к группе профессий экстремального характера, т.е., сопряжена с постоянным риском для жизни и осуществляется в условиях дефицита времени и неопределенности ситуации [2].

Исследователи, изучающие профессиональную деятельность, протекающую в условиях возможного возникновения чрезвычайных ситуаций, отмечают, что одной из главных особенностей деятельности профессионалов экстремального профиля является функционирование в условиях длительного и постоянного стресса. Это может приводить к возникновению неблагоприятных психофизиологических и психических состояний, которые способны не только понизить, но и дезорганизовать деятельность (от возникновения волнения, тревоги до неупорядоченной активности в виде нарушения моторики, импульсивных или заторможенных реакций) [3,4]. Соответственно, профессиональная деятельность специалистов по пожарной безопасности предъявляет повышенные требования к психическим ресурсам специалиста, его нервно - психической устойчивости. Поэтому особую значимость в такой профессиональной деятельности приобретает психологическая готовность, которая является необходимым условием успешного выполнения любой деятельности [5].

Проблема отношения к профессии рассматри-

вается исследователями в рамках более глобальной проблемы – процесса становления личности профессионала [6].

По мнению многих исследователей (В.А. Бодрова [7], Л.П. Бочкаревой [8], Э.Ф. Зеера [9], Е.А. Климова [10], Г.С. Никифорова [11] и др.), профессиональное становление является динамическим процессом формирования личности профессионала в ходе профессионального обучения, освоения профессии и выполнения профессиональной деятельности. Основными новообразованиями, возникающими в процессе профессионального становления, являются: профессиональная направленность, профессионально важные качества, ценностное отношение к профессии. Соответственно, реализуя себя в профессиональной деятельности, личность постепенно изменяется, происходит изменение отношения к себе как профессионалу, изменяется и само отношение к профессии.

Как отмечают ряд исследователей (Э.Ф. Зеер [9], А.А. Деркач [12], А.К. Маркова [13], Л.М. Митина [14] и др.), личностные изменения работника, которые происходят в ходе профессионального развития, имеют кардинальное значение для полноценного овладения профессиональной деятельностью и творческой самореализации человека в профессии. При этом профессиональное развитие личности может начаться только в ситуации принятия профессии, когда профессиональные требования рассматриваются человеком как значимые, когда появляется направленность на освоение профессии. Принятие профессии проявляется в виде эмоционально-положительного отношения к самой профессии и к профессиональному сообществу.

А.А. Деркач выделяет следующие структурные компоненты отношения к профессии:

- мотивационный, связанный с осознанием ценностей профессиональной деятельности и удовлетворенностью личности своим социальным и профессиональным положением;

- эмоциональный, характеризующий привлекательность профессии для личности, удовлетворенность избранной профессией;

- когнитивный, определяющий стремление личности к достижению более высокого уровня профессиональных знаний, умений, навыков;

- волевой, характеризующий способности личности преодолевать трудности в процессе профессиональной подготовки и достижения профессионализма [12].

Цели исследования. Целью нашей работы стало изучение особенностей отношения к профессии специалистов по пожарной безопасности с разным стажем профессиональной деятельности. Мы предположили, что существуют различия в отношении к профессиональной деятельности специалистов, находящихся на разных этапах профессионального становления. Эти различия могут выражаться в изменении привлекательности профессии и мотивации профессиональной деятельности.

Мы полагаем, что знание этих факторов важно для более глубокого представления о содержании деятельности специалиста по пожарной безопасности, определения пригодности к ней и её осознанного выбора. Также мы также считаем, что без опоры на системные представления об отношении специалиста по пожарной безопасности к своей деятельности невозможно решать вопросы повышения качества подготовки специалистов.

Материалы и методы. В нашем исследовании принимали участие две группы пожарных-спасателей одной из частей Федеральной противопожарной службы по Пензенской области. В первую группу вошли специалисты со стажем службы более десяти лет, во вторую группу вошли специалисты со стажем профессиональной деятельности от двух до пяти лет. Все участники исследования - мужчины в возрасте от 25 до 40 лет.

Выбор двух групп в исследовании был обусловлен предположением о том, что в процессе профессионализации у специалистов может изменяться привлекательность профессии и мотивация её выполнения, что может отражаться на отношении к профессиональной деятельности.

Для изучения отношения к профессии нами использовалась «Методика изучения факторов привлекательности профессии» (автор В.А. Ядов, в модификации Н.В. Кузьминой, А.А. Реана), которая позволяет определить отношение к профессии через выявление факторов привлекательности профессии [15].

Мотивационный аспект отношения к профессии включает изучение мотивов профессиональной деятельности. Профессиональная мотивация представляет собой систему различных побуждений, которые вызывают трудовую активность человека, направляют ее на достижение профессиональных целей и регулируют структуру и функции деятельности [16]. Для изучения мотивации профессиональной деятельности пожарных-спасателей была использована специально разработанная анкета. Респондентам предлагалось выбрать те мотивы, которые наиболее значимы для их профессиональной деятельности.

Результаты исследования. В соответствии с целью проводимого исследования нас интересовало, как может изменяться привлекательность профессии у специалистов в зависимости от стажа профессиональной деятельности.

Рассмотрим результаты изучения факторов, которые привлекают специалистов в их профессиональной деятельности (таблица 1).

Из таблицы видно, что ведущим фактором привлекательности профессии специалистов обеих групп является возможность самосовершенствования и профессионального роста, приобретения профессиональных умений и навыков при выполнении профессиональных задач.

Таблица 1 – Показатели факторов привлекательности профессии пожарных-спасателей с разным стажем профессиональной деятельности в (%)

Факторы привлекательности профессии	Специалисты со стажем более 10 лет	Специалисты со стажем менее 5 лет
Возможность достичь социального признания	70	80
Возможность оказывать помощь людям	80	90
Возможность самосовершенствования	80	10
Моя профессия одна из самых важных в обществе	66	40
Работа соответствует моим способностям	65	60
Работа способствует самореализации	55	50
Работа соответствует моему характеру	50	60

Соответственно, специалисты пожарной службы вне зависимости от уровня их профессионализации считают этот фактор наиболее значимым в их профессиональной деятельности. По данным исследований именно удовлетворение потребности в профессиональных достижениях, карьере, признании, самосовершенствовании влияет на общую удовлетворенность своей профессией, вне зависимости от сферы профессиональной деятельности [14, 15]. Следует отметить, что субъективная значимость этого фактора более высока у специалистов с меньшим стажем профессиональной деятельности по сравнению с первой группой. Это позволяет нам говорить о том, что по мере профессионализации стремление к профессиональному росту и самореализации у специалистов пожарных увеличивается.

Также высокую значимость в обеих группах получил такой фактор как «возможность оказывать помощь людям». 80 % специалистов первой группы и 90% второй высоко оценили данный фактор. Значимость этого фактора, по-видимому, объясняется тем, что профессия пожарного-спасателя относится к категории «помогающих» профессий, соответственно, выбирая ее, человек уже изначально ориентируется на оказание помощи людям. Исследования показывают, что наиболее адекватной мотивацией профессиональной деятельности пожарного-спасателя являются гуманистические мотивы (желание приносить пользу обществу, оказывать помощь людям) [16].

В число ведущих факторов, значимых для профессиональной деятельности специалистов также вошел такой фактор, как возможность социального признания и уважения. Значимость этого фактора несколько выше у специалистов с меньшим профессиональным стажем сравнению со специалистами с большим стажем профессиональной деятельности. Вполне очевидно, так как молодые специалисты находятся вначале профессиональной карьеры, и потребность в профессиональном признании является для них более актуальной, чем для специалистов с большим стажем, которые уже достигли определенных профессиональных успехов.

В число значимых факторов привлекательности профессии у специалистов обеих групп вошел такой фактор как соответствие профессии имеющимся способностям. Его указали как ведущий 60 % специалистов первой и 65% второй групп. Значимость этого фактора может быть связана с тем, что профессия пожарного-спасателя, предъявляет высокие требования к личности работника и его способностям. Профессиональная деятельность пожарных-спасателей сопряжена со значительными физическими нагрузками и психическими нагрузками, поэтому она предъявляет особые требования к личности специалиста пожарного-спасателя и её психологическим качествам и возможностям.

Итак, специалистов пожарных с профессиональным стажем более 10 лет в отличие от специалистов с меньшим профессиональным стажем привлекает социальная значимость их профессии, а также возможность получить социальное признание и уважение. Специалистов меньшим профессиональным стажем наиболее привлекает в профессии возможность самосовершенствования и саморазвития.

Таким образом, по мере увеличения от профессионального стажа, специалистов пожарной службы привлекают различные характеристики профессиональной деятельности, отражающие в разную степень её освоения и принятия, но в целом, отношение к профессии у пожарных- спасателей с разным стажем является положительным.

Рассмотрим результаты изучения мотивации профессиональной деятельности специалистов пожарных, которые приведены в таблице 2.

Из приведенных в таблице данных видно, что наиболее значимым мотивом профессиональной деятельности для специалистов обеих групп является стремление оказывать помощь, спасать людей (100 % специалистов первой группы и 80 % специалистов второй, отметили данный мотив как ведущий в их деятельности). Также значимым для специалистов обеих групп является такой мотив как интерес к профессиональной деятельности (80% специалистов первой группы и 65 % второй отметили данный мотив как ведущий). Оба эти мотива показывают, что специалисты понимают и осознают социальное предназначение профессии пожарного-спасателя и стремятся его реализовать, невзирая на сложные и опасные условия труда. Однако, среди молодых специалистов процент тех, кто руководствуется такими мотивами все же меньше, по сравнению с сотрудниками с большим стажем профессиональной деятельности.

Таблица 2 – Мотивы профессиональной деятельности пожарных-спасателей (в %)

Мотивы профессиональной деятельности	Специалисты со стажем более 10 лет	Специалисты со стажем менее 5лет
Желание оказывать помощь окружающим («спасение людей»)	100	80
Интерес к деятельности	80	65
Материальная заинтересованность	75	80
Обеспечивает стабильное будущее	70	60
Профессия соответствует моей личности и способностям	45	30
Престиж профессии, её социальная значимость	40	30
Самоутверждение	20	25

В число ведущих мотивов профессиональной деятельности пожарных-спасателей вошел такой мотив, как «материальная заинтересованность» (75% у специалистов первой группы и 80% у второй группы). Несколько большая значимость данного мотива для молодых специалистов объясняется их большими экономическими потребностями, связанными с созданием семьи, приобретением жилья и т.д., по сравнению с коллегами первой группы, у которых аналогичные проблемы уже решены. 70% специалистов первой группы и 60% специалистов второй группы отмечают такой мотив как «профессия обеспечивает стабильное будущее», предполагающий ориентации на различные социальные гарантии и льготы, которые дает деятельность в системе МЧС («ранняя пенсия», «относительно легко устроиться» и т.д.).

Почти половина специалистов первой группы (45%) и 30 % специалистов второй группы отметили влияние в своей профессиональной деятельности такого фактора как соответствие профессии личностным качествам и способностям («люблю рисковать», «нравиться мобилизовывать себя»). Это свидетельствует о правильном профессиональном выборе определенной части специалистов. Совершенно очевидно, что, уже выбирая профессию пожарного - спасателя, человек осознает постоянную необходимость идти на риск, и поэтому в потенциале должен иметь соответствующие способности, необходимые для экстремальной профессиональной деятельности. 40% специалистов первой группы отметили влияние в своей профессиональной деятельности такого фактора как социальная значимость профессии.

Во второй группе отмечают влияние этого мотива меньшее количество молодых специалистов (30%). Эти данные согласуются с результатами изучения факторов привлекательности профессии, согласно которым специалисты со стажем профессиональной деятельности до 5-ти лет, меньше чем их коллеги с большим профессиональным стажем, считают важность и социальную значимость профессии привлекательным фактором своей деятельности. 20% специалистов первой группы и 25% специалистов второй группы отмечают влияние на их профессиональную деятельность мотивов самоутверждения («хочу построить карьеру», «приобрести авторитет» и т.д.).

Итак, изучение мотивов профессиональной деятельности пожарных-спасателей показало, что в структуре мотивации независимо от стажа у большинства специалистов приоритетными являются социально значимые мотивы (оказание помощи людям) и интерес к выполняемой деятельности. На наш взгляд, это может, объясняется тем, что профессия пожарного-спасателя относится к категории «помогающих» профессий, соответственно, выбирая ее, человек уже изначально ориентируется на оказание помощи людям. Меньшую значимость для специалистов имеют индивидуально-ориентированные мотивы (материальная заинтересованность и обеспечение социальной стабильности).

Заключение. В целом проведенное исследование показало, что по мере увеличения от профессионального стажа, специалистов пожарной службы привлекают различные характеристики профессиональной деятельности, отражающие разную степень её освоения и принятия, но в целом, отношение к профессии у пожарных - спасателей с разным стажем является положительным. Пожарные-спасатели независимо от стажа профессиональной деятельности ориентируются на социальную значимость и ценность своей профессии и руководствуются в её выполнении адекватной трудовой мотивацией (интерес к содержанию деятельности мотивы профессионального достижения, мотивы самоактуализации). Эти результаты можно рассматривать как показатели положительного отношения к профессии пожарных-спасателей. Это отношение проявляется в осознании специалистами гуманистической направленности профессии и высокой социальной значимости в обществе.

Однако, отношение к профессии это динамический процесс, оно может меняться на разных этапах профессионального становления под влиянием как объективных, так и субъективных факторов. Поэтому, необходим периодический мониторинг в рамках психологического сопровождения профессионально-личностного развития специалистов в области пожарной безопасности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Казаков В.А., Виноградов О.С., Виноградова Н.А., Наумов Л.В., Макришина М.В. Предупреждение чрезвычайных ситуаций в электрохимических производствах // Научные и образовательные проблемы гражданской защиты, 2012. №1. С.52–57.

2. Психология экстремальных ситуаций для спасателей и пожарных / Под общей ред. Ю.С. Шойгу. М.: Смысл, 2007. 319 с.

3. Долгополова Е.В., Смирнов Б.А. Психология деятельности в экстремальных ситуациях. Х.: Гуманитарный центр, 2007. 276 с.

4. Малкина-Пых И.Г. Экстремальные ситуации. М., Изд-во Эксмо, 2005. 960 с.

5. Дьяченко М.И. Психология высшей школы: учеб. пособие / М.И. Дьяченко, Л.А. Кандыбович. Минск: Тесей, 2003. 352 с.

6. Поваренков Ю.П. Психологическое содержание профессионального становления человека. М.: Издательство УРАО, 2012. 160 с.

7. Бодров В.А. Психологические исследования проблемы профессионализации личности / Психологические исследования проблемы формирования личности профессионала / под ред. В. А.Бодрова. М., 1991. С 3–26.

8. Бочкарева Л.П. Индивидуально-психологические предпосылки профессиональной переориентации: Автореф. дисс. канд. психол. наук. СПб., 1992. 16 с.

9. Зеер Э.Ф. Психология профессий. М.: Академический проект, 2004. 316 с.

10. Климов Е.А. Психология профессионала. М.: Издательство «Институт практической психологии», Воронеж: НПО «МО-ДЭК», 1996. 400 с.

11. Психологическое обеспечение профессиональной деятельности / под. ред. Г.С. Никифорова. М.: Речь, 2010. – 816 с.

12. Деркач А.А. Акмеологические основы развития профессионала. М.: Изд-во Московского психолого-социального института; Воронеж: Изд-во НПО «МОДЭК» 2004. 752 с.

13. Маркова А.К. Психология профессионализма. М.: Изд-во Московского психолого-социального института; Воронеж НПО МОДЭК, 2004. – 752 с.

14. Психологическое сопровождение выбора профессии / под ред. Л.М. Митиной. М.: Московский психолого-социальный институт: Флинта, 2003. 184 с.

15. Куракин В.С., Степанчев Н.С., Скуднов В.М. Метод словестно-образного самовнушения // В сборнике: Медико-биологические и психолого-педагогические аспекты адаптации, социализации и реабилитации человека. Сборник статей международной научно-практической конференции. 2015. С. 85–87.

16. Реан А.А. Практическая психодиагностика личности: Учебное пособие. СПб, Изд-во СПб(у), 2001, 224 с.

Статья поступила в редакцию 15.04.2019
Статья принята к публикации 22.05.2019

УДК 614.8

ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО РИСКА НА ПРИМЕРЕ РАБОТНИКА СТЕКЛОВОЛОКОННОГО ПРОИЗВОДСТВА

© 2019

Румянцева Нина Вячеславовна, кандидат технических наук,
доцент высшей школы техносферной безопасности
Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого
(195251, Россия, г. Санкт-Петербург, ул. Политехническая, 29, e-mail: rumyantseva_nv@spbstu.ru)
Каверзнева Татьяна Тимофеевна, кандидат технических наук,
доцент высшей школы техносферной безопасности
Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого
(195251, Россия, г. Санкт-Петербург, ул. Политехническая, 29, e-mail: kaverzneva_tt@spbstu.ru)
Русскова Ирина Германовна, кандидат технических наук,
доцент высшей школы техносферной безопасности
Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого
(195251, Россия, г. Санкт-Петербург, ул. Политехническая, 29, e-mail: russkova_ig@spbstu.ru)
Авдеева Марина Олеговна, кандидат технических наук,
доцент высшей школы техносферной безопасности
Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого
(195251, Россия, г. Санкт-Петербург, ул. Политехническая, 29, e-mail: avdeeva_mo@spbstu.ru)

Аннотация. В настоящее время одной из основных проблем при разработке и внедрении систем управления охраной труда можно считать процесс оценки профессиональных рисков. Проведение данной процедуры с недавних пор является обязательным на любом предприятии независимо от вида деятельности, хотя утвержденной методики ее проведения до сих пор нет. Возникающие трудности при определении совокупности оценочных показателей (как количественных так и качественных), методов сопоставления полученных результатов таким образом, чтобы можно было сделать наиболее полный вывод о действенности системы управления охраной труда на предприятии, а также дать рекомендации по комплексу мероприятий охраны труда, направленных на улучшение всей системы, а не только ее отдельного элемента, не дают уверенности в том, что вопрос об утвержденной методике будет решен в кратчайшие сроки. Задача определения степени опасности на рабочих местах является актуальной, особенно в условиях, что при проведении специальной оценки условий труда учитываются только гигиенические факторы, в то время, когда число несчастных случаев на производстве в основной связывают с воздействием именно опасных факторов, несовершенством конструкции оборудования, нарушениями технологического процесса, невыполненными требованиями при обслуживании различного оборудования. Решение этих задач обеспечивается возможностью при оценке профессиональных рисков учитывать соблюдение законодательства работодателем в части недопущения и своевременного устранения всех обнаруженных нарушений требований нормативных правовых актов по охране труда, регламентирующих ту или иную производственную деятельности. Кроме того, известно, что работа с нарушениями требований по охране труда является основанием для использования органами государственного надзора и другими контролирующими организациями предоставленных им законом прав для применения санкций за опасные условия труда (или высокий профессиональный риск). Соответсвенно, итогом процедуры оценки профессиональных рисков может быть дифференцирование величины или размера санкций для работодателя в зависимости от степени опасности объектов на рабочих местах. В данной статье описан подход к оценке профессионального риска, в котором представлены преимущества использования показателей риска, полученных посредством оценки травмобезопасности. Работоспособность и результативность данного подхода показана на примере работника стеклодувного производства – ставильщика бобин. Полученные в результате проведенных расчетов данные не только позволяют определять степень безопасности (опасности) рабочего места на момент проведения оценки, но также проводить статистическую обработку собранной с ее помощью информации, тем самым облегчая планирование превентивных мероприятий по охране труда, направленных на сохранение жизни и здоровья работников предприятия.

Ключевые слова: профессиональный риск, показатели риска, травмобезопасность, стекловолоконное производство, система управления охраной труда, рабочее место, условия труда, требования безопасности, трудовая деятельность, безопасность жизнедеятельности, оценка профессионального риска.

APPROACHES TO THE ASSESSMENT OF OCCUPATIONAL RISK ON THE EXAMPLE OF THE EMPLOYEE OF THE FIBERGLASS MANUFACTURING

© 2019

Rumyantseva Nina Vyasheslavovna, candidate of technical sciences,
Associate Professor of the Higher School of Technospheric Safety

Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University
(195251, Russia, St. Petersburg, Polytechnic St., 29, e-mail: rumyantseva_nv@spbstu.ru
Kaverzneva Tatyana Timofeevna, candidate of technical sciences,
Associate Professor of the Higher School of Technospheric Safety
Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University
(195251, Russia, St. Petersburg, Polytechnic St., 29, e-mail: kaverzneva_tt@spbstu.ru)
Russkova Irina Germanovna, candidate of technical sciences,
Associate Professor of the Higher School of Technospheric Safety
Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University
(195251, Russia, St. Petersburg, Polytechnic St., 29, e-mail: russkova_ig@spbstu.ru)
Avdeeva Marina Olegovna, candidate of technical sciences,
Associate Professor of the Higher School of Technospheric Safety
Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University
(195251, Russia, St. Petersburg, Polytechnic St., 29, e-mail: avdeeva_mo@spbstu.ru)

Abstract. Currently, one of the main problems in the development and implementation of occupational safety management systems can be considered the process of assessing occupational risks. This procedure has recently been mandatory in any enterprise, regardless of the type of activity, although there is still no approved methodology for its implementation. The difficulties encountered in determining the totality of the estimated indicators (both quantitative and qualitative), methods of comparing the results in such a way that it was possible to draw the most complete conclusion about the effectiveness of the occupational safety management system at the enterprise, as well as to give recommendations on a set of occupational safety measures aimed at improving the entire system, and not only its individual element, do not give confidence that the issue of the approved methodology will be resolved as soon as possible. The task of determining the degree of danger in the workplace is relevant, especially in conditions that when conducting a special assessment of working conditions, only hygienic factors are taken into account, at a time when the number of accidents at work is mainly associated with the impact of dangerous factors, the imperfection of the equipment design, violations of the technological process, unfulfilled requirements for servicing various equipment. The solution of these problems is provided by the ability to assess professional risks to take into account compliance with the legislation of the employer in terms of elimination of all violations of regulatory legal acts on labor protection, regulating a particular production activity. In addition, it is known that work with violations of labor protection standards is the basis for the use of state supervision bodies and other regulatory organizations of the rights granted to them by law to apply sanctions for dangerous working conditions (or high professional risk). Accordingly, the result of the procedure of assessment of occupational risks may be a differentiation of the amount or size of sanctions for the employer, depending on the degree of danger of objects in the workplace. This article describes an approach to the assessment of occupational risk, which presents the advantages of using risk indicators obtained through the assessment of injury safety. The efficiency and effectiveness of this approach is shown by the example of glass-blowing production worker – bobbin setter. The data obtained as a result of the calculations not only allow to determine the degree of safety (danger) of the workplace at the time of the assessment, but also to carry out statistical processing of the information collected with its help, thereby facilitating the planning of preventive measures for labor protection aimed at preserving the life and health of employees.

Keywords: occupational risk, risk indicators, injury safety, fiberglass production, occupational safety management system, workplace, working conditions, safety requirements, labor activity, life safety, occupational risk assessment.

Введение. Проведение процедуры оценки профессиональных рисков является обязательной независимо от вида деятельности [1], хотя утвержденной методики ее проведения до сих пор нет [2]. В нашей статье рассматривается применение методики оценки профессиональных рисков, основанной на понятие травмобезопасность. Данная процедура была отменена вместе с аттестацией рабочих мест, однако пробел, который образовался в результате отмены показателей травмобезопасности, используемых в комплексе оценок условий труда, до сих пор не восполнен [3,4]. Почему именно показатели травмобезопасности выбраны за основу методики оценки профессиональных рисков? Травмобезопасность – свойство рабочих мест соответствовать требованиям безопасности труда, исключающим травмирование работающих в условиях, установленных нормативными правовыми актами [5]. Травмобезопасность рабочих мест обеспечивается выполнением требований, исключающих повреждения частей тела человека, которые могут быть получены в результате воздействия различного характера: механического (как воздействие оборудования, так и вероятность получения травмы в результате падения человека или предмета на человека); воздействия электрического тока; термического воздействия (повышенное или пониженное значение температур); химического, биологического, тяжести и напряженности [6,7].

Объектами оценки профессионального риска в

данном случае (с использованием показателей травмобезопасности) являются: производственное оборудование; приспособления и инструменты; обеспеченность средствами обучения и инструктажа.

Поэтому использование показателя травмобезопасности при разработке и внедрения методики оценки профессиональных рисков позволяет кроме прямого ее назначения – определять степень безопасности (опасности) рабочего места, отобразить практическую ценность – статистическая обработка собранных с ее помощью результатов, которые помогут при дальнейшем планировании мероприятий по охране труда [8].

Методы. Основным методическим принципом оценки профессионального риска с использованием показателя травмобезопасности является сравнение (сопоставление) фактического состояния объектов оценки (производственного оборудования, приспособлений и инструмента, а также обеспечения средствами обучения и инструктажа) с требованиями безопасности, нормативно-правовых актов, эксплуатационных и технологических документов [8]. Таким образом при проведении оценки профессионального риска был использован подход, результатом которого является:

1. Выявление воздействий отдельных производственных факторов, являющихся или могущих быть опасными и вредными;

2. Определение наличия и уровня безопасности или характер и степень опасности и вредности оцениваемых видов производственного оборудования и производственных процессов, а также рабочих мест, участков, цехов и целых предприятий;

3.Сравнение показателей безопасности аналогичных видов производственных процессов или исследуемого объекта.

Описание задачи. Задача по оценке профессионального риска с использованием подхода учета показателей травмобезопасности может быть реализована за счет поэтапной оценки выполнения требований безопасности к производственному оборудованию, приспособлениям, инструментам, средствам обучения и инструктажа, должны быть приняты во внимание специальные требования, приведенные в правилах по охране труда (ОТ) и других НПА [10,11,12,13,14,15,16.17,18] для рабочих мест конкретных видов производственных процессов: требования к территории, к элементам зданий и сооружений. Оценка может проводиться на предмет выполнения требований безопасности, касающихся соблюдения предельно допустимых уровней опасных и вредных производственных факторов, организация рабочего места с наличием опасных зон, не предусматривающих наличие средств коллективной защиты и (или) средств индивидуальной защиты [19].

Проведение оценки по выполнению требований безопасности может осуществляться с использованием следующих методов: визуальный, экспертный; экспериментальный; по технической документации; а также путем опроса лиц, находящихся на рабочих местах [20].

Основными этапами оценки являются:

1. Проверка необходимой технической документации на объекты оценки в части безопасности труда;

2. Проверка общей работоспособности оборудования в соответствии с регламентированными режимами, а также надежность технологического процесса;

3. проверка устойчивости конструкции машины в целом и отдельных ее узлов, выявление недопустимых колебаний остова или повышенной вибрации отдельных деталей;

4. По каждому пункту требований действующего и распространяющегося на объекты оценки НПА проверяется наличие соответствующих средств защиты (ограждений, сигнализации, тормозных устройств, блокировок и т.д.), органов управления, в том числе для аварийной остановки и специально предусмотренных средств автоматизации и механизации работ;

5. Если на рабочем месте из-за обоснованной технической недостижимости не исключено воздействие опасных факторов на обслуживающий персонал (например, движущихся предметов), то оценивается выполнение других мер безопасности: наличие сигнализации, средств индивидуальной защиты, описание в инструкции по охране труда безопасных приемов работы.

Математическую модель можно представить следующим образом. При оценки используются единичные показатели, определяемые выполнением или невыполнением каждого отдельного предъявляемого требования безопасности, полученная совокупность единичных оценочных показателей образует комплексный показатель.

К единичными показателями можно отнести как гигиенические параметры условий труда, сопоставляя их с предельно допустимыми уровнями, так и сведения о средствах защиты (коллективной, индивидуальной), их исправности.

Полученный комплексный показатель при использовании приемов сопоставления данных, например, применения и дифференциального и комплексного подхода, позволяет сформулировать и решить, как частную задачу обеспечения безопасности, так и общую картину, которая складывается на рабочем месте. характеристика оцениваемого объекта.

Основой дифференциальной оценки является бинарная шкала, в результате использования которой единичные показатели, характеризующие невыполнение предъявляемых требований безопасности, приравниваются нулю, а при соответствии – равным единицы [21]. Алгоритм расчета выглядит следующим образом.

После оценки соответствия или несоответствия

рабочего места предъявляемым требованиям безопасности производится подсчет пунктов «да» и «нет». Для количественной оценки профессионального риска используем индекс Элмери (так называемый индекс безопасности $I_{БРМ}$), процентное соотношение, значение которого может быть от 0 до 100: В данном случае индекс безопасности рабочего места равен (1):

$$I_{брм} = \frac{N_{тб(реал)}}{N_{общ}} \times 100\ \% , \quad (1)$$

где $N_{тб(реал)}$ – число реализованных требований безопасности; $N_{(общ)}$ – общее число требований.

Если для ранжирования рисков использовать следующую пропорцию: что на каждые 10000 выявленных нарушений требований безопасности к рабочим местам (например, отсутствие или неприменение (неправильное применение) средств коллективной или индивидуальной защиты, формальный подход к обучению персонала, или его отсутствие и многое другое) приходится 100 травм с временной потерей трудоспособности, 10 травм с инвалидным исходом и одна травма со смертельным исходом, то можно предложить следующую оценочную шкалу (таблица 1):

Однако, так как последствия нарушений (или невыполнений) требований охраны труда имеют не одинаковые последствия [22] шкала включает в себя категорию выявленных показателей несоответствий, что отражено в столбце комментарии (таблица 1).

Таблица 1 – Оценочная шкала ранжирования профессионального риска

№	Вид риска	Комментарии
1	Низкий риск ($I_{БРМ}$=100%)	Выполняются все требования безопасности, проводятся соответствующие мероприятия по охране труда едены дополнительные, сверхнормативные мероприятия. Отсутствуют работы, требующие оформления наряд-допуска.
2	Допустимый риск ($I_{БРМ}$=100%)	Выполнены все требования безопасности, Но есть незначительные нарушения требований безопасности, связанных с состоянием средств защиты, но не влияющих на их функции.
3	Средний риск (100%>$I_{БРМ}$>80%)	Зафиксированы невыполненные требования на рабочем месте. Возможность получения микротравм и легких травм.
4	Высокий риск (80%>$I_{БРМ}$>50%)	Зафиксированы невыполненные требования на рабочем месте. Возможность получения тяжелых травм с количеством дней нетрудоспособности 60 дней.
5	Очень высокий риск (50%>$I_{БРМ}$>30%)	Зафиксированы невыполненные требования на рабочем месте. Возможность: получения тяжелых травм с утратой трудоспособности (инвалидность) и т.д.
6	Недопустимый риск ($I_{БРМ}$<30%)	Зафиксированы невыполненные требования на рабочем месте. Возможность: получение травм со смертельным исходом.

Оценочная шкала ранжирования профессионального риска построена по принципу нарастания тяжести ожидаемых последствий травм аналогично нарастанию количества выявленных несоответствий требованиям охраны труда рабочих мест, учитывая весовой прирост выявленных несоответствий [21].

Результаты. На основе рассмотренной выше методики была проведена оценка профессионального риска работника – ставильщика бобин. На рабочем месте установлено оборудование, которое используется на стекловолоконном производстве, называемое шпулярник.

В результате предварительной работы по изучению условий труда на рабочем месте были использованы следующие исходные данные: схема и план размещения оборудования; техническая документация по оборудованию, включающая конструкцию оборудования, технологический процесс.

Кроме того, были опрошены руководитель производства и сами работники – ставильщики бобин.

Таким образом, полученные исходные данные легли в основу проведения оценки профессионального риска с использованием показателей травмобезопасности выбранного нами оборудования.

Обсуждение. Шпулярник – это конструкция, которая представляет собой металлический каркас, на котором размещены бобинодержатели, нитепроводники, рамки с натяжными приборами, сигнальные устройства и контактные крючки механизма автоматического останова машины при обрыве нити.

Шпулярник – состоит из двух этажей – по 3,5 тыс. мест для бобин на каждом этаже (в сумме 7 тыс. бобин), крепится к фундаменту с помощью анкерных болтов. Стойки шпулярника выполнены из литых чугунных труб, жестко связанных связями.

В конструкции использованы гребенки с фарфоровыми «флажками», что обеспечивает надежность в прохождении нитей и предохраняет от их провисания.

Общая схема рабочего места ставильщика бобин, чей профессиональный риск оценивался с помощью описанной выше методики представлена на рисунке 1.

Анализ исходных данных позволил определить перечень нормативно-правовых актов, в которых указаны требования к рабочему месту ставильщика бобин:

Оценка описанного оборудования проводилась по методике путём сравнения (сопоставления) фактического состояния с требованиями нормативных правовых актов, эксплуатационных и технологических документов. Основанием для проведения оценки являются требования документов для оборудования шпулярник, для средств обучения и инструктажа. Например, по конструкции шпулярника

состояние оборудования считалось безопасными, если: нет видимых повреждений, находится в устойчивом положении; отсутствуют острые края и углы, которые могут привести к травмам; отсутствуют незащищенные движущиеся части; имеется информация о своевременном проведении испытания; на оборудование нанесены сигнальные цвета, имеются четкие и хорошо видимые знаки безопасности и т.д. по другим требованиям.

В результате оценки профессионального риска ставильщика бобин по описанной методике были выявлены следующие несоответствия требованиям нормативным правовым актам, эксплуатационным и технологическим документам:

1. Конструкция рабочего места не обеспечивает удобную рабочую позу и выполнение трудовых операций в пределах зоны досягаемости моторного поля (установка бобин на бобинодержатель ведется на расстоянии 800 мм от края рабочей поверхности [10].

2. Не обеспечивается прямое и свободное положение корпуса работающего или наклон его в перед не более чем на 15 градусов от вертикали [10,11].

3. Размер прохода между секциями, составляющими 576 мм, будет препятствовать нахождение в нем работника, устанавливающего бобины [10].

4. Установка бобин на верхние бобинодержатели планируется осуществлять с лестницы высотой 1,4 м, подъем на эту лестницу с бобиной в руках увеличивает нагрузку на опорно-двигательный аппарат и риск получения травмы вследствие падения с лестницы [10].

5. При массе одной бобины от 6-7 кг и 19-20 кг и общим количеством перемещаемых бобин (частоты перемещения за смену) от 1000 до 1070 шт. при работе 2-х ставильщиков возникающая нагрузка превышает допустимые нормы [13,14,15].

6. Перемещение работников вверх и вниз по лестнице ведёт к увеличению физической нагрузки и создаёт опасность получения травмы вследствие возможного подскальзывания на ступенях.

7. Средства обучения и инструктажа выполнены с нарушениями требований Методических рекомендаций по разработке государственных нормативных требований охраны труда [16].

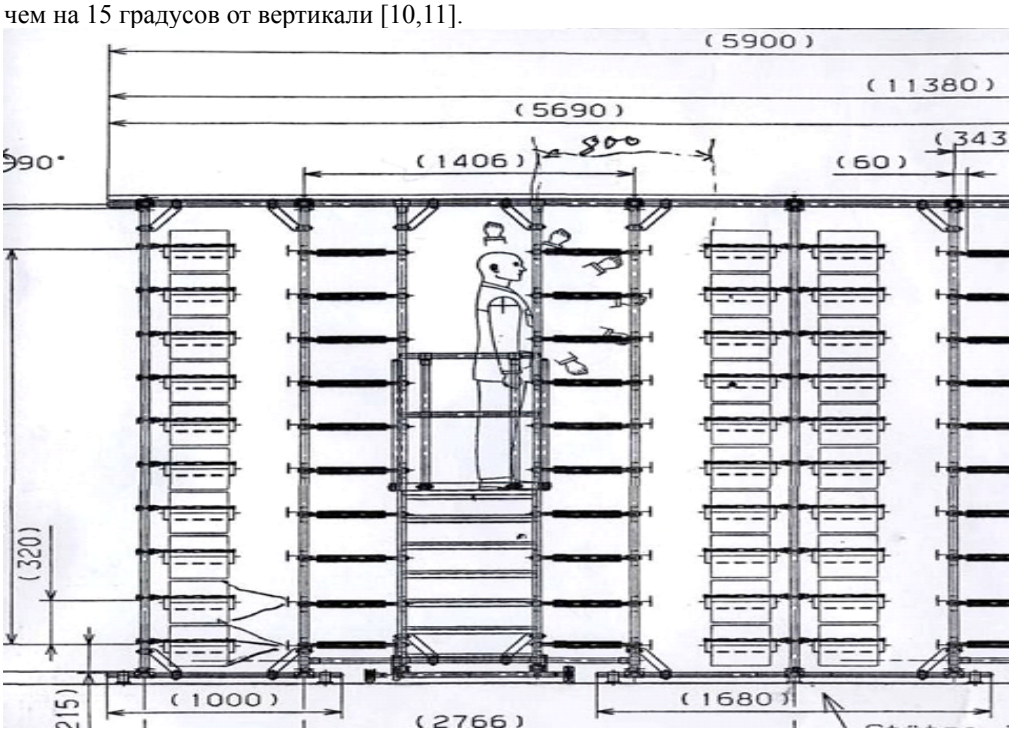


Рисунок 1 – Общая схема рабочего места ставильщика бобин

По данным полученным при оценки оборудования шпулярник ($N_{тб(реал)}$ = 5; $N_{(общ)}$=15); индекс безопасности рабочего места принимает следующее значение (2) :

$$I_{брм} = \frac{5}{15} \times 100\ \% = 33,3\ \%, \quad (2)$$

Что по оценочной шкале соответствует очень высокому риску и требует немедленной разработки соответствующих мер.

Заключение. Данный подход при оценки профессиональных рисков позволяет не только выявить слабые места в управлении охраной труда (констатация факта наличия или отсутствия нарушений требований охраны труда), но и определить весовое значение выявленных нарушений при вероятности получения травмы, что позволяет планировать предупредительные мероприятия по охране труда. Формирование у персонала организации современных взглядов на планирование деятельности в области охраны труда, за счет их активного участия в процессе оценки профессионального риска, также является еще одним преимуществом данного подхода.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 27.12.2018), статья 209.

2. Мясников В., Салкуцан В. Strategy of labour safety management Life Science Journal. 2014. Т. 11. № 10s. С. 225–227.

3. Киреева Л. А., Каверзнева Т. Т. Общие тенденции изменения законодательства в области охраны труда XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. 2018. Т. 7. № 4 (44). С. 256–262.

4. Баклага И.Н., Каверзнева Т. Т., Салкуцан В.И. Противоречия в нормативных документах, по специальной оценке, условий труда В сборнике: Неделя науки СПбПУ материалы научной конференции с международным участием. Высшая школа техносферной безопасности. 2017. С. 79.

5. МУ ОТ РМ 02-99 "Методические указания Оценка травмобезопасности рабочих мест для целей их аттестации по условиям труда".

6. ГОСТ 12.0.003-2015 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.

7. Федеральный закон Российской Федерации от 28 декабря 2013 г. N 426-ФЗ «О специальной оценке условий труда».

8. Лобанова М.Н., Румянцева Н.В. Использование процедуры оценки профессиональных рисков в системе управления охраной труда В сборнике: Неделя науки СПбПУ материалы научной конференции с международным участием. Высшая школа техносферной безопасности. 2017. С. 10.

9. Бызов А.П., Ефремов С.В. Методические подходы к оценке индивидуального и коллективного рисков для площадочных взрывопожароопасных объектов. Безопасность жизнедеятельности. 2012. № 1 (133). С. 15.

10. ГОСТ 12.2.003-91 ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности.

11. ГОСТ 12.2.033-78 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ стоя. Общие эргономические требования.

12. ГОСТ 12.2.061-81. Межгосударственный стандарт. Система стандартов безопасности труда. Оборудование производственное. Общие требования безопасности к рабочим местам.

13. Постановление Правительства РФ от 06.02.1993 N 105 "О новых нормах предельно допустимых нагрузок для женщин при подъеме и перемещении тяжестей вручную".

14. СанПиН 2.2.0.555-96. 2.2. Гигиена труда. Гигиенические требования к условиям труда женщин. Санитарные правила и нормы.

15. Р 2.2.755-99 . "Гигиенические критерии оценки и классификации условий труда по показателям вредности и опасности условий труда, тяжести и напряженности трудового процесса".

16. ГОСТ 12.0.004-2015 ССБТ. Организация обучения безопасности труда. Общие положения

17. ГОСТ 12.2.007.0-75 ССБТ. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности.

18. ГОСТ 12.3.002-75 ССБТ. Процессы производственные. Общие требования безопасности

19. Никулин А.Н., Ефремов В.С., Карабута С.В. Моделирование производственного освещения с целью снижения производственного травматизма. Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2014. № 3. С. 193–200.

20. Мясников В.Н., Ульянов А.И. Повышение эффективности мероприятий по улучшению условий и охраны труда Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2015. № S60-2. С. 173–180.

21. Румянцева Н.В. (2012). Экспериментально теоретическое обоснование методики оценки условий труда на малых предприятиях строительной отрасли, Санкт-Петербург.

22. Ульянов А.И. Применение методов оптимизации в системе управления охраной труда В сборнике: Международная конференция по исследованиям в области обеспечения качества Сборник научных трудов Международной научно-практической конференции. 2017. С. 53–54.

Статья поступила в редакцию 12.04.2019
Статья принята к публикации 22.05.2019

УДК 614.8

МЕТОДИКА СНИЖЕНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО РИСКА ПО ФАКТОРУ ТЯЖЕСТИ ТРУДА

© 2019

Ульянов Алексей Игоревич, ассистент высшей школы техносферной безопасности
Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого
(195251, Россия, г. Санкт-Петербург, ул. Политехническая, 29, e-mail: uljanovalexsei@bk.ru)
Каверзнева Татьяна Тимофеевна, кандидат технических наук, доцент,
доцент высшей школы техносферной безопасности
Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого
(195251, Россия, г. Санкт-Петербург, ул. Политехническая, д. 29 e-mail: kaverztt@mail.ru)

Аннотация. Предложен механизм планирования мероприятий по охране труда, основанный на оценках ежегодных приращений профессионального риска, что позволяет своевременно реагировать на динамичное изменение условий труд, характерное для строительной отрасли. Рассмотрена возможность установить связь между изменением показателей профессионального риска в течение трудового стажа и эффективности проводимых мероприятий по охране труда. Использование в методике подходов по оценке накопления профессионального риска в течение трудового стажа позволяет прогнозировать уровни рисков на различных временных этапах трудового стажа работников, что может служить основанием для формирования гибкой стратегии развития охраны труда на предприятии с целью достижения нормативных уровней показателей вредных и опасных факторов производственной среды. Представляется весьма перспективным в задачах повышения эффективности охраны труда на предприятии создание механизмов принятия решений, ориентированных на динамику изменения производственной среды и профессиональной подготовки персонала, описываемую в оценках накопления профессионального риска и ее изменений при управлении состоянием производственной среды. Практическое применение методики снижения профессионального риска по фактору тяжести труда показало возможность ее применения для предприятий строительной отрасли.

Ключевые слова: профессиональный риск, тяжесть труда, строительство, накопление профессионального риска, риск-ориентированный подход.

TECHNIQUE TO REDUCE OCCUPATIONAL RISK BY FACTOR OF LABOR SEVERITY

© 2019

Uljanov Aleksey Igorevich, assistant, of higher school of technospheric safety
Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University
(195251, Russia, St. Petersburg, Polytechnic St., 29, e-mail: uljanovalexsei@bk.ru)
Kaverzneva Tatiana Timofeevna, candidate of technical sciences, associate professor, associate professor of higher school of technospheric safety
Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University
(195251, Russia, St. Petersburg, Polytechnic St., 29, e-mail: kaverztt@mail.ru)

Abstract. The proposed planning mechanism for labor protection measures, which allows you to respond in a timely manner to the dynamic change in working conditions characteristic of the construction industry. Considered the possibility to establish a link between the modified indicators of occupational risk and the effectiveness of labor protection measures. The use of approaches to the assessment of the accumulation of occupational risk in the course of work experience allows us to predict risk levels at various time stages of work experience for workers, which can serve as a basis for developing a flexible strategy for developing occupational safety in an enterprise in order to achieve regulatory levels of harmful and hazard factors of the working environment. It seems very promising in the tasks of increasing the efficiency of labor protection at the enterprise to create decision-making mechanisms focused on the dynamics of changes in the working environment and personnel training, described in assessments of the accumulation of occupational risk and its changes in managing the state of the working environment. The practical application of the technique to reduce occupational risk by factor labor severity has shown its applicability to enterprises of the construction industry.

Keywords: occupational risk, labor severity, construction, accumulation of occupational risk, risk-oriented approach.

Введение. Изучение состояния условий труда в строительстве показало, что наблюдается рост числа рабочих мест, не отвечающих санитарно-гигиеническим требованиям, в том числе по фактору тяжести труда [1-3]. Одной из основных причин такой ситуации является недостаточная обоснованность мероприятий по охране труда (ОТ) [4]. Видится перспективным в рамках внедрения систем управления охраной труда разрабатывать механизмы обоснованного выбора мероприятий, используя риск-ориентированный подход.

В системах управления охраной труда (СУОТ) известны экономические подходы к управлению ОТ [5-11], которые не дают формализованного описа-

ния производственной среды и условий труда, а также возможности прогнозирования изменений производственной среды, универсальных механизмов регулирования безопасности труда на предприятии.

Примером эффективной СУОТ являются модель TYTA [12,13], представляющая инструмент оценки стоимости охраны труда в системе постоянного мониторинга расходов на улучшение производственной среды, где критерием эффективности принятых решений является уменьшение прямых и косвенных потерь предприятия. Использование экономических моделей не всегда оправдано из-за сложности их применения [14] и в некоторых случаях воздействие условий труда работника учитывается косвенно.

Применение проактивного подхода к управлению ОТ предполагает использование показателей профессионального риска [15] и дает возможность решить проблемы, имеющиеся в описанных выше моделях. Предлагается обсудить методику снижения профессионального риска по фактору тяжести труда. Задача состоит в определение механизма планирования мероприятий по ОТ, основанного на оценках ежегодных приращений профессионального риска, и проверить ее работоспособность.

Методика. Зададим, что профессиональный риск по фактору тяжести труда накапливается в течение трудового стажа [16]. В этом случае эффективность мероприятий по охране труда можно выразить через показатель снижения профессионального риска ε [17]:

$$\varepsilon = \sum_{m=1}^{3} k_m \frac{Z_m}{Z_{max}}, \quad (1)$$

где Z_{max} – максимальные затраты на проведение мероприятий по ОТ, k_m и Z_m – соответственно коэффициент эффективности и затраты на проведение m-ого мероприятия, М – количество возможных мероприятий по ОТ.

Мероприятия по охране труда условно разделим на организационные, лечебно-профилактические, технологические, присвоив им соответствующие коэффициенты эффективности k_O, $k_{л/п}$, k_T.

Для определения эффективности мероприятий по охране туда на предприятии выбраны показатели: степень выявляемой на медицинских осмотрах профессиональной заболеваемости ($П_{ос}$, %); индекс Элмери (Э,%); степень использования ручного труда ($Р_{тр}$, %). Используя значения коэффициентов k_O, $k_{л/п}$, k_T, производится оценка каждой группы мероприятий по критериям, установленным в таблице 1.

Таблица 1 – Коэффициенты эффективности (k_O, $k_{л/п}$, k_T)

Категория эффективности	Коэффициенты эффективности ($k_{л/п}$, k_O, k_T)		
	Организационные мероприятия (k_O)	Лечебно-профилактические мероприятия ($k_{л/п}$)	Технологические мероприятия (k_T)
1 категория (не эффективно)	0	0	0
2 категория (низкая эффективность)	0-0,169	0-0,169	0-0,169
3 категория (средняя эффективность)	0,17	0,17	0,17
4 категория (высокая эффективность)	0,171-0,3	0,171-0,3	0,171-0,3
5 категория (максимальная эффективность)	0,3(3)	0,3(3)	0,3(3)

В оценке профессионального риска предлагается использовать индекс суставных болей (ИСБ) [18], получаемый через анкетирование работников, где выявляются частота и локализация болей в опорно-двигательном аппарате.

Разобьем методику на пять этапов.

Первый этап заключается в оценке фактического накопления профессионального риска по методу Сорокина Г.А. [18] и определяется безопасный стаж для рассматриваемых групп работников.

На втором этапе задается необходимый безопасный стаж и устанавливается безопасный прирост риска $\Delta R_б$ по соотношению $\frac{T_б}{T_{пенс}} = \frac{\Delta R_б}{\Delta R}$.

На третьем этапе оцениваются фактически реализуемый мероприятия по охране труда по значениям k_O, $k_{л/п}$, k_T, ε и предлагаются направления повышения их эффективности. В соответствии с выбранными направлениями формируются альтернативные планы мероприятий и рассчитываются для них коэффициенты снижения профессионального риска $\varepsilon_1, \varepsilon_2 \ldots \varepsilon_n$.

На четвертом этапе определяются ожидаемые значения риска и соответствующие значения безопасного стажа $T_б$ для каждого плана мероприятий: $R = \frac{1}{2}\left(1 + th\left(\varepsilon \cdot \frac{(t - t_{0,5})}{T_б}\right)\right)$ [19], строятся графики накопления профессионального риска.

На пятом этапе проводится выбор плана мероприятий по двум критериям $T_б$ и Z/Z_{max} с помощью метода линейной свертки [20]:

$$J_n = T_б^{\alpha_1} \cdot \frac{Z_n}{Z_{max}}^{\alpha_2} \to \min, \alpha_i > 0, \sum_{i=1}^{2} \alpha_i = 1, \quad (2)$$

где α_i – весовой коэффициент, рассматриваемый как показатель относительной значимости частных критериев. Весовые коэффициенты выбираются экспертно в зависимости от значимости двух критериев $T_б$ и Z/Z_{max}.

Этапы реализации методики снижения профессионального риска по фактору тяжести труда представлены в алгоритме (рисунок 1).

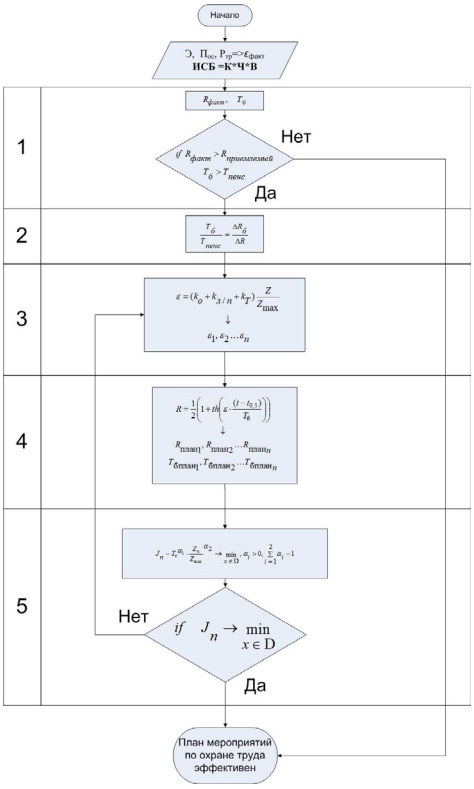


Рисунок 1 – Алгоритм реализации методики снижения профессионального риска по фактору тяжести труда

Результаты и обсуждение. Предложена методика, позволяющая формировать гибкую стратегию по охране труда для достижения заданного уровня безопасности труда. Методика была использована для планирования на ряде предприятий строительной отрасли. Предлагается рассмотреть результаты ее применения на одном из предприятий.

На рассматриваемом предприятии были выявлены 2 группы бетонщиков второго разряда, для которых установлен класс условий труда 3.1 (по тяжести труда).

Методика применялась для группы 1, а в группе 2 реализовывался фактический план мероприятий. Оценка фактического риска для группы 1 и группы 2 позволила определить для них безопасный стаж (группа 1 – $T_б$=5 лет, группа 2 – $T_б$=6 лет), что говорит о необходимости снижения профессионального риска для обеспечения нормативного безопасного стажа $T_{пенс}$=45 лет.

Для достижения нормативного безопасного стажа было предложено две стратеги: в стратегии 1 предлагалось перераспределить средства на лечебно-профилактические мероприятия; в стратегии 2 предлагалось понизить тяжесть труда рациональным выбором инструмента и оснастки.

Экспертное рассмотрение стратегий 1 и 2 позволило задать коэффициенты эффективности (k_O, $k_{л/п}$, k_T), относительные затраты Z/Z_{max} и рассчитать коэффициенты снижения риска ε (таблица 2).

Таблица 2 – Результаты расчета степени снижения годового прироста профессионального риска

Наименование стратегии	Весовые коэффициенты ($k_{л/п}$, k_O, k_T)			Коэффициент снижения риска ε
	Организационные мероприятия (k_O)	Лечебно-профилактические мероприятия ($k_{л/п}$)	Технологические мероприятия (k_T)	
Фактическое состояние	0,29	0,16	0	0,36
Стратегия 1	0,29	0,3(3)	0	0,5
Стратегия 2	0,29	0,16	0,3(3)	0,78

Сделан прогноз накопления профессионального риска и определены ожидаемые значения безопасного стажа для двух стратегий (рисунок 2, таблица 3).

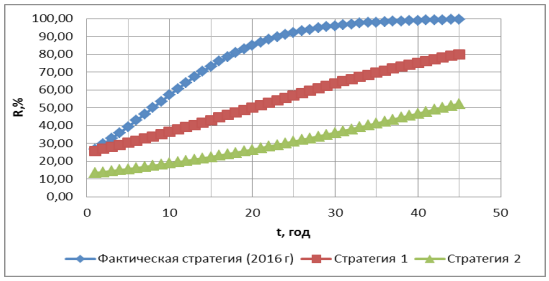


Рисунок 2 – Графики накопления рофессионального риска бетонщиков при различных стратегиях управления ОТ

Выбор стратегии по охране труда для бетонщиков поводился при значении весового коэффициента α_i равным 0,5 при равной значимости частных критерия $T_б$ и Z/Z_{max} (таблица 3).

Таблица 3 – Результаты оценки профессионального риска при различных стратегиях реализации плана мероприятий ОТ

Годовой прирост профессионального риска	$T_б$	Z/Z_{max}	J
Стратегия 1	18	0,8	3,8
Стратегия 2	28	1	5,3

Результаты полученных расчетов позволили рекомендовать реализовать стратегию 1.

Реализация предложенной стратегии проходила в течение двух лет (2017-2018 гг.). Был выбран новый медицинский центр для проведения периодических м/о. По результату работы с группой 1 бетонщиков были выданы рекомендации по приобретению разгрузочных поясов и безопасных приемов проведения операций с повышенной тяжестью труда. Помимо регламентных медицинских осмотров проводились дополнительные опросы бетонщиков для оценки ИСБ.

По полученным фактическим данным о накоплении профессионального риска определено, насколько эффективно сработали предложенные

мероприятия по охране труда. Средний ежегодный прирост профессионального риска для группы 1 – снизился с 6,8% до 4,4%. Как мы видим, ежегодный прирост риска с применением уточненного плана мероприятий снизился, но не достаточно для достижения нормативного безопасного стажа – 45 лет (безопасный стаж составил 10 лет). Предприятию было предложено для обеспечения нормативного безопасного стажа предусмотреть в плане развития предприятия капитальные затраты на механизацию проводимых бетонщиками тяжелых работ с использованием отбойных молотков.

Заключение. Разработанная методика снижения профессионального риска по фактору тяжести труда позволяет формировать план мероприятий по охране труда при обеспечении минимального ежегодного приращения профессионального риска, а также формировать стратегию управления охраной труда в строительстве, обеспечивающую нормативные значения показателей вредных факторов производственной среды.

Предложен алгоритм реализации методики снижения профессионального риска по фактору тяжести труда, позволяющий осуществить обоснованный выбор мероприятий для достижения допустимой нагрузки на опорно-двигательный аппарат работников и отслеживать изменение риска тяжести труда в зависимости от эффективности применяемых мероприятий по охране труда. При разработке методики рассматривался фактор трудового процесса тяжесть труда, что ограничивает область ее применения и требует дальнейших исследований по учету всех факторов, влияющих на условия труда строителей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Санкт-Петербург: [краткий статистический сборник] / Управление Федеральной службы государственной статистики по г. Санкт-Петербургу и Ленинградской обл.(Петростат). 2017. – 2018. – 99с.

2. Регионы России: социально-экономические показатели: статистический сборник / Федер. служба гос. статистики (Росстат). 2017. – 2017. – 1402 с.

3. Ефремов С.В., Идрисова Д.И. Оценка условий труда операторов тяжелой техники при проведении вскрышных работ В сб.: Аэрология и безопасность горных предприятий Сборник научных трудов. Сер. “Библиотека горного инженера” 2013. С. 141–147.

4. Кульбовская Н.К. Экономика охраны труда (разработка концепции государственного управления охраной труда). – М.: Экономика, 2011. – 247 с.

5. Бухтояров В.Ф., Сабиров Н.З. Оценка экономической и социальной эффективности мероприятий по улучшению условий и охраны труда / В.Ф. Бухтояров, Н.З. Сабиров; Федеральное агентство ж.-д. трансп., Фил. Уральский гос. ун-т путей сообщ. Челябинский ин-т путей сообщ. – Челябинск: ЧИПС, 2011. – 35 с.

6. Качалов Н.А. Экономическая эффективность затрат на охрану труда и пути ее повышения: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата экономических наук. – М., 2010. – 24 с.

7. Каверзнева Т.Т. Оценка эффективности мероприятий по охране труда в малых предприятиях / Т. Т. Каверзнева, Н. В. Румянцева // Безопасность в техносфере. – 2010. – № 3: – С. 27-31.

8. Johanson, U., Joren, A. Personalekonomi («Human resource costing and accounting»), Tjänstemännens Bildningverksamhet. – Stockholm, Sweden, 1993.

9. Белова Т.И., Лумисте Е.Г., Ляхова Л.А., МаркарянцЛ.М., Агеенко Л.В., Сухов С.С. Безопасность жизнедеятельности. Практикум для студентов высших учебных заведений. – Брянск: Из-во Брянской государственной сельскохозяйственной академии, 2006. – 184 с.

10. Hopkins, Andrew. Making Safety Work: Getting Management Commitment to Occupational Safety and Health. Sydney: Allen&Unwin, 1995

11. Aldrich, Mark. Safety First. Baltimor: Johns Hopkins University Press, 1997.

12. Охрана труда и бизнес // портал Труд-Эксперт. Управление [Электронный ресурс]. – URL: http://www.trudcontrol.ru/files/editor/files/economic_book.pdf

13. Экономический подход к контролю за состоянием охраны труда // портал Института промышленной безопасности, охраны труда и социального партнерства [Электронный ресурс]. – URL: http:// http://base.safework.ru/safework?print&nd=444400043

14. Кульбовская Н.К. Экономика охраны труда (разработка концепции государственного управления охраной труда). – М.: Экономика, 2011. – 247 с.

15. ГОСТ 12.0.230-2007. Межгосударственный стандарт. Система стандартов безопасности труда. Системы управления охраной труда. Общие требования [Электронный ресурс] . – Введ. 2007–07–10. – М. : Интернет-портал Консультант плюс, 2019. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_135558.

16. Профессиональная патология: национальное руководство /под ред. Н.Ф. Измерова. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2011. – 784 с.

17. Мясников В., Салкуцан В. Strategy of labour safety management Life Science Journal. 2014, Т. 11. № 10s. С. 225–227.

18. Сорокин Г. А. Утомление и профессиональный риск. – Санкт-Петербург: Изд-во Политехнического университета, 2008. – 367 с.

19. Мясников В.Н., Ульянов А.И. Повышение эффективности мероприятий по улучшению условий и охраны труда. // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2015. № S11-60-2. С. 173–180.

20. Аргучинцев А.В., Беников А.И. Введение в оптимизацию: учебное пособие: [для студентов математических, экономических и технических направлений и специальностей] / А. В. Аргучинцев, А. И. Беников; М-во образования и науки Российской Федерации, Иркутский гос. ун-т, Ин-т математики, экономики и информатики. – Иркутск: Изд-во ИГУ, 2011. – 105 с.

Статья поступила в редакцию 10.04.2019
Статья принята к публикации 22.05.2019

УДК 504: 656.2

ОЦЕНКА И ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОСФЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА

© 2019

Донцов Сергей Александрович, кандидат технических наук,
доцент кафедры «Управление безопасностью в техносфере»
Российский университет транспорта (МИИТ)
(127994, Россия, г. Москва, ул. Образцова,.9, стр. 9, e-mail: sdonzov@rambler.ru)

Аннотация. Показана исключительная роль объектов транспорта в обеспечении безопасности жизнедеятельности человека, приведена классификация и оценка выбросов вредных веществ, образующихся в процессе производственной эксплуатации передвижных источников железнодорожного транспорта. Приведен обзор нормативно-методических документов и проанализирована действующая в отрасли модель управления выбросами от подвижного состава, доказана ее невозможность обеспечить в полной мере заданный уровень безопасности. Предложен пошаговый комплекс решений, направленный на минимизацию поступления поллютантов в атмосферный воздух и рабочую зону, предусматривающий: внедрение нового экономичного и экологичного подвижного состава; снижение уровня выбросов вредных веществ за счет модернизации тепловозных дизелей; конструктивные и эксплуатационные мероприятия, обеспечивающие снижение дымности отработавших газов и выбросов оксидов азота; мероприятия, связанные с применением нетрадиционных топлив и добавок к топливам. Приведенные решения позволяют выполнить действующие нормы безопасности, улучшить показатели
качества воздушной и рабочей среды персонала.

Ключевые слова: техносферная безопасность, атмосферный воздух, вредные вещества, передвижные источники, железнодорожный транспорт.

ASSESSMENT AND ENSURING TECHNOSPHERE SAFETY AT OPERATION OF THE ROLLING STOCK

© 2019

Dontsov Sergey Aleksandrovich, Candidate of Technical Sciences,
associate professor “Management of safety in a technosphere”
Russian university of transport (MIIT)
(127994, Russia, Moscow, Obraztsov St., 9, 9, e-mail: sdonzov@rambler.ru)

Abstract. The exclusive role of transport facilities in ensuring the safety of human life is shown, the classification and assessment of emissions of harmful substances generated during the production operation of mobile sources of railway transport is given. The review of standard and methodical documents is provided and the model of management of emissions operating in the industry from the rolling stock is analysed, its impossibility to provide fully the set safety level is proved. The step-by-step complex of decisions directed to minimization of receipt of pollyutant in the atmospheric air and the work area providing is offered: introduction of the new economic and eco-friendly rolling stock; decrease in level of emissions of harmful substances due to modernization of diesel diesels; the constructive and operational actions providing decrease in smoke of the fulfilled gases and emissions of nitrogen oxides; the actions connected with use of nonconventional fuels and additives to fuels. The provided decisions allow to execute existing rules of safety, to improve indicators qualities of an air and working environment of personnel.

Keywords: technosphere safety, atmospheric air, harmful substances, mobile sources, railway transport.

Введение. Известно, что использование любого транспорта наряду с полезной работой имеет и отрицательные аспекты, это потребление топливно-энергетических ресурсов, поступление в воздух вредных веществ (ВВ), различного рода физические воздействия, хотя железнодорожный транспорт и призван в мире одним из наиболее экологически эффективных видов транспорта с энергетической эффективностью в 2-3 раза выше автомобильного [1-2].

Несмотря на это, железнодорожный транспорт является крупным потребителем топливо-энергетических, минеральных и водных ресурсов, и соответственно источником загрязнения окружающей среды [3-6].

Стационарные и передвижные объекты железнодорожного транспорта являются источниками поступления ВВ в атмосферный воздух, а соответственно и в воздух рабочей зоны [4-6].

Так, средние коэффициенты эмиссии парниковых газов в грузовых перевозках в гт/км составляют для гражданского среднемагистрального лайнера – 656,0; для автомобиля (класса евро 3) – 72,0; для поезда на тепловозной тяге – 35,0 и поезда на электрической тяге – 18,0 [2].

Минимизация загрязнения окружающей среды подвижным составом достигается за счет применения электрической тяги, которая исключает выбросы ВВ в атмосферный воздух.

Цели исследования. Целями настоящего

исследования явилось: изучение вклада выбросов ВВ от стационарных объектов отрасли, анализ существующей системы управления выбросами ВВ в техносфере, разработка рекомендаций по минимизации загрязнения атмосферы и воздуха рабочей зоны.

Существующая система контроля загрязнения производственной среды основана на количественном сравнении компонентов состава проб с существующими нормативами предельно-допустимых концентраций ВВ.

Опасность техногенного воздействия на элементы окружающей и трудовой среды оценивается на основании суммарного коэффициента техногенного загрязнения, определяемого по валовому количеству содержания ВВ [5-7].

Условия труда персонала железнодорожного транспорта находящегося в кабинах подвижного состава, на полигонах и открытых технологических площадках, характеризуются постоянным наличием в воздухе рабочей зоны продуктов сгорания топлива, паров веществ, перевозимых вагонами, а также воздействием сезонных климатических колебаний [7-9].

Материалы и методы исследования. Управление деятельностью по снижению антропогенной нагрузки Холдинга на атмосферный воздух осуществляется согласно Климатической доктрины Российской Федерации [10]; Экологической стратегии ОАО «РЖД» на период до 2020 г. и на перспективу до 2030 года [11]; Энергетической стратегии ОАО «РЖД» на период до 2020 г. и на перспективу до 2030 года [12].

Так по данным Департамента охраны труда, промышленной безопасности и экологического контроля (ЦБТ) ОАО «РЖД» в 2017 году выбросы вредных веществ в атмосферу составили 246 тыс. тонн, в том числе от стационарных источников 62,3 тыс. тонн, от передвижных источников 184 тыс. тонн, из которых выбрасывается: 163,7 тыс. тонн – магистральными и маневровыми тепловозами; 12,8 тыс. тонн – автотранспортными средствами; 7,3 тыс. тонн – самоходным специальным подвижным составом [13].

Анализируя структуру эмиссии ВВ в атмосферный воздух от передвижных источников филиалами компании можно сделать вывод, что 89% выбросов приходится на маневровые и магистральные тепловозы; 7% на автотранспорт и 4% на самоходный специальный подвижной состав.

По сравнению с 2016 годом общий выброс вредных веществ в атмосферный воздух в 2017 году снизился на 6,8 тыс. тонн (2,7%), в том числе от стационарных источников снизились на 4,5 тыс. тонн (6,7%), от передвижных источников - на 0,2 тыс. тонн (0,1 %).

Выбросы ВВ в атмосферу при технической эксплуатации тепловозов, определенные расчетным методом по расходу дизельного топлива на тягу поездов в ОАО «РЖД» в 2017 году, в тыс. тонн составили: оксид углерода – 30,2; углеводороды – 15,4; оксиды азота (сум.) – 111,4; сажа (углерод) – 6,8.

Выбросы ВВ в атмосферный воздух от передвижных источников филиалов ОАО «РЖД» приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Валовые выбросы ВВ в атмосферный воздух от передвижных источников филиалов ОАО «РЖД»

№	Наименование филиалов ОАО «РЖД»	Валовые выбросы, т
1	Центральная дирекция по теплоснабжению (ЦДТВ)	14660,7
2	Региональные центра корпоративного управления (РЦКУ)	472,3
3	Центральная дирекция по ремонту пути (ЦДРП)	286,4
4	Дирекция тяги (ЦП)	260,0
5	Центральная дирекция инфраструктуры (ЦДИ)	170,8
6	Трансэнерго	37,8
7	Центральная дирекция моторвагонного подвижного состава (ЦДМВ)	32,6
8	Научно-производственный центр по охране окружающей среде (НПЦ по ООС)	29,0
9	Дирекция капитального ремонта и реконструкции объектов электрификации и электроснабжения железных дорог (ДКРЭ)	11,4
10	Росжелдорснаб (РЖДС)	1,2
11	Центральная дирекция по управлению терминально-складским комплексом (ЦМ)	0,6

Ранжирование выбросов по приоритетным загрязнителям по полигонам железных дорог приведено в таблице 2.

Ранжирование выбросов ВВ в атмосферу от передвижных источников на полигонах железных дорог, приведено на – рисунке 1.

Большая доля выбросов вредных веществ в атмосферу от передвижных источников приходится на центральные дирекции: ЦТ (72,5 тыс. тонн), ЦДИ (5,2 тыс. тонн), ЦДРП (1,7 тыс. тонн) – рисунок 2.

Таблица 2 – Ранжирование выбросов ВВ по приоритетным загрязнителям по полигонам железных дорог в РФ

Полигон железной дороги	Общее количество выбросов ВВ, т	Углеводороды	Оксид углерода	Оксиды азота (сум.)	Сажа (углерод)
Калининградская	0,75	0,07	0,13	0,51	0,03
Дальневосточная	30,97	3,25	5,20	21,29	1,23
Октябрьская	17,48	1,68	3,17	11,91	0,72
Забайкальская	4,81	0,70	1,17	3,14	0,23
Московская	11,41	0,91	2,36	7,64	0,50
Восточно-Сибирская	6,23	0,57	1,17	4,23	0,26
Красноярская	2,74	0,22	0,56	1,84	0,12
Горьковская	5,91	0,51	1,15	3,99	0,25
Западно-Сибирская	3,85	0,26	0,87	2,54	0,18
Северная	14,53	1,43	2,58	9,93	0,59
Южно-Уральская	7,37	0,65	1,43	4,98	0,31
Свердловская	15,99	1,64	2,73	10,97	0,64
Северо-Кавказская	8,99	0,77	1,77	6,06	0,38
Куйбышевская	7,70	0,67	1,51	5,20	0,33
Юго-Восточная	8,41	0,77	1,59	5,70	0,35
Приволжская	16,59	1,76	2,76	11,42	0,66
Суммарный выброс	163,74	15,424	30,165	111,371	6,780

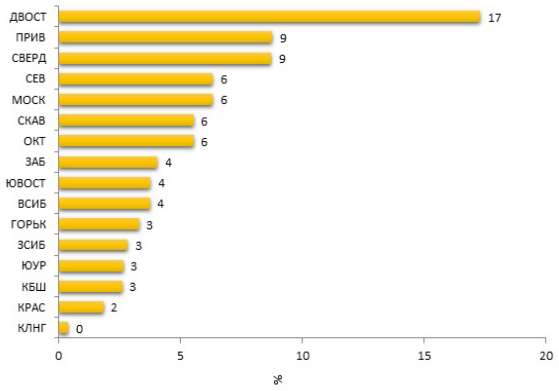


Рисунок 1 – Доля выбросов ВВ в атмосферный воздух от передвижных источников в разрезе полигонов железных дорог ОАО «РЖД»

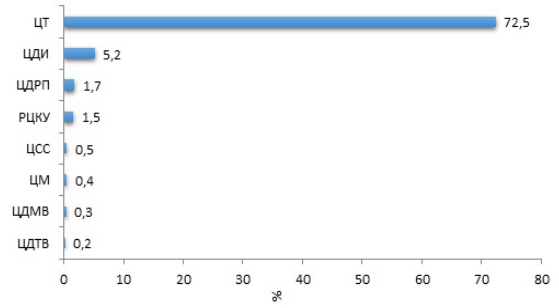


Рисунок 2 – Доля выбросов ВВ в атмосферный воздух от передвижных источников в разрезе центральных дирекций ОАО «РЖД»

В настоящее время управление выбросами ВВ является элементом реализуемой корпоративной стратегии ОАО «РЖД», что позволит обеспечить к 2020 г. сокращение объема выбросов парниковых газов до уровня не более 75% объема указанных выбросов в базовом - 1990 году, а в 2017 году ОАО «РЖД» вошло в перечень компаний с государственным участием, вовлеченным в реализацию мероприятий по снижению выбросов парниковых газов, который одобрен поручением Правительства Российской Федерации от 31.08.2017 №АХ-П9-5761 [14,19].

Действующая в Холдинге модель по сокращению выбросов ВВ в атмосферный воздух и рабочую среду от передвижных источников (замена тепловозной тяги на электротягу, закупка магистральных тепловозов со сниженным выбросом в атмосферу вредных веществ, передача автотранспортных средств сторонним компаниям на аутсорсинг) не обеспечивает в полной мере необходимый уровень безопасности [15-17].

Результаты исследования. В сложившихся в отрасли условиях необходим пошаговый комплекс решений, направленный на минимизацию поступления поллютантов в атмосферный воздух и рабочую зону, предусматривающий [18]:

1.Внедрение нового экономичного и экологичного подвижного состава.

Например, отечественные магистральные тепловозы – 2ТЭ25А «Витязь», 2ТЭ25К «Пересвет» и ряд их модификаций по своим характеристикам, сравнимы с лучшими мировыми образцами

зарубежного локомотивостроения, а по мощности и ряду другим характеристик превосходят их [2-3, 20].

Иным примером новаций является маневровый тепловоз ТЭМ18ДМ, предназначенный для выполнения вывозной, маневровой, специально-технологической и легкой магистральной работы, применение лишь одной единицы этой техники вместо традиционных тепловозов ТЭМ2У, ТЭМ2УМ обеспечивает получение экономии 38 т дизельного топлива в год и на 16 % снижение расходов на ремонт и обслуживание.

2. Снижение уровня выбросов вредных веществ за счет модернизации тепловозных дизелей. Разработка и (или) модернизация силовых установок, например гибридная силовая установка газотепловоза ТЭМ18Г, работающая на природном газе. Газотепловоз при массе 126 т, имеет запас дизельного топлива 3180 кг, запас сжатого газа при давлении 20 МПа и температуре 20 °С – 850 кг, мощность газодизеля 882 кВт (как и на серийном тепловозе), запальная порция дизельного топлива порядка 15%.

3. Конструктивные мероприятия, обеспечивающие снижение дымности отработавших газов и выбросов оксидов азота тепловозными дизелями. Включают в себя:

- уменьшение «мертвого» объема в камере сгорания за счет приближения верхнего компрессионного кольца к днищу поршня;
- оптимизацию формы и объема камеры сгорания, величины степени сжатия;
- интенсификацию вихревого движения воздушного заряда;
- оптимизацию характеристик распыливания топлива форсункой и уменьшение объема между запирающим конусом иглы и распылитель¬ными отверстиями;
- уменьшение угла опережения подачи топлива и подача дополнительного воздуха, особенно на переходных режимах.

4. Эксплуатационные мероприятия, реализующиеся при текущем ремонте и непосредственном техническом обслуживании локомотивов, направлены на:

- контроль и регулировку углов опережения подачи топлива;
- контроль и регулировку давления начала впрыска топлива;
- раскоксовывание распылителей форсунок;
- контроль и регулировку производительности топливного насоса высокого давления;
- контроль и регулировку максимального давления сгорания по цилиндрам;
- контроль давления наддува и потерь давления на воздушном фильтров.

5. Мероприятия, связанные с применением нетрадиционных топлив и добавок к топливам, предполагают:

- работу дизеля на облегченных фракциях топлива;
- применение альтернативных топлив;
- подачу дополнительного воздуха;
- рециркуляцию отработавших газов;
- использование добавок аммиака, соединений магния и кальция, бариевых присадок, присадок на основе гидроксида железа к топливу;
- применение газообразного топлива;
- подачу воды и водяного пара или водорода в камеру сгорания;
- применение дизельного топлива с повышенным цетановым числом и уменьшенным содержанием серы;
- обогащение топлива воздухом или кислородом.

6. Совершенствование системы учета и нормирования выбросов ВВ от подвижного состава.

Должно включать и создание отдельной методики или иного практического документа для оценки воздействия в первую очередь маневровых тепловозов на уровень загрязненности атмосферы и воздуха рабочей зоны.

Данный вид подвижного состава имеет определенную специфику, определяемую ограниченным участком маневрового пути железнодорожной станции, низкой скоростью и временными интервалами работы.

Валовый выброс ВВ при технической эксплуатации маневровых тепловозов будет характеризоваться суммированием отдельных участков пути и определяться по зависимости:

$$W_{sh} = \sum_i W_i, \quad (1)$$

где W_{sh} - валовый выброс ВВ от маневровых тепловозов т/км; W_i - выбросы ВВ на отдельном участке маневрового маршрута т / км.

Концентрация ВВ при эксплуатации маневрового подвижного состава будет определяться, создаваемыми концентрациями на отдельных участках маршрута и определяться как:

$$C_{sh} = \sum_i C_i, \quad (2)$$

где C_{sh} - концентрация ВВ на протяжении всего маневрового маршрута г/км; C_i - создаваемая концентрация ВВ на отдельном участке маневрового маршрута г/км.

Для определения мощности P_i на отдельном участке маневрового пути, выброс приводится к 20-минутному интервалу согласно рекомендациям действующего нормативного документа ОНД-86 [21] и определяться по зависимости:

$$P_i = \frac{W_i}{1200}, \quad (3)$$

где W_i - концентрация ВВ на протяжении всего маневрового маршрута г/км.

Выброс техники на і-м участке маневрового пути зависит от длины этого участка (l) и определяется как:

$$W_i = \frac{W_i}{L \cdot l_i}, \quad (4)$$

Мощность загрязнения для каждого участка маневрового маршрута составит:

$$P_i = \frac{W_i \cdot l_i}{L \cdot 1200}, \quad (5)$$

Выброс маневрового тепловоза за один технологический проезд (20 минут производственной эксплуатации) участка составит:

$$W = P_i \cdot 1200, \quad (6)$$

Суммарная мощность ВВ составит:

$$P_i = \frac{P_i}{L \cdot l_i}, \quad (7)$$

Выводы. С целью повышения техносферной безопасности передвижных источников в отрасли рекомендуется первоочередное сокращение выбросов ВВ в атмосферный воздух, достигаемое за счет обеспечения целевого и эффективного использования топливно-энергетических ресурсов, реализации организационно-технических мероприятий по достижению целевых показателей энергосбережения и повышения энергетической эффективности, а также совершенствования системы их учета.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Донцов С.А. Основы устойчивого развития регионов России. / С.А. Донцов, Г.К. Ивахнюк, Б.С. Липнер, Л.В. Птушкина. – СПб.: Печатный цех, 2016. – 571 с.

2. Донцов С.А Экологическая безопасность железнодорожного транспорта / С.А. Донцов, Г.К. Ивахнюк, Ю.Н. Хмельницкий, Ю.И. Матяш. – М.: УМЦ ЖДТ, 2017. – 255 с.

3. Донцов С.А. Экологическая безопасность железнодорожного транспорта. – Брянск: ООО «Ладомир», 2010 – 430 с

4. Донцов, С.А. Концепция устойчивого развития регионов / С.А. Донцов, А.П. Ковалев. – Брянск: ООО «Ладомир», 2010 – 585 с.

5. Донцов С.А. Повышение безопасности труда на основе совершенствования системы профилактики вредностей и опасностей на железнодорожном транспорте. Диссертация докт. техн. наук. – М.: РУТ (МИИТ). – 2018. – 486 с.

6. Донцов С.А. Оценка токсичности почв промывочно-пропарочных станций методом биотестирования / Актуальные проблемы социально-экологической и экономической безопасности Поволжского региона: сб. по материалам IV Межвуз. науч.-практ. конф. (Казань, 15-16 окт. 2011). – Казань: КФ МИИТ, 2011. – Ч. II. – С. 15–20.

7. Донцов С.А. Мониторинг почв промы-вочно-пропарочных станций как элемент комплексной безопасности труда / Техносферная и экологическая безопасность на транспорте: сб. тр. III Междунар. науч.-практ. конф. (Санкт Петербург, 15-18 окт. 2012). – СПб.: ПГУПС, 2012. – С.77–80.

8. Донцов С.А. Оценка токсичности почв промывочно-пропарочных станций – фактор комплексной безопасности труда / С.А. Донцов, С.Г. Ивахнюк, А.Ю. Лебедев // Вестник Санкт-Петербургского университета Государственной противопожарной службы МЧС России. – 2012. – № 3. – С. 6–14.

9. Донцов С.А. Управление комплексной безопасностью промывочно-пропарочных станций / С.А. Донцов, В.М. Пономарев // Мир транспорта. – 2011. – № 1. – С. 136–142.

10. Распоряжение Правительства РФ от 25.04.2011 N 730-р (ред. от 31.01.2017) «Об утверждении комплексного плана реализации Климатической доктрины Российской Федерации на период до 2020 года».

11. Экологическая стратегия ОАО «РЖД» на период до 2020 г. и на перспективу до 2030 года. Утв. распоряжением ОАО «РЖД» 13.02.2009 №269р.

12. Энергетическая стратегии ОАО «РЖД» на период до 2020 г. и на перспективу до 2030 года. Утв. распоряжением ОАО «РЖД» 11.02.2008 №293р.

13. Анализ природоохранной деятельности в ОАО «РЖД» за 2017 год – М.: ОАО «РЖД», 2017 – 67. с.

14. Поручением Правительства Российской Федерации от 31.08.2017 №АХ-П9-5761.

15. Требования по обеспечению предприятиями путевого хозяйства экологической безопасности на железнодорожных перегонах Утв. Департаментом пути и сооружений МПС России 23.09.2000. г. ПТКБ ЦП МПС М. – 38 с.

16. Методика определения количества выбросов парниковых газов в ОАО «РЖД», утвержденная распоряжением ОАО «РЖД» от 08.08.2017 №1602/р.

17. Методические указания и руководство по количественному определению объема выбросов парниковых газов организациями, осуществляющими хозяйственную и иную деятельность в Российской Федерации. Приказ Минприроды России (Министерство природных ресурсов и экологии РФ) от 30 июня 2015 г. №300.

18. Донцов С.А. Основные направления экологической политики железнодорожного транспорта России / Инновационные материалы в технологии и дизайне: тр. II Всерос. науч.-техн. конф. с участием молод. учен. (Санкт-Петербург, 24-25 мар. 2016). – СПб.: СПбГИКИТ, 2016. – С. 76.

19. Сайт ОАО «Российские железные дороги». – [Электронный ресурс]. – Режим доступа http://www.rzd.ru/ent/public/ru. (дата обращения 28.01.2019 г.).

20. Сайт УК ОАО «Брянский машиностроительный завод». – [Электронный ресурс]. – Режим доступа http:// www.ukbmz.ru. (дата обращения 29.01.2019 г.).

21. ОНД-86 Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий.

Статья поступила в редакцию 27.03.2019
Статья принята к публикации 22.05.2019

УДК 331.452

АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ ПРОБЛЕМ СИСТЕМЫ ОТБОРА ВАХТОГО ПЕРСОНАЛА

© 2019

Свиридова Татьяна Валерьевна, кандидат технических наук,
доцент кафедры «Промышленной экологии и безопасности жизнедеятельности»
Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова
(455000, Россия, г. Магнитогорск, проспект Ленина, 38, e-mail: ntv_3110@mail.ru)
Боброва Ольга Борисовна, старший преподаватель кафедры
«Промышленной экологии и безопасности жизнедеятельности»
Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова
(455000, Россия, г. Магнитогорск, проспект Ленина, 38, e-*mail: obproshkina@mail.ru)*
Некеров Евгений Алексеевич, студент
Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова
(455000, Россия, г. Магнитогорск, проспект Ленина, 38, e-mail: emobir21@gmail.com)

Аннотация. В статье произведена оценка состояния вопроса профессионального отбора персонала для удаленных трудовых зон в настоящее время. Описаны три главных составляющих отбора вахтовых рабочих. Определено, что медицинская, психологическая и профессиональная составляющие отбора взаимосвязаны между собой по многим элементам и дают возможность отобрать работника, соответствующего условиям вахтового труда. Установлено, что качество проводимого профессионального психологического отбора, рациональное распределение по специальностям, рационализация режимов труда и отдыха, применение средств и методов психокоррекции, обучение навыкам саморегуляции определяет эффективность адаптации персонала. Проведенный опрос персонала предприятий, использующих вахтовый метод труда в экстремальных условиях, позволил установить наиболее значимые проблемы в каждом из исследуемых факторов. По результатам разработана диаграмма анализа проблем системы отбора персонала для работы в удаленных трудовых зонах (диаграмма Исикавы), показывающая совокупность причинно-следственных связей неэффективного отбора контингента сотрудников для выполнения сложных работ в удаленных трудовых зонах. Установлена необходимость их учёта при разработке эффективной системы отбора контингента сотрудников для выполнения сложных работ в удаленных трудовых зонах.

Ключевые слова: система отбора персонала, диаграмма Исикавы, вахтовый персонал, рационализация режимов труда и отдыха, сложные работы в удаленных трудовых зонах.

STUDY OF EXISTING PROBLEMS SHIFT PERSONNEL SELECTION SYSTEM

© 2019

Sviridova Tatyana Valeryevna, candidate of technical sciences,
assistant professor of the department of «Industrial ecology and life safety»
Nosov Magnitogorsk State Technical University
(455000, Russia, Magnitogorsk, avenue Lenin, 38, e-mail: ntv_3110@mail.ru)
Bobrova Olga Borisovna, senior lecturer of the department of «Industrial ecology and life safety»
Nosov Magnitogorsk State Technical University
(455000, Russia, Magnitogorsk, avenue Lenin, 38, e-mail: obproshkina@mail.ru)
Nekerov Evgeny Alekseevich, student of Nosov Magnitogorsk State Technical University
(455000, Russia, Magnitogorsk, avenue Lenin, 38, e-mail: emobir21@gmail.com)

Abstract. The article assesses the status of the issue of professional staff selection for remote work areas at the present time. Three main components of the selection of shift workers are described. It is determined that the medical, psychological and professional components of the selection are interrelated in many elements and make it possible to select an employee who meets the conditions of shift work. It has been established that the quality of professional psychological selection, rational distribution by specialties, rationalization of work and rest schedules, the use of means and methods of psycho-correction, and training in self-regulation skills determine the effectiveness of personnel adaptation. A survey of the personnel of enterprises using the shift method of labor in extreme conditions, allowed to establish the most significant problems in each of the studied factors. According to the results, a chart of analysis of problems of personnel selection system for work in remote labor zones (Ishikawa diagram) has been developed, showing a set of causal relationships of ineffective selection of a contingent of employees to perform complex work in remote labor zones. The necessity of taking them into account when developing an effective system for selecting a contingent of employees to perform complex work in remote labor zones has been established.

Keywords:. personnel selection system, Ishikawa diagram, shift personnel, rationalization of work and rest schedules, complex work in remote work areas

Постановка проблемы. Главное преимущество организации труда в удаленных трудовых зонах состоит в том, что она позволяет применять труд рабочих из разных регионов страны. Вахтовый метод работы дает возможность привлечения рабочих в требуемом количестве. Также позволяет привлекать специалистов из регионов, обладающим развитым рынком труда [1,2,3].

Основными проблемами использования вахтового метода организации труда являются: вынужденный социальный и психофизиологический дискомфорт, интенсивный труд работников во время вахты, нарушенный биоритмологический стереотип жизнедеятельности, измененный привычный социальный уклад жизни [4,5,6].

Перелеты работников через несколько часовых поясов, сменность социально-производственных и климатических условий в цикле «вахта-отдых» не позволяют установиться сколько-нибудь стабильным взаимоотношениям человека с внешней средой. Работа в таком режиме приводит к хроническим напряжениям адаптационных систем организма. В итоге все вышеперечисленное становится причиной повышенной заболеваемости работников [7,8].

Инновационные технологии управления персоналом для предприятий использующих вахтовые формы организации труда требуют разработки новых механизмов учета природно-климатических, социально-экономических, медико-биологических и иных факторов.

Так адаптация к новому месту и режиму труда, в зависимости от возраста работников, происходит в течение 10-20 суток, а к климатогеографическим условиям она составляет 20-40 дней.

Таким образом, используемые в настоящее время варианты вахтовых режимов труда нередко противоречат процессу протекания приспособительных реакций. Также не обеспечивается достижение фонового уровня физиологических систем организма, что приводит к уменьшению фазы устойчивой работоспособности [9].

Особенности производственной деятельности таковы, что человек не только испытывает психофизиологические перегрузки, а также ощущает постоянное чувство ответственности, необходимости быть готовым действовать в сложных ситуациях. Все это способствует истощению психологических ресурсов организма.

Если при ближних вахтах такие факторы, как климатический контраст, смена часовых поясов, изменение геомагнитного поля, отрыв от семьи, практически не проявляют воздействие на организм, то при дальних вахтах перечисленные факторы проявляются по вышеописанным механизмам. Также при дальних вахтах негативное влияние усиливается утомлением, вызванным тяжестью и напряженностью труда. В дополнение к перечисленным проявлениям можно добавить повышенную реактивную тревожность.

Профессиональный отбор вахтового персонала включает в себя три основных этапа:

- медицинского (медико-физиологического) отбора;
- компетентностного отбора;
- психологического отбора;

Медицинский отбор устанавливает состояние здоровья кандидата и степень его физического развития, необходимые для профессиональной деятельности в тяжелых условиях с учетом дополнительных нагрузок. В нашем случае это: длительные авиаперелеты, нарушения внешних и внутренних билогических ритмов, специфика питания, климатогеографические условия, особенности профессиональной деятельности и др.

Компетентностный позволяет определить степень соответствия профессиональной квалификации требованиям данного рабочего места. А точнее, уровня необходимых компетенций, а также наличия опыта работы в данной трудовой сфере.

Психологический отбор представляет собой комплекс технологий, позволяющих выявить лиц, наиболее пригодных по своим психологическим особенностям и способностям к профессиональной деятельности (в данном случае к профессиональной деятельности вахтовым методом) [10,11].

Медицинский, психологический и профессиональный отборы взаимосвязаны и пересекаются по многим элементам. Их совокупность позволяет выбрать работника, наиболее соответствующего по своим деловым, личностным и медико-биологическим качествам условиям вахтового труда в экстремальных условиях.

После прошедшего отбора по трем вышеперечисленным пунктам, запускается процесс профессиональной адаптации вахтовых рабочих. Для сохранения функционального состояния на уровне нормы подчас требуются несоизмеримые с результатом затраты.

До настоящего времени были изучены медико-физиологические процессы адаптации и личностно-психологические. Управление этими процессами также решалось либо с физиологической, либо с личностно-психологической стороны

Вахтовый работник, оказываясь в непривычных условиях жизнедеятельности, показывает психологические феномены, выходящие за рамки представления о норме.

При этом сложившиеся представления о возможности адаптироваться в обычной обстановке к определенной профессии в экстремальных условиях приобретают другой смысл. Наблюдается, как представители абсолютно разных профессий, работая вахтовым методом, приобретают один и тот же ряд адаптивных качеств, которые дают возможность успешной профессиональной деятельности.

Идентичность таких качеств обуславливается общими условиями труда. Степень их влияния на работника оказывается намного сильнее нежели установленные функциональные обязанности [12,13,14].

Профессиональная адаптация является составной частью общего процесса адаптации. Он выражается в психофизиологической, социально-психологической, организационной и

профессиональной составляющих и является процессом уравновешивания системы «человек – профессиональная среда».В конечном итоге она выражается в эффективности труда, в чувстве удовлетворенности человека процессом труда, его результатами, взаимоотношениями внутри коллектива и собой как личностью, и как профессионалом.

Саму профессиональную адаптацию можно представить как процесс профессионального становления работника. При этом выделяют следующие этапы: первичная адаптация, период стабилизации, возможная дизадаптация, вторичная адаптация и снижение адаптационных возможностей, связанных с возрастом работника.

Наиболее оптимальной моделью развития субъекта профессиональной деятельности является связанная с жизнедеятельностью в целом. В качестве основы этой модели выступают два способа существования онтологического субъекта – творческого и адаптивного. Здесь очень важное влияние оказывает активность человека. Именно, принятие решения творческого преобразования ситуации, а не просто пассивного приспособления. В конечном итого это приводит к успешной состоятельности в профессии. Психологический анализ данных двух способов существования опирается в первую очередь на ценности и мотивацию субъекта, а также на когнитивно-регуляторные процессы.

Таким образом, способность человека выйти за пределы повседневного функционирования является показателем успешного профессионального развития. Профессионал не должен следовать шаблонам и стереотипам, а качественно развивать свой внутренний мир. Необходимым условием данной позиции должна стать профессиональная рефлексия. Это и будет являться субъектной позицией профессионала. Невозможность, а порой просто неспособность человека выйти на рассматриваемый уровень может стать причиной различных вариантов профессиональной деформации. Именно такая преобразовательная деятельность делает возможным сближение социального, психологического и биологического аспектов адаптации. При этом сложность тех или иных сложившихся профессиональных ситуаций является тем самым стимулятором человека к преодолению трудностей.

Основной материал исследования. Наиболее актуальной проблемой охраны труда в удаленных трудовых зонах является высокая степень профессиональных рисков. Существует большое количество подходов к решению данной проблемы. Их все условно можно объединить в два направления:

- психология безопасности, рассматриваемая как отрасль психологической науки, изучающей психологические составляющие безопасности в различных видах деятельности;
- психологическое обоснование задач, стоящих перед специалистами различных видов деятельности, приводящее к более безопасному ее выполнению.

Помочь работнику адаптироваться к профессиональной деятельности в наиболее удаленных трудовых зонах можно:

− применяя методы психологической разгрузки;

− обеспечив комфортное пребывание работников во время вахтового периода;

− грамотным стимулированием персонала, как психологическим, так и материальным.

Психологическое обеспечение любого вида трудовой деятельности состоит из ряда обязательных этапов. Огромное значение имеет этап диагностики психологических качеств личности работников, отражающей адаптацию и саморегуляцию, изменений этих качеств в течение вахты и всего рабочего стажа (профессиогенез). Также весьма важным этапом является сопровождения вахтовой адаптации с учетом метаадаптивного подхода.

Специфика данного подхода заключается в использовании на каждом этапе характерных моделей значимых профессиональных ситуаций и рефлексивного их осмысления. Такие модели дифференцированы, они включают работу с ментальными схемами.

Модель психологического сопровождения деятельности вахтовиков на основе риск-ориентированного подхода включает наличие следующих направлений управления рисками:

- контроль рисков (периодическая диагностика критериев и идентификаторов психологических рисков в профессиональной деятельности; оценка и аттестация персонала);
- изоляция рисков (профессиональный отбор на основе психофизиологических показателей, с целью исключения работников с пограничными психическими состояниями, расстройствами личности; профессиональный подбор по профессиональным компетенциям и профессионально-важным качествам);
- снижение рисков (обучение вахтового персонала способам адаптации, методам саморегуляции, разрешению конфликтных ситуаций, алгоритмам реагирования в чрезвычайных ситуациях, работа с кадровым резервом и молодежью) [15,16,17,18].

Главной проблемой отбора контингента сотрудников для выполнения сложных работ в удаленных трудовых зонах является неэффективность проведения самого процесса отбора.

Среди основных причин этой проблемы выделяют:

− отсутствие законодательных актов и нормативных документов в области психологического отбора;

− большие издержки и нехватка ресурсов для выполнения продуктивного и наиболее результативного отбора;

− отсутствие единых методик отбора и использование ненадежных методов.

Описанная проблема актуальна в настоящее время, так как является основной причиной возникновения заболеваний персонала и большого количества профессиональных рисков при выполнении вахтовых работ. Именно это приводит к снижению производительности труда и «текучке» вахтовых работников в организациях.

В настоящее время предложено большое количество методик и способов проведения исследований. Нами была выбрана методика, предложенная японским ученым Каору Исикавой, которая предполагает построение диаграммы причинно-следственных связей. Использование этой диаграммы позволяет выявить главные взаимосвязи между различными факторами и более точно понять исследуемый процесс. Такая методика помогает разделить причины того или иного явления на несколько групп. Любая из этих групп может содержать причины возникновения нежелательных эффектов. Каждую из таких причин можно при желании разложить на более мелкие системные элементы, углубив анализ.

Таким образом, диаграмма Исикавы помогает определить ключевые факторы, оказывающие наиболее значительное влияние на развитие исследуемой проблемы, а также предупреждению и своевременному устранению действия данных факторов.

Нами были выделены основные группы проблем, являющихся следствием неэффективности отбора персонала для работы в удаленных трудовых зонах: экономические, социальные, методологические, природно-климатические, правовые, организационные [19,20].

После этого был проведен опрос студентов заочной формы обучения по специальности «Горное дело», работающих вахтовым методом труда в районах Северного и Полярного Урала, в котором участвовали 250 человек. В анкете было предложено выбрать для каждой из вышеприведенной группы наиболее значимые факторы.

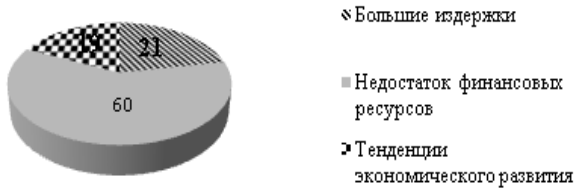


Рисунок 1 – Анализ экономических проблем вахтового метода работы

Результаты опроса по определению основной социальной причины носят весьма противоречивый. Большинство участников отдали предпочтение двум из представленных – недостаточной квалификации персонала и нехватке и текучести кадров (рисунок 2).

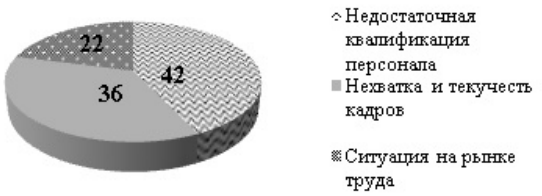


Рисунок 2 – Анализ социальных проблем вахтового метода работы

Среди методологических проблем респонденты отметили отсутствие методик отбора кадров для работы вахтовым методом (рисунок 3).

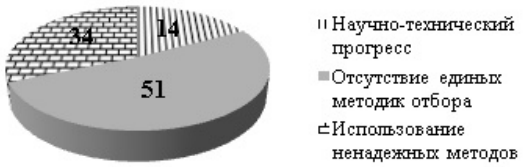


Рисунок 3 – Анализ методологических проблем вахтового метода работы

Из двух природно-климатических проблем опрошенные выбрали экстремальные условия окружающей среды (рисунок 4).

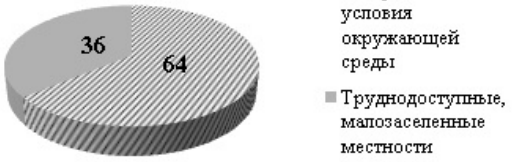


Рисунок 4 – Анализ природно-климатических проблем вахтового метода работы

Среди правовых проблем респонденты отметили отсутствие законов и нормативных актов в области регулирования вахтового метода работы (рисунок 5).

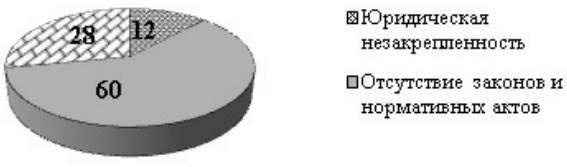


Рисунок 5 – Анализ правовых проблем вахтового метода работы

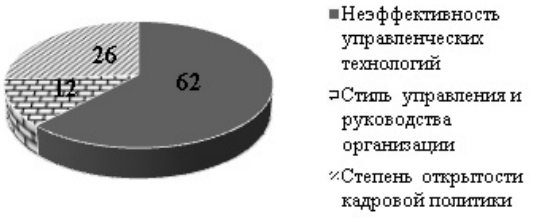


Рисунок 6 – Анализ организационных проблем вахтового метода работы

Из предложенных организационных проблем участники отдали предпочтение неэффективности управленческих технологий (рисунок 6).

В завершении работы, используя полученные результаты опроса, была построена диаграмма причинно-следственных связей, которая отображает всю совокупность факторов, оказывающих влияние на низкую эффективность профессионального отбора. Ближе к центру диаграммы расположены наиболее значимые по мнению респондентов проблемы (рисунок 7).

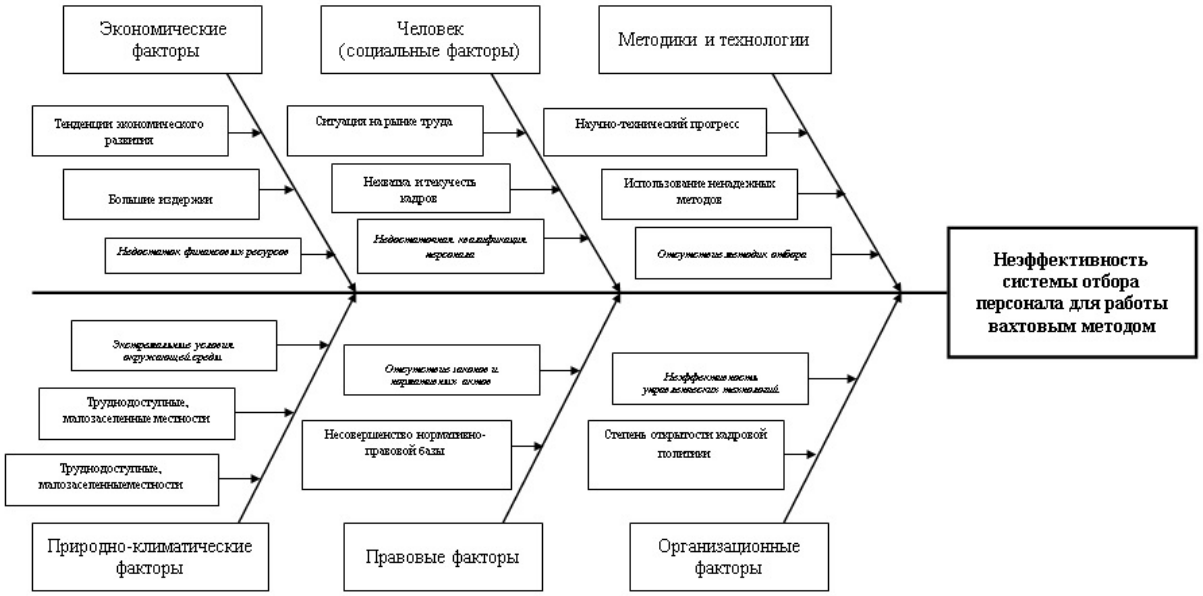


Рисунок 7 – Причинно-следственная диаграмма неэффективности системы отбора персонала для работы вахтовым методом

Выводы. Таким образом, все приведенные факторы необходимо учитывать при формировании кадровой политики на предприятиях, и в частности, при разработке эффективной системы отбора контингента сотрудников для выполнения сложных работ в удаленных трудовых зонах. Проблемы управления персоналом имеют специфичный характер при вахтовом методе и не могут быть решены в рамках традиционных методов.

Нами предлагаются возможные пути решения данных проблем:

− проведение анализа ситуации, подготовки прогнозов развития предприятия, определение стратегических целей организации;

− разработка и совершенствование нормативных документов на федеральном, региональном и местном законодательных уровнях;

− создание и внедрение единых методик психологического отбора;

− оценка финансовых ресурсов предприятия и максимально возможное сокращение издержек;

− отбор и обучение ответственных исполнителей.

Актуальность решения отмеченных проблем зависит от тенденции развития вахтового метода работы.

Деятельность кадровой политики по решению указанных проблем эффективнее начать с проведения анализа ситуации, подготовки прогнозов развития предприятия, определение стратегических целей организации. Огромную роль играет оценка финансовых ресурсов предприятия на осуществление выбранного типа стратегии. Также необходимо разработать план организационных мероприятий, включающий:

- потребности в трудовых ресурсах;
- прогноз численности кадров;
- формирование структуры и штата.

Следующим этапом следует осуществить процесс пропаганды − информирование коллектива о разработанной системе отбора сотрудников и сбор мнений.

Проверить и проанализировать разработанную систему можно при помощи пробной программы − одной должности или подразделения. Пробный проект лучше проводить для должностей, не

являющихся принципиальными для организации, чтобы в случае сбоев системы ущерб, нанесенный компании, был незначительным. Заключительным этапом является оценка результатов деятельности − анализ выполняемых мероприятий и стратегии организации.

По нашему мнению, наиболее результативным шагом организаций станет подготовка работников на уровне среднего и высшего профессионального образования с учетом специфики работы вахтовым методом. Для этого необходимо создавать кластеры интеграции образования и потребностей производства. Создание таких направлений подготовки специалистов в учебных заведениях определяется потребностью обеспечения инженерными кадрами развивающейся промыш-ленности в современных условиях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Силин А. Н. Нефтегазовый Север: социальная ситуация и технологии ее регулирования: Монография. М.: НИЦ ИНФРА-М, 2013. − 251 с.

2. Симонова Н. Н. Адаптация к работе вахтовым методом в экстремальных условиях Крайнего Севера: учеб. пособие; Сев. (Арктич.) федер. ун-т им. М. В. Ломоносова. − Архангельск: ИД САФУ, 2014. − 170 с.

3. Korneeva Y., Simonova N., Tyulyubaeva T. Analysis of the dangers of professional situations for oil and gas workers of various professional groups in the arctic // Advances in Intelligent Systems and Computing. – 2019. – Vol. 787. – P. 535–540.

4. Корнеева Я. А., Бобырева Н. С., Симонова Н. Н. Функциональное состояние работников нефтегазодобывающих компаний в условиях Арктики // Гигиена и санитария. – 2019. – Т. 98, № 2. – С. 159–165.

5. Порохина И.А., Войтехович Т.С., Симонова Н.Н. Анализ взаимосвязи функциональных состояний с социально-психологическими качествами вахтовых работников горно-обогатительного комбината // Гигиена и санитария. – 2018. – Т. 97, № 2. – С. 149–155.

6. Войтехович Т. С., Симонова Н. Н. Особенности саморегуляции работников различных групп профессий вахтового труда на Крайнем Севере // Российский психологический журнал. – 2018. –Т. 15, № 2. – С. 133–168.

7. Дегтева Г.Н., Корнеева Я.А., Симонова Н.Н. Личностный ресурс работников нефтегазодобывающих компаний в контексте адаптации к неблагоприятным климатогеографическим условиям Арктики // Экология человека. – 2017. – № 9. – С. 15–21.

8. Корнеева Я.А., Симонова Н.Н., Дегтева Г.Н. Психологические особенности операторов нефтегазодобывающих компаний в условиях Крайнего Севера // Морская медицина. –2017. – Т. 3, № 3. – С. 78–85.

9. Силин А.Н. Социальные проблемы Арктического региона: монография. − Тюмень: ТИУ, 2016. − 240 с.

10. Силин А.Н. Региональные факторы экономического роста. Сборник статей. / А.Н Силин. Екатеринбург.: РАН. Уральское отделение. Ин-т экономики. 1998. – 87 с.

11. Кривой В.И. Вахтовый метод: правовые вопросы. – М.: Юридическая литература, 1989. 144 с.

12. Магура М.И. Поиск, и отбор персонала / М.И. Магура. М.: ЗАО «Бизнес-школа «Интел-синтез», 1999. – 253 с.

13. Психология труда как основа управления безопасным поведением работника / Кульбовская Н. К., Бедерова А.Б. // Безопасность в техносфере. − 2010. − №1. − С. 21–24.

14. Обзор исследований по развитию профессионального отбора на предприятиях топливно-энергетического комплекса / Иванова М. В., Глебова Е. В. // Безопасность жизнедеятельности. − 2017. − №2. − С. 17–22.

15. Подбор психодиагностических методик для оценки профессионально важных качеств руководителей и специалистов ООО «Газпром Трансгаз Самара» / Павлова Н.М., Иванова М.В., Волохина А.Т., Глебова Е.В. // Безопасность жизнедеятельности. − 2012. − №1. − С. 20–24.

16. Вопросы оптимизации медицинского сопровождения вахтовых работников в условиях Арктической зоны РФ / Дубинина Н.И., Дегтева Г.Н., Корнеева Я.А. // Вестник уральской медицинской академической науки. − 2014. − №2. − С.51–53.

17. Стресс на рабочем месте как фактор профессионального риска. Методы снижения стрессовых ситуаций / Родин В.Е., Белинский С.О., Бондарев И.П. // Безопасность жизнедеятельности. − 2016. − №11. − С. 3–8.

18. Разработка автоматизированной методики тренинга профессионально важных качеств руководителей и специалистов объектов магистрального транспорта газа / Павлова Н. М., Иванова М. В., Волохина А. Т., Глебова Е. В. // Безопасность жизнедеятельности. − 2013. − №3. − С. 14–17.

19. Свиридова Т.В., Боброва О.Б., Саутина Е.Д. Совершенствование методов определения профессиональной пригодности персонала для удаленных трудовых зон // Безопасность жизнедеятельности. – 2018. – № 7. – С. 24–28.

20. Боброва О.Б., Свиридова Т.В., Саутина Е.Д. Сохранение здоровья и профессионального долголетия персонала в удаленных трудовых зонах // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования. 2018. Т. 9. № 2. С. 39–41.

Статья поступила в редакцию 01.04.2019
Статья принята к публикации 22.05.2019

УДК 628.4.032

АНАЛИЗ СИТУАЦИИ ПО ВНЕДРЕНИЮ РАЗДЕЛЬНОГО СБОРА МУСОРА И ЕГО УТИЛИЗАЦИИ НА ПРИМЕРЕ НЕКОТОРЫХ ГОРОДОВ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

© 2019

Русскова Ирина Германовна, кандидат технических наук,
доцент высшей школы техносферной безопасности
Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого
(195251, Россия, г. Санкт-Петербург, ул. Политехническая, 29, e-mail:russkova_ig@spbstu.ru)
Румянцева Нина Вячеславовна, кандидат технических наук,
доцент высшей школы техносферной безопасности
Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого
(195251, Россия, г. Санкт-Петербург, ул. Политехническая, 29, e-mail:rumyantseva_nv@spbstu.ru)
Авдеева Марина Олеговна, кандидат технических наук,
доцент высшей школы техносферной безопасности
Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого
(195251, Россия, г. Санкт-Петербург, ул. Политехническая, 29 e-mail: avdeeva_mo@spbstu.ru)
Шлепцова Анастасия Александровна, бакалавр высшей школы техносферной безопасности
Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого
(195251, Россия, г. Санкт-Петербург, ул. Политехническая, 29, e-mail: shleptsova_97@mail.ru)

Аннотация. Вопросы решения острых экологических проблем, связанных с обработкой и утилизацией твердых коммунальных отходов (ТКО) в настоящее время вышли на передний план в стратегии развития Российской Федерации. В Послании Президента Федеральному Собранию в феврале 2019 г. отмечается: «Надо сформировать цивилизованную, безопасную систему обращения с отходами, их переработки и утилизации» [1]. Данная проблематика носит национальный характер, а не ведомственный. Это связано не только с перегруженностью действующих полигонов, их несоответствием экологическим требованиям сегодняшнего дня, постоянным ростом общего количества мусора на душу населения и несанкционированных свалок, порой в границах жилой застройки, но и целесообразностью переработки большей части компонентов мусора, что по разным оценкам составляет до 80% от их общего объема. Президент РФ поставил задачу по доведению доли обработки отходов до 60%. Опыт зарубежных стран, давно использующих раздельный сбор мусора с последующей его переработкой, доказал не только экологичность, но экономическую эффективность такого подхода. Целью статьи является анализ ситуации, сложившийся в РФ с твердыми коммунальными отходами на настоящий момент, включая изменения в правой области, определение основных направлений развития национальной программы по обращению с отходами. На примере некоторых городов РФ показаны перспективы внедрения систем по раздельному сбору и утилизации мусора как приоритетной стратегической задачи в области экологии на ближайшую перспективу с целью распространения положительного опыта на другие регионы.

Ключевые слова: твердые коммунальные отходы, обращение с отходами, переработка отходов, утилизация отходов, национальный проект

ANALYSIS OF THE SITUATION FOR THE IMPLEMENTATION OF SEPARATE COLLECTION OF WASTE AND ITS RECYCLING ON THE EXAMPLE OF SOME CITIES OF THE RUSSIAN FEDERATION

© 2019

Russkova Irina Germanovna, Ph.D., Associate Professor of the Higher School of Technosphere Safety
Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University
(195251, Russia, St. Petersburg, Polytechnicheskaya St., 29, e-mail: russkova_ig@spbstu.ru)
Rumyantseva Nina Vyacheslavovna, Ph.D., Associate Professor of the High School of Technosphere Safety
Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University
(195251, Russia, St. Petersburg, Polytechnicheskaya St., 29, e-mail: rumyantseva_nv@spbstu.ru)
Avdeeva Marina Olegovna, Ph.D., Associate Professor of the High School of Technosphere Safety
Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University
(195251, Russia, St. Petersburg, Polytechnic St., 29 e-mail: avdeeva_mo@spbstu.ru)
Shleptsova Anastasia Aleksandrovna, Bachelor of Technical Security High School
Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University
(195251, Russia, St. Petersburg, Polytechnicheskaya St., 29, e-mail: shleptsova_97@mail.ru)

Abstract. Issues of solving acute environmental problems associated with the treatment and recycling of municipal solid waste (MSW) have now come to the fore in the development strategy of the Russian Federation. In the Message of the President to the FEDERAL MEETING in February 2019 it is noted: “We need to create a civilized, safe system of waste management, treatment and recycling” [1]. This problem has a national character,

not a departmental one. This is due not only to congestion with existing landfills, their inconsistency with the environmental requirements of today, the constant increase in the amount of waste per capita and unauthorized dumps, as well as the need to increase the number of waste components, which according to various estimates make up to 80% of their total volume. The President of the Russian Federation set the task of bringing the waste treatment share to 60%. The experience of foreign countries that have been using separate waste collection for a long time with its subsequent processing has proved not only the environmental friendliness, but the cost-effectiveness of this approach. The purpose of the article is to analyze the situation that has developed in the Russian Federation with solid municipal waste at the moment, including changes in the right area, identifying the main directions for the development of a national waste management program. On the example of some cities of the Russian Federation are shown the prospects for the introduction of systems for separate collection and recycling of waste as a priority strategic task in the field of ecology for the near future with the aim of spreading positive experience to other regions.

Keywords: municipal solid waste, waste treatment, recycling, ecology, national project

Введение. В 2019 году в РФ начала внедряться новая система по обращению с ТКО. Для ее реализации Правительству РФ было поручено сформировать специальную подпрограмму по созданию отрасли обращения с твердыми коммунальными отходами. В 2018 году в РФ был утвержден Национальный проект «Экология», в котором определены основные стратегические задачи экологического развития России до 2024 года [2]. Первой задачей этого проекта является формирование комплексной системы обращения с ТКО, включая, в качестве приоритетной, формирование условий для внедрения линий по переработке отходов, которые запрещены захоранивать. К 2024 году планируется ввести в действие сооружения по переработке ТКО в объеме 36,7 млн.т. В этом же проекте анонсировано доведение доли ТКО, поступающих на утилизацию, от общего объема равным 36%, а направленных на обработку -60%. Данные цифры кажутся весьма оптимистичными, если принять во внимание текущую ситуацию с мусорными полигонами, несанкционированными свалками и т.д.

По данным Росприроднадзора [3] образование отходов производства и потребления в РФ составляет свыше 5 млрд.тонн. На долю ТКО от населения приходится 35-40 млн.тонн (более 200 млн.м.куб). Если учесть долю ТКО от предприятий малого и среднего бизнеса, крупных производств, то реальные показатели будут еще выше. На сегодня все количество ТКО размещается на полигонах ТКО, поступает на санкционированные и несанкционированные свалки, доля переработанных отходов составляет не более 5% от общего объема отходов. В общем объеме финансирования на природоохранную деятельность доля затрат на реализацию мероприятий по охране окружающей среды, приходящейся на обращение с отходами составляет 12%. Для решения поставленных правительством задач необходим комплексный подход, затрагивающие правовые, финансовые, общекультурные вопросы.

Необходимо отметить, что в область правового регулирование по обращению с отходами уже были внесены существенные изменения, например, Федеральным законом № 458-ФЗ в Федеральный закон № 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления» [4]. Теперь изменились полномочия органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации в части разработки программ в области охраны окружающей среды, территориальных схем обращения с отходами, в том числе с ТКО.

С 1 января 2017 г. запрещено захоронение отходов, в состав которых входят полезные компоненты, подлежащие утилизации, а вся деятельность по сбору, транспортированию, обработке, утилизации, обезвреживанию, размещению отходов I-IV классов должна быть лицензирована. Видится целесообразным также предусмотреть в КоАП РФ [5] административную ответственность для региональных операторов за неисполнение своих обязанностей, и иных действий (бездействий), повлекших неблагоприятные последствия или создающие угрозу наступления таких последствий.

Опыт по реализации раздельного сбора и утилизации ТКО в отдельных городах РФ

В зарубежной практике накоплен многолетний опыт по раздельному сбору мусора. В РФ в ряде городов есть также успешные примеры подобной практики.

В качестве положительного примера по раздельному сбору и дальнейшей переработки мусора можно выделить несколько городов: Архангельск, Оренбург, Саранск, Северодвинск. Несмотря на свои географические отличия, они могут служить ориентирами для оценки эффективности внедрения раздельного сбора и утилизации мусора, как наиболее экологичного и экономически перспективного. На примере Архангельска, где за основу был взят финский опыт организации раздельного сбора с использованием трёх контейнеров для бумаги, совместный для стекла и пластика и ещё один для смешанного мусора, можно оценить состав ТКО, попадающих на полигон (рисунок 1) [8].

Это типичная картина распределения ТКО по составу, где существенная доля мусора приходится на пищевые отходы, макулатуру и полимеры, а значит, может быть эффективно использована как вторичное сырье.

В таблице приведена сравнительная характеристика реализации программы по переработке ТКО в некоторых городах РФ на основе проведенных ранее исследований [6,7,8].

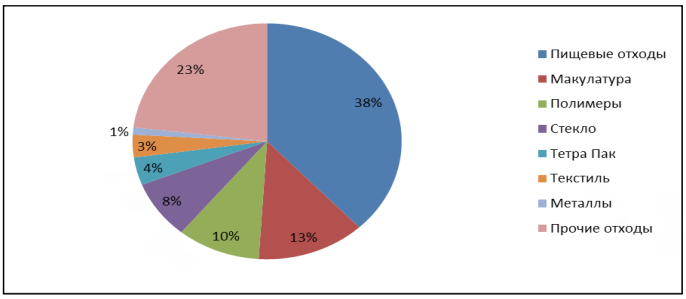


Рисунок 1 – Состав мусора на полигоне в Архангельске

Таблица 1 – Характеристика реализации программы о переработке ТКО

Город, население, тыс.	Год начала программы	Количество мусора, кг в год на человека	Общие объемы мусора и перерабо-танного, Тыс. т		Источник финансирования
Архангельск, 351	2005	400	143	17	Городской бюджет
Результаты	До 90 тысяч жителей Архангельска получили возможность сдавать свои отходы на переработку 12% отходов перерабатывается благодаря раздельному сбору и сортировке 26% горожан могут пользоваться контейнерами для сбора вторсырья Ежегодное увеличение переработки мусора и получения вторсырья				
Город, население, тыс.	Год начала программы	Количество мусора, кг в год на человека	Общие объемы мусора и перерабо-танного, Тыс. т		Источник финан-сирования
Оренбург, 562	2006 (2010)	410	230	17	Компании и ИП (поиск регионального оператора)
Результаты	Сортированный мусор отправляется на переработку в другие регионы, из него изготавливают новые пластиковые бутылки, стеклянные и алюминиевые банки, несколько видов картона, туалетную бумагу, тротуарную плитку, дренажные трубы. Переработка органических продуктов путём утилизации отходов способом анаэробного сбраживания помогает ежегодно на 26,5 тонны сокращать выбросы парниковых газов (метана и диоксида углерода) в атмосферу и производить до 23 тыс. м3 биогаза с дальнейшим преобразованием в электрическую, тепловую энергию и биометан для заправки автотранспорта. До 60% горожан получили возможность сдавать свои отходы на переработку. Раздельный сбор и сортировка отходов предоставили оренбуржцам 180 новых рабочих мест. Оренбург занял третье место в рейтинге российских городов с удобным раздельным сбором (2017 год).				
Город, население, тыс.	Год начала программы	Количество мусора, кг в год на человека	Общие объемы мусора и перерабо-танного, Тыс. т		Источник финан-сирования
Саранск, 337	2010	335	113	18	Коммерческая компания
Результаты	Благодаря организации раздельного сбора отходов в Саранске появилось 25 дополнительных рабочих мест для жителей города (не считая менеджеров мусоровывозящей компании) Каждый шестой контейнер г. Саранска предназначен для раздельного сбора отходов 90% многоквартирных домов, оборудованы баками для раздельного сбора Отдельные фракции (макулатура, ПЭТ-бутылки, плёнка высокого давления, плёнка-стреч, алюминиевые банки, канистры) прессуются в тюки и продаются перерабатывающим предприятиям				
Город, население, тыс.	Год начала программы	Количество мусора, кг в год на человека	Общие объемы мусора и перерабо-танного, Тыс. т		Источник финан-сирования
Северодвинск, 184	2012	230	93	4	Городская администрация + коммерческие компании
Результаты	37% горожан могут пользоваться контейнерами для сбора вторсырья 5% отходов перерабатывается благодаря егораздельному сбору. Появилось 20 дополнительных рабочих мест для грузчиков, водителей. Переработка Сырья: -из ламп и термометров выделяют вторичную ртуть и отправляют её в подмосковсный город Дубна для повторного использования -производится из полимерных отходов (ПП, ПВД, ПНД) — тротуарная плитка. Наблюдаемая положительная динамика в раздельном сборе свидетельствует о готовности населения к сортировке своих отходов и необходимости увеличения количества контейнеров для приёма вторсырья по всему городу				

Выводы. Для реализации программы по эффективному обращению с отходами требуется не только привлечение значительных материальных ресурсов (выделенный бюджет на программу Экология, включая раздел по отходам, составляет почти 2 млрд. руб), но и продуманная организация раздельного сбора ТКО, повышение общей экологической грамотности населения. На примере ряда

городов РФ, где опыт организации раздельного сбора мусора стартовал еще в 2005-2006 гг можно сделать вывод о возможности успешной работы в этом направлении. Ближайшие перспективы в выполнении программы касаются таких вопросов, как выбор региональных операторов по переработке мусора, проработкой законодательства в сфере увеличения их административной ответственности, строительство мусоросортировочных комплексов, закупка современных мусоровозов, установка евроконтейнеров с системой штрих-кодов в частном секторе, проведение широкой информационной политики и просветительской деятельности среди населения. Только комплексное решение проблемы ТКО на всех уровнях позволит надеяться на успешную реализацию национального проекта в масштабах всей страны.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Послание Президента Федеральному собранию 20 февраля 2019 года.

2. Паспорт национального проекта «Экология», утвержден Президиумом совета при Президенте Российской Федерации по стратегическому развитию и национальным проектам (протокол от 24 декабря 2018 г. № 16).

3. Доклад Заместителя Руководителя Росприроднадзора Амирханова Амирхана Магомедовича на селекторном совещании по председательством Министра природных ресурсов и экологии Донского С.Е. 03.08.2016.

4. Федеральный закон «Об отходах производства и потребления» от 24.06.1998 N 89-ФЗ (последняя редакция).

5. Кодекс Российской Федерации об административных правонарушениях.

6. Доклад Greenpeace «Саранск: как в городе внедрили раздельный сбор и переработку» 2.10.2017 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.greenpeace.org/russia/Global/russia/report/toxics/recycle/Saransk.pdf.

7. Доклад Greenpeace «Как в Оренбурге внедрили раздельный сбор отходов» 3.10.2017 [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.greenpeace.org/russia/ru/news/2017/orenburg-recycle/

8. Доклад Greenpeace «Как в Поморье внедрили раздельный сбор» 3.10.2017 [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.greenpeace.org/russia/ru/news/2017/arhangelsk-recycle/

9. Указ Президента РФ от 14 января 2019 г. № 8 “О создании публично-правовой компании по формированию комплексной системы обращения с твердыми коммунальными отходами «Российский экологический оператор».

10. Чайка Е.А, Викторов А.С «Экологические проблемы твердых бытовых отходов» (Учебное пособие).

11. Кузнецов В.Л.. Крапильская Н.М., Юдина Л.Ф. Экологические проблемы твердых бытовых отходов. Сбор. Ликвидация. Утилизация: Учебное пособие. – М.: ИПЦ МИКХиС, 2005. – 53 с.

12. Русскова И.Г. Охрана окружающей среды и основы природопользования Текст лекций / Санкт-Петербург, 2016. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://elibrary.ru/item.asp?id=29942292.

13. Власова А.А., Мусорина А.А. «Проблемы нормативно-правового регулирования в сфере раздельного сбора мусора в Российской Федерации». [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://elibrary.ru/item.asp?id=34954418

14. Карандеев А.Ю., Ярцева Е.А. «Организация раздельного сбора мусора в университете» [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://elibrary.ru/item.asp?id=30490476.

15. Карандеев А.Ю., Ярцева Е.А. «Практика внедрения раздельного сбора мусора в разных странах мира» [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://elibrary.ru/item.asp?id=30490476.

16. Наумова Ю., Порфирьев Б. «Утилизация бытовых отходов в мегаполисах: проблемы, технологические [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://elibrary.ru/item.asp?id=36319957.

17. Волков В., Шингаркина В. Управление отходами в развитых странах мира [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://elibrary.ru/item.asp?id=25446142.

18. Овсянникова Д.К. «Зарубежный опыт обращения с отходами и возможность его применения в Российской Федерации» [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://elibrary.ru/item.asp?id=30548085.

19. Овчинникова Л.А., Мармулева Н.И., Дзю Е.Л. «Проблема утилизации твердых бытовых отходов в России и пути её решение в европейских странах» [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://elibrary.ru/item.asp?id=31369105.

20. Чалганова А.А. «Проблемные вопросы системы обращения твердых бытовых отходов в Санкт-Петербурге» [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://elibrary.ru/item.asp?id=29861565.

Статья поступила в редакцию 15.04.2019
Статья принята к публикации 22.05.2019

УДК 614.8

ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТЬ СОЗДАНИЯ ЦЕНТРОВ ОБУЧЕНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НА ПОТЕНЦИАЛЬНО ОПАСНЫХ ОБЪЕКТАХ

© 2019

Назарова Ольга Михайловна, кандидат педагогических наук, доцент,
доцент кафедры «Защита в чрезвычайных ситуациях»
ПКИТ (ф) Московский государственный университет технологий и управления им. К.Г. Разумовского (Первый казачий университет)
(440006, Россия, г.Пенза, ул. Володарского, 6, e-mail: nazarovaolgam@mail.ru)
Сайфетдинова Марьям Кяримовна, кандидат педагогических наук,
доцент кафедры «Защита в чрезвычайных ситуациях»
ПКИТ (ф) Московский государственный университет технологий и управления им. К.Г. Разумовского (Первый казачий университет)
(440006, г. Пенза, ул. Володарского 6, e-mail: nazarovaolgam@mail.ru)
Ураев Александр Олегович, магистрант
Московский государственный университет технологий и управления им. К.Г. Разумовского ПКУ (филиал)
(440006, Россия, г.Пенза, ул.Володарского, 6, e-mail: nazarovaolgam@mail.ru)
Девина Лилия Ризаевна, магистрант
Московский государственный университет технологий и управления им. К.Г. Разумовского ПКУ (филиал)
(440006, Россия, г.Пенза, ул.Володарского,6, e-mail: nazarovaolgam@mail.ru)
Реброва Надежда Юрьевна, магистрант
Московский государственный университет технологий и управления им. К.Г. Разумовского ПКУ (филиал)
(440006, Россия, г.Пенза, ул.Володарского,6, e-mail: nazarovaolgam@mail.ru)

Аннотация. В статье дается обоснование макета и технических требований к центрам обучения безопасности на потенциально опасных объектах нового поколения, которые разрабатываются на базе информационно-образовательной и моделирующей среды. При достижении решения выдвинутых задач применялись общие принципы системного подхода, положения теорий управления риском, методы теории вероятностей и математической статистики, классификации и идентификации, основы математического моделирования. Научная новизна работы состоит в том, что: оценено состояние сложной организационно-технической системы (СОТС) «человек-ПОО-среда»; определены основные факторы и причины возникновения происшествий и чрезвычайных ситуаций в системе «человек-ПОО-среда»; проведен анализ роли профессиональной подготовки в обеспечении безопасности объектов; исследованы вопросы создания компьютерной адаптивной технологии обучения безопасности.Так же в статье проведен системный анализ информационно-образовательной среды обучения безопасности, образуемой взаимодействующими между собой руководителями, исполнителями и учебно-методической компонентой, при различных формах обучения профессиональной безопасности. Сформирована система показателей качества обеспечения безопасности НБ. Представлен состав и структура центра обучения безопасности (ЦОБ). Разработка методологии взаимодействия информационно-образовательной среды и обучающихся в ЦОБ, обеспечивающей единство функциональных групп руководства обучением, подготовки органов управления, связана с формированием многофункциональной адаптивной тренажерной системой (ТС) обучения, обладающей свойствами инвариантности к различным формам подготовки и к контингенту обучающихся.

Ключевые слова: центр обучения безопасности (ЦОБ), тренажерная система (ТС) обучения, потенциально опасный объект (ПОО), автоматизированные рабочие места (АРМ), электронная информационно -образовательная среда (ЭИОС)

EXPEDIENCY OF CREATING VOCATIONAL SAFETY TRAINING CENTERS AT POTENTIALLY HAZARDOUS FACILITIES

© 2019

Nazarova Olga Mikhailovna, Candidate of Pedagogical Sciences,
Associate Professor of the Department “Protection in Emergency Situations”
Moscow State University of Technology and Management named after VG Razumovsky
(440006, Russia, Penza, Volodarskogo St., 6, e-mail: nazarovaolgam@mail.ru)
Sayfetdinova Maryam Kyarimovna, Candidate of Pedagogical Sciences,
Associate Professor of the Department “Protection in Emergency Situations”
Moscow State University of Technology and Management named after VG Razumovsky
(440006, Russia, Penza, Volodarskogo St., 6, e-mail: nazarovaolgam@mail.ru)
Uraev Alexander Olegovich, graduate student
Moscow State University of Technology and Management named after VG Razumovsky PKU (branch)
(440006, Russia, Penza, Volodarskogo St., 6, e-mail: nazarovaolgam@mail.ru)

Devina Liliya Rizaevna, graduate student
Moscow State University of Technology and Management named after VG Razumovsky PKU (branch)
(440006, Russia, Penza, Volodarskogo St., 6, e-mail: nazarovaolgam@mail.ru)
Rebrova Nadezhda Yuryevna, graduate student
Moscow State University of Technology and Management named after VG Razumovsky PKU (branch)
(440006, Russia, Penza, Volodarskogo St., 6, e-mail: nazarovaolgam@mail.ru)

Abstract. The article provides a rationale for the appearance and technical requirements for safety training centers at potentially dangerous facilities of a new generation, developed on the basis of an information-educational and modeling environment. In solving these tasks, the general principles of the systems approach, the provisions of risk management theories, methods of probability theory and mathematical statistics, classification and identification, and the foundations of mathematical modeling were used. The scientific novelty of the work lies in the fact that: the state of the complex man-VET environment is evaluated; identified the main factors and causes of accidents and emergencies in the "human-VET-environment" system; analysis of the role of training in ensuring the safety of facilities; investigated the creation of computer adaptive technology safety training. Also in the article a system analysis of the information-educational environment of safety education, formed by interacting leaders, performers and educational-methodical component, with various forms of professional safety education was conducted. Formed a system of indicators of quality assurance security NB. The composition and structure of the Safety Training Center (CSC) is presented. The development of a methodology for the interaction of the informational and educational environment and students in the CSD, which ensures the unity of the functional groups of learning management, management training, is associated with the formation of a multi-functional adaptive training system (TS) with the properties of invariance to various forms of training and contingent learners.

Keywords: safety training center (SSC), training simulator (TS), potentially hazardous facility (VET), automated workplaces (AWP), electronic information and educational environment (EIOS)

Введение. В настоящее время все чаще и чаще стали происходить разного рода чрезвычайные происшествия, крупные техногенные аварии по вине так называемого человеческого фактора. Кроме человеческих жертв и материального ущерба, достаточно весомый вред причиняется при этом экологии, физической и моральной составляющих здоровья граждан. Исходя из этого естественным считается тот факт, что в государстве, в социуме просто обязана возрастать непосредственная заинтересованность в уменьшении вероятности возникновения разного рода техногенных ситуаций (аварий, пожаров, экологических бедствий, случаев травмирования людей. Реализацию данной цели можно считать достаточно емким и сложным заданием, непосредственно для руководителей потенциально опасных производств, в том числе.

Важность роли человеческого фактора в обеспечении безопасности потенциально опасного объекта (ПОО) вызывает необходимость и важность создания в его рамках специального подразделения - Центра обучения безопасности (ЦОБ) персонала, как постоянно действующей структуры. Наличие данного структурного подразделения позволит в большей степени увеличить качество человеческого ресурса на данном виде объектов. Согласно полученным статистическим данным результаты массового, усредненного обучения являются малопродуктивными. Поэтому необходим переход на индивидуальное обучение, которое и является основополагающим компонентом развития личности. Результативное обучение невозможно без оценки персональных профессиональных знаний, умений и навыков, адаптивного управления обучением безопасности и «привязки» СУОБ к требованиям рабочего места. Построение подобного рода СУОБ позволит решить проблемы, связанные с эффективностью обучения профессиональной безопасности.

Цель работы. Обосновать макет, облик и технические требования к современным центрам обучения безопасности ПОО по стандартам нового поколения, которые разработаны и совершенствуются на основе актуальной информационно-образовательной и моделирующей среды.

Материалы и результаты исследований. Реализация методологии создания современной информационно-обучающей среды нового поколения, обеспечивает интеграцию существующих и разрабатываемых тренажеров, автоматизированных рабочих мест (АРМ) для органов управления в единую информационно-моделирующую систему, взаимодействие обучающихся с ЭОР в режиме адаптивного параметрического управления и виртуального пространства.

Под электронной ИОС принято понимать совокупность средств вычислительной техники на базе однотипных ПЭВМ и периферийных устройств, которые объединены в локальную вычислительную сеть, средств программного, информационного, лингвистического и методического обеспечения, аппаратуры передачи данных и связи для обучения безопасности персонала в интерактивном режиме [1,2,3].

Созданию ЦОБ будет способствовать разработанный методический аппарат синтеза ИОС и его моделирующего комплекса (МК). Он содержит разработку:

- концепции параметрически адаптивной модели обучения безопасности персонала ПОО;
- методики формализации оперативно-тактиче-

ских алгоритмов возникновения и развития ЧС с использованием средств электронной картографии;

- математических методов описания модельных объектов (воздействия ОФ и ПФ среды и человека, инициирующих пожар и взрыв, и противодействия развитию ЧС);

- системы показателей качества обеспечения безопасности ПОО.

Данная методология взаимодействия ИОС и обучающихся в ЦОБ обеспечивает единство функциональных групп руководства обучением, подготовки органов управления, подразделений и отдельных исполнителей с помощью формирования многофункциональной адаптивной системы обучения, которая обладает свойствами инвариантности к различным формам подготовки и к контингенту обучающихся.

Состав и структура ЦОБ предусматривают возможность одиночной (индивидуальной) подготовки персонала, слаживание органов управления, проведение учений с использованием АРМ, сопряженных с существующей и перспективной тренажерной базой.

Внедрение тренажерных (моделирующих) комплексов для подготовки, ситуационных (моделирующих) центров для подготовки ДЛ и органов управления, применение сети «Интернет», разработка автоматизированных (компьютерных) обучающих систем (электронных) учебных пособий, учебников, учебных электронных обучающих курсов, ИЭТР и других элементов электронного обучения значительно расширяют учебно-методические возможности учебной материально-технической базы (УМТБ), повышают эффективность системы обучения. Сопряжение моделирующих (виртуальных) и обучающих комплексов обеспечивает формирование центров подготовки, имеющих значительно более высокие технико-методические возможности [4,5,6].

Исходя из важности оценки персонала для эффективного управления организацией в 60-70 гг. многие американские фирмы создали у себя Центры оценки и развития персонала (IBM, «Стандарт ойл оф Огайо», «Сирс Робакс» и др.). В 1970 г. Центрами располагали 100 фирм, а в 1980 г. - уже около 2000.

Реальное положение дел в обучении профессиональной безопасности делает весьма актуальным разработку новых принципов и подходов к проблеме обучения исполнителей безопасному выполнению работ на основе создания современных технологий моделирования и использования их в перспективных технических средствах подготовки и обучения.

Современная система безопасности НБ включает множество различных средств защиты и охраны, каждое из которых обслуживается, применяется и управляется как одним человеком, так и коллективами. Управление таким количеством сил и средств требует получения, сбора, обработки, обобщения и отображения информации с помощью комплексов средств автоматизированного управления (КСА). Появление ЭВМ в КСА органов управления создает только предпосылки для разрешения проблемы обработки информации и ее представления в виде, возможном для восприятия и выработки рациональных способов решения задач. Подобные системы, не начиненные интеллектом, останутся простыми информационно-справочными системами, обеспечивающими решение частных расчетных задач.

Основным назначением ЦОБ будет профессиональная подготовка, переподготовка и повышение квалификации персонала НБ по безопасному производству работ, подготовка и совершенствование навыков работы ДЛ по управлению подчиненными в различных условиях обстановки на основе применения ИМС и последующей практической отработки вопросов с привлечением техники и оборудования на рабочих местах [7].

Целью деятельности центра обучения безопасности являются:

- формирование практических умений и приобретение персоналом навыков для безопасного выполнения работ;

- слаженность действий персонала в разнородных видах действий и различных условиях обстановки при возникновении и развитии ЧС;

- подготовка органов управления всех уровней в организации действий и управлении подчиненными в ЧС и повседневной деятельности;

- обучение и инструктаж работников по безопасности труда;

- теоретическое и производственное обучение работников безопасным приемам и методам работы (в объеме не менее 10 учебных часов);

- проверка теоретических знаний и практических навыков работников, допуск их к самостоятельной работе;

- периодические проверки знаний по безопасности труда рабочих, связанных с выполнением работ повышенной опасности;

- повторные проверки знаний при получении работником неудовлетворительной оценки и отсутствии допуска к самостоятельной работе;

- обучение по безопасности труда до начала самостоятельной работы работников, имеющих перерыв в работе по данному виду работ, профессии более трех лет, а при работе с повышенной опасностью - более одного года;

- инструктажи по безопасности труда (вводный инструктаж; - первичный инструктаж на рабочем месте; -повторный инструктаж; - внеплановый инструктаж; -целевой инструктаж) [1,8,9,10].

В итоге создания ЦОБ нового поколения возможно: моделирование разнородных условий воздействия ОФ и ПФ применительно к требованиям обучения специалистов профессиональной безопасности; увеличение количества активных учебных действий обучающихся за период обучения (подготовки) без увеличения расхода; сокращение време-

ни и значительное повышения уровня профессиональной подготовки специалистов; сокращение финансовых расходов на профессиональную подготовку специалистов; изучение перспективных средств противодействия возникновению и развитию ЧС и исследование возможного характера будущих действий; предварительный проигрыш ЭТМ с целью выработки целесообразных вариантов их выполнения, а также проигрыш проведённых мероприятий для анализа и оценки действий обучающихся.

Итак, формирование ЦОБ даст возможность повысить безопасность ПОО, их органов управления, а так же обеспечить необходимый уровень профессиональной подготовки персонала в оптимальные сроки, при минимальных затратах материальных ресурсов.

ИМС можно считать основой для комплексирования обучения безопасности и боевой подготовки, поскольку дает возможность решать определенные задачи, такие как: моделирование воздействия ОФ и ПФ, инициирующих пожар и взрыв, и ответных действий; информационный обмен органов управления различных уровней; моделирование функионала сил и средств противодействия ЧС; планирование и моделирование (решения информационно-расчетных задач) противодействия возникновению и развитию ЧС; оценка возможностей безопасности СОТС; учет сил и средств противодействия ЧС на конкретное время; разработка смысловой программы учений; оценка обстановки с определением степени важности объектов и формированием сигналов возникновения опасных ситуаций; обучение ДЛ конструкции, правилам безопасного применения, обслуживания и восстановления имеющихся средств [11,12,13].

Технические подходы по выполнению требований к центрам обучения

Учитывая требования к обоснованию инженерно-технических основ построения и деятельности ЦОБ с обширным применением ИМ возникновения и развития ЧС и ответных действий его вид может быть представлен в соответствии с предлагаемой функциональной схемой, представленной на рисунке 1.

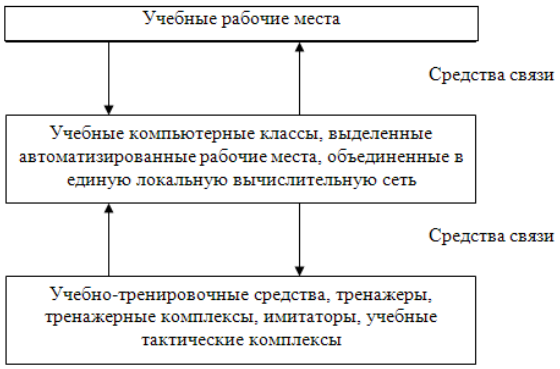


Рисунок 1 – Функциональная схема учебного центра

Выводы. Обобщая изложенную информацию и результаты проведенной исследовательской работы целесообразно говорить о трех уровнях подготовки в ЦОБ:

1-й уровень – теоретический – с использованием учебно-тренировочных комплексов (в учебных компьютерных классах и на тренажерах):

- теоретическая подготовка специалистов и ДЛ органов управления с помощью интерактивных электронных технических руководств (ИЭТР) и автоматизированных обучающих курсов (АУК);
- оценивание подготовки специалистов с помощью экспертных систем и модулей тестирования;
- выполнение упражнений на имитаторах или специализированных тренажерах с оцениванием действий экспертом.

2-й уровень - практический (на рабочих местах):

- подготовка оборудования к применению;
- выполнение контролируемых действий с оценкой эксперта;
- выполнение пробных работ.

3-й уровень – управленческий (на АРМ):

- обеспечение сбора и обработки данных о состоянии и возможностях персонала и индивидуальной подготовки рабочих;
- обеспечение настройки ИМС в зависимости от состава обучаемых и целей выполнения учебных задач;
- обеспечение функционирования ИМС при различных условиях воздействия ОФ и ПФ, взаимосвязанных между собой в соответствии с целевым назначением учебной задачи;
- организация взаимодействия всех уровней управления по каналам связи, либо с их имитацией в сети ЭВМ.

Итак, состав и структура ЦОБ должны предусматривать возможность индивидуального обучения персонала всех специальностей, слаживание органов управления объектов, проведение тактических учений с использованием АРМ, сопряженных с существующей и перспективной тренажерной базой.

Для создания перспективной системы обучения необходима новая материально-техническая база на основе современных максимально унифицированных ТС, разработанных с использованием перспективных информационных технологий, имитационно-моделирующих комплексов, принципов распределенного моделирования и модульности, развитого графического интерфейса.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Гарькин И.Н., Назарова О.М. Психолого-педагогическое сопровождение обучающихся в рамках образовательного процесса / Образование и наука в современном мире. Инновации. 2018. № 3(16). С. 24–31.

2. Охрана труда на производстве и в учебном процессе. Учебное пособие. Петров С.В., Вольхин С.Н., Петрова М.С. 2006, 232 с.

3. Безопасность жизнедеятельности. Учебное пособие для ссузов. Смирнов А.Т. и др. 2009, 375 с.

4. Опасные ситуации техногенного характера и защита от них. Учебное пособие. Петров С.В., Макашев В.А. 2008, 224 с.

5. Основы безопасности жизнедеятельности. Учебное пособие. Алексеев В.С., Иванюков М.И. 2007, 240 с.

6. Охрана труда. Учебник для ссузов. Девисилов В.А. 2009, 496 с.

7. Чрезвычайные ситуации социального характера и защита от них. Учебное пособие. Губанов В.М., Михайлов Л.А., Соломин В.П. 2007, 288 с.

8. Гарькин И.Н., Назарова О.М., Арискин М.В. Техническая экспертиза: метод приемки жилых одноэтажных зданий // Электронный научно-практический журнал «Молодежный научный вестник»/ Учредитель: ООО «Вектор науки» Российская Федерация, Республика Башкортостан, Стерлитамак, 2018. №6(31), С. 49–52.

9. Безопасность и охрана труда: Учебное пособие для вузов./ Под ред. О.Н. Русака. СПб: Из-во МАНЭБ, 2001. – 279 с.

10. Кривошеин Д.А., Дмитренко В.П., Федотова Н.В. Системы защиты среды обитания: Учеб, пособие. В 2 т., 2014.

11. Белое С.В. Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды (техносферная безопасность). М., 2013.

12. Безопасность жизнедеятельности: Учебник / Под ред. Э.А. Арустамова. М., 2014.

13. Пожарная безопасность общественных и жилых зданий: Справочник / Под ред. проф. С.В. Собуря. – 3-е изд., доп. (с изм.). – М.: ПожКнига, 2007. – 192 с.

Статья поступила в редакцию 10.04.2019
Статья принята к публикации 22.05.2019

УДК 614.8

АНАЛИЗ ГОТОВНОСТИ СТУДЕНТОВ НАПРАВЛЕНИЙ ПОЖАРНОЙ И ТЕХНОСФЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ К ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ

© 2019

Бочкарева Людмила Петровна, кандидат психологических наук,
доцент кафедры «Защита в чрезвычайных ситуациях»
ПКИТ (ф) ФГБОУ ВО «Московский государственный университет технологий и управления им. К.Г. Разумовского (Первый казачий университет)»
(440026, Россия, г. Пенза, ул. Володарского, 6, e-mail: mila58reg@yandex.ru)
Бодин Олег Николаевич, доктор технических наук,
профессор кафедры «Защита в чрезвычайных ситуациях»
ПКИТ (ф) ФГБОУ ВО «Московский государственный университет технологий и управления им. К.Г. Разумовского (Первый казачий университет)»
(440026, Россия, г. Пенза, ул. Володарского, 6)
Белушкина Ольга Александровна, магистрант
ПКИТ (ф) ФГБОУ ВО «Московский государственный университет технологий и управления им. К.Г. Разумовского (Первый казачий университет)»
(440026, Россия, г. Пенза, ул. Володарского, 6, e-mail: orlovaO1969@yandex.ru)
Богаткина Екатерина Викторовна, магистрант
ПКИТ (ф) ФГБОУ ВО «Московский государственный университет технологий и управления им. К.Г. Разумовского (Первый казачий университет)»
(440026, Россия, г. Пенза, ул. Володарского, 6, e-mail: bogatkinaev2@mail.ru)
Потапова Светлана Николаевна*,* магистрант
ПКИТ (ф) ФГБОУ ВО «Московский государственный университет технологий и управления им. К.Г. Разумовского (Первый казачий университет)»
(440026, Россия, г. Пенза, ул. Володарского, 6, e-mail:psn240673@mail.ru)

Аннотация. Готовность к деятельности в любых условиях является одной из характеристик профессионализма и необходимый компонент эффективного труда в любой профессиональной сфере. Данная проблема является достаточно разработанной в психолого - педагогическом аспекте. Несмотря на различие подходов в понимании психологической готовности к деятельности, большинство исследователей рассматривают её как интегральное психологическое состояние, оптимальное сочетание когнитивных, эмоционально-волевых, мотивационных составляющих, обеспечивающее эффективное выполнение деятельности. Содержание психологической структуры готовности определяется особенностями самой этой деятельности. Поэтому, особую значимость психологическая готовность имеет для профессиональной деятельности, в которой периодически возникают экстремальные и чрезвычайные ситуации. Профессиональная деятельность в области пожарной и техносферной безопасности относится к таким сферам, в которых высока вероятность возникновения ситуаций, угрожающих здоровью и жизни человека. Такая специфика профессии усиливает необходимость профессиональной подготовки студентов со сформированной готовностью к профессиональной деятельности. В исследовании изучался личностно - мотивационный компонент психологической готовности к деятельности студентов направлений «Пожарная безопасность» и «Техносферная безопасность». Были изучены определенные личностные качества, которые являются предпосылками профессионально-важных качеств и мотивация обучения студентов. Было установлено, что студенты характеризуются склонностью к разумному риску и осторожности, умеренно выраженными адаптационными ресурсами к воздействию стрессоров, что является нормативным для их личности на этапе первоначального формирования психологической готовности к профессиональной деятельности. В структуре мотивационной готовности у студентов приоритетными являются профессиональные и учебно - познавательные мотивы.

Ключевые слова: профессиональная деятельность, психологическая готовность, чрезвычайная ситуация, экстремальные условия, пожарная безопасность, техносферная безопасность, стрессоустойчивость, склонность к риску, мотивы обучения

ANALYSIS OF READINESS OF STUDENTS DIRECTIONS FIRE AND TECHNOSPHERE SAFETY ACTIVITIES IN EMERGENCY SITUATIONS

© 2019

Bochkareva Lyudmila Petrovna, candidate of psychological Sciences,
associate Professor of the Department “Protection in emergency situations”
«K.G. Razumovsky Moscow State University of technologies and management (the First Cossack University)»
(440026, Russia, Penza, Volodarsky St., 6, e-mail:mila58reg@yandex.ru)
Bodin Oleg Nikolayevich, doctor of technical sciences,

professor of the Department "Protection in emergency situations" *«K.G. Razumovsky Moscow State University of technologies and management (the First Cossack University)»*
(440026, Russia, Penza, Volodarsky St., 6)

Belushkin Olga Alexandrovna, graduate student of the department «Protection in Emergency Situations»
«K.G. Razumovsky Moscow State University of technologies and management (the First Cossack University)»
(440026, Russia, Penza, Volodarsky St., 6, e-mail: orlovaO1969@yandex.ru)

Bogatkina Ekaterina Viktorovna, graduate student of the department «Protection in Emergency Situations»
«K.G. Razumovsky Moscow State University of technologies and management (the First Cossack University)»
(440026, Russia, Penza, Volodarsky St., 6, e-mail: bogatkinaev2@mail.ru)

Potapova Svetlana Nikolayevna, graduate student of the department «Protection in Emergency Situations»
«K.G. Razumovsky Moscow State University of technologies and management (the First Cossack University)»
(440026, Russia, Penza, Volodarsky St., 6, e-mail:psn240673@mail.ru)

Abstract. Readiness to work in any conditions is one of the characteristics of professionalism and a necessary component of effective work in any professional field. This problem is sufficiently developed in the psychological and pedagogical aspect. Despite the difference in approaches to the understanding of psychological readiness for activity, most researchers consider it as an integral psychological state, the optimal combination of cognitive, emotional-volitional, motivational components, ensuring the effective implementation of activities. The content of the psychological structure of readiness for activity is determined by the characteristics of this activity. Therefore, psychological readiness is of particular importance for professional activities, in which extreme and emergency situations arise periodically. Professional activity in the field of fire and technosphere safety refers to such professions in which there is a high probability of situations that threaten human health and life. This specificity of the profession increases the need for professional training of students with formed readiness for professional activity. The study studied the personal-motivational component of psychological readiness for the activities of students in the areas of "Fire safety"and" Technosphere safety". Certain personal qualities which are prerequisites of professionally important qualities and motivation of training of students were studied. It was found that students are characterized by a tendency to reasonable risk and caution, moderate adaptive resources to the effects of stressors, which is standard for their personality at the stage of the initial formation of psychological readiness for professional activity. In the structure of motivational readiness of students priority are professional and educational and cognitive motives.

Keywords: professional activity, psychological readiness, emergency situation, extreme conditions, fire safety, technosphere safety, stress tolerance, risk appetite, learning motives.

Введение. Готовность к деятельности в любых условиях является одной из характеристик профессионализма и необходимый компонент эффективного труда в любой профессиональной сфере. Данная проблема является достаточно разработанной в психолого-педагогическом аспекте. Проблемой психологической готовности к различным видам деятельности занимались многие исследователи: М.И. Дьяченко, Л.А. Кандыбович [1], А.А. Деркач [2], Е.И. Ильин [3], А.В. Карпов [4], Н.Д. Левитов [5], В.Д. Шадриков [6] и др. Несмотря на различие подходов в понимании психологической готовности к деятельности, большинство исследователей рассматривают её как интегральное психологическое состояние, оптимальное сочетание когнитивных, эмоционально-волевых, мотивационных составляющих, обеспечивающее эффективное выполнение деятельности [1-6].

Формирование психологической готовности к деятельности начинается на этапе профессиональной подготовки, которая осуществляется в рамках определенного учебного заведения [7]. На этой стадии профессионального становления происходит не только освоение знаний, умений, навыков и формирование профессиональной мотивации, но принятие профессии, которое проявляется в виде эмоционально-положительного отношения, как к самой профессии, так и к профессиональному сообществу [8]. Причем, занятия проводятся с использованием информации по возможным чрезвычайным ситуациям в регионе [9]. Обучение и профессиональная подготовка в вузе должны обеспечивать не только приобретение необходимых профессиональных компетенций, но и формировать у студента готовность к профессиональным действиям в любых условиях, в том числе и в экстремальных.

Исследователи отмечают, что содержание психологической структуры готовности к деятельности определяется особенностями этой деятельности [1,6]. Поэтому, особую значимость психологическая готовность имеет для профессиональной деятельности, в которой периодически возникают экстремальные и чрезвычайные ситуации [10]. Профессиональная деятельность в области пожарной и техносферной безопасности относится к таким сферам, в которых высока вероятность возникновения ситуаций, угрожающих здоровью и жизни человека. Такая специфика профессии усиливает необходимость формирования у студентов готовности к профессиональной деятельности в процессе профессиональной подготовки в вузе.

Специалисты в области психологии экстремальных ситуаций отмечают, что наиболее характерной особенностью выполнения деятельности в таких

условиях является возникновение у субъекта психической напряженности, поскольку деятельность выполняется в условиях, выходящих за пределы оптимума [10].

Деятельность работников экстремального профиля, предполагает два типа условий, вызывающих различные формы психической напряженности:

- повседневная напряженная деятельность, связанная с режимом тревожного ожидания в которой опасность представлена как потенциально возможное событие, и это хроническое напряжение отрицательно влияет на психоэмоциональное состояние сотрудников;

- критические инциденты или чрезвычайные события, когда сотрудники сталкиваются с реальной опасностью для собственной жизни и здоровья, а также с человеческими жертвами и материальными потерями [11].

Также экстремальные условия создают такие ситуации, в которых специалисту приходится принимать рискованные и в тоже время ответственные решения [11]. Такие особенности профессиональной деятельности требуют от специалиста высокого уровня психологической готовности, что является необходимым условием успешного её выполнения.

М.И. Дьяченко и Л.А. Кандыбович отмечают, что психологическая готовность к деятельности может быть длительной или заблаговременной, и ситуативной [1]. Ситуативная или непосредственная готовность к деятельности в экстремальных условиях создает мобилизацию психологических ресурсов к выполнению текущих задач деятельности, своеобразное «предстартовое» состояние психики. Эта готовность непосредственно связана с длительной, которая является приоритетной в деятельности профессионала постоянно функционирующего в экстремальных (чрезвычайных) ситуациях. Длительная психологическая готовность создается на основе приобретения субъектом профессиональных знаний умений, навыков, соответствующей профессиональной мотивации и формирования профессионально- важных качеств [1].

В структуру психологической готовности к деятельности в экстремальных условиях исследователи включают следующие составляющие:

- мотивационный компонент (мотивы профессионального достижения, интерес к процессу труда);

- познавательный компонент (знание профессиональных обязанностей, представление целей и задач деятельности, средств их достижения);

- эмоциональный (наличие положительного отношения к деятельности, а также таких чувств как долг, ответственность);

- волевой (установка на преодоление трудностей, мобилизация сил, преодоление тревоги, страха).

Особая роль в структуре психологической готовности к деятельности принадлежит профессионально - важным качествам личности специалиста. Практически всеми исследователями признается, что профессионально-важные качества выступают как определяющие компоненты профессиональной пригодности, которые детерминирует успешность освоения и выполнения трудовой деятельности. Именно структура профессионально-важных качеств составляет психологическую основу готовности к деятельности [12].

Психологическая готовность к деятельности, к её освоению и дальнейшему выполнению будущих специалистов пожарной и техносферной безопасности на этапе профессиональной подготовки в большей степени зависит от наличия определенных личностных качеств, которые являются предпосылками профессионально-важных качеств и мотивации обучения.

Цели исследования. Целью нашей работы стало исследование личностно-мотивационного компонента психологической готовности к будущей профессиональной деятельности студентов направлений «Пожарная безопасность» и «Техносферная безопасность». На наш взгляд, на этапе профессиональной подготовки такой мониторинг может выступать основанием, для прогнозирования профессиональной пригодности будущих специалистов к деятельности в чрезвычайных ситуациях.

Материалы и методы. В нашем исследовании принимали участие студенты 3–4 курсов направления «Пожарная безопасность» и «Техносферная безопасность» Пензенского казачьего института технологий (филиал) ФГБОУ ВО МГУТУ имени К.Г. Разумовского (ПКУ).

Для изучения такого компонента личностной готовности студентов как склонность к риску в нашем исследовании был использован тест – опросник «Готовность к риску» (авт. А.М. Шуберт).

Профессиональная деятельность специалистов в области пожарной и техносферной безопасности требует принятия рискованных и в тоже время ответственных решений. По данным исследований определенный уровень готовности к риску играет позитивную роль в деятельности таких специалистов и может обеспечить успех, поскольку субъект может контролировать страх и принимать рискованные, но адекватные решения. Однако, при слишком высоких показателях данного качества, появляется склонность к неоправданному риску, что негативно влияет на профессиональную деятельность [13].

Особую значимость в структуре качеств, определяющих готовность специалиста к деятельности в чрезвычайных ситуациях, занимает стрессоустойчивость или эмоциональная устойчивость к стрессу. Это качество может позволить специалистам по пожарной и техносферной безопасности быстро и эффективно преодолевать воздействие профессиональных стрессоров, уверенно применять имеющиеся знания и навыки, принимать адекватные решения в обстановке дефицита времени.

Для изучения стрессоустойчивости в нашем исследовании был использован тест – опросник опре-

деления стрессоустойчивости и социальной адаптации (авт. Т. Холмс и Р. Раге.).

Мотивационный компонент готовности к деятельности в нашем исследовании изучался с помощью методики диагностики учебной мотивации студентов (авт. А.А. Реан, В.А. Якунин, в модификации Н.Ц. Бадмаевой) [16].

Результаты исследования. Проанализируем результаты изучения склонности к риску приведенные в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты изучения склонности к риску у студентов в (%)

Уровни развития склонности к риску	Студенты направления «Пожарная безопасность»	Студенты направления «Техносферная безопасность»
Высокий	10	10
Средний	55	35
Низкий	45	55

Полученные результаты показывают, что большинство студентов направления «Пожарная безопасность» (55%), имеют умеренно выраженную склонность к риску, 10 % имеют высокий уровень склонности у риску и 45% студентов проявляют склонность к осторожности. Большинство студентов направления «Техносферная безопасность» (55%) имеют низкий уровень склонности к риску, 35 % студентов имеют умеренно выраженную склонность к риску, и лишь у 10 % отмечается высокий уровень склонности у риску. Преобладание у студентов обеих групп склонности к умеренному риску, на наш взгляд, можно объяснить следующим образом. Высокий уровень риска предрасполагает личность к неоправданному к риску, а это может негативно влиять, как на результаты будущей профессиональной деятельности, так и на результаты учебной деятельности студентов. Неоправданно высокий риск в деятельности будущих специалистов по пожарной и техносферной безопасности может привести к непродуманным действиям и решениям. Рискованное, авантюрное поведение студента также может негативно отразиться на его образовательной «биографии». Как показывают данные ряда исследований, рискованное поведение не является характерным для студентов, обучающихся в вузе. Е.В. Кочергина, И.А. Прахов, Г.В. Руденко установили, что склонность к риску у студентов положительно коррелирует с вероятностью отчисления из вуза. Студенты, склонные к необоснованному риску и авантюризму, плохо адаптируются к академической вузовской среде, и это повышает вероятность их отчисления. Поэтому нормативным в поведении студентов, обучающихся в вузе, является разумный риск и склонность к осторожности [14,15]. В целом, студенты обеих направлений подготовки характеризуются склонностью к разумному риску и осторожности, что является нормативным для их поведения на этапе первоначального формирования психологической готовности к профессиональной деятельности.

Проанализируем результаты изучения стрессоустойчивости студентов, которые приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Уровни выраженности стрессоустойчивости у студентов в (%)

Уровни развития стрессоустойчивости	Студенты направления «Пожарная безопасность»	Студенты направления «Техносферная безопасность»
Очень высокий уровень стрессоустойчивости	0	0
Высокий уровень стрессоустойчивости	15	20
Пороговый (средний) уровень стрессоустойчивости	55	45
Низкий уровень стрессоустойчивости	30	35

Результаты, приведенные в таблице, показывают, что почти половина студентов обеих групп имеют средний уровень стрессоустойчивости, что характеризует их как имеющих умеренно развитый уровень адаптивных возможностей в противостоянии различным стрессогенным ситуациям. Они имеют достаточный уровень сопротивляемости повседневным трудностям и препятствиям, однако, с увеличением в жизни стрессовых ситуаций, имеющиеся у них ресурсы стрессоустойчивости, могут снижаться. У 30% студентов направления «Пожарная безопасность» и 35% студентов направления «Техносферная безопасность» отмечается низкий уровень стрессоустойчивости, что характеризует их как трудно справляющихся со стрессами повседневной жизни. Хорошо известно, что студенческая жизнь потенциально создает возможность возникновения различных стрессогенных ситуаций: экзамены, интенсивность учебных занятий, дефицит времени для подготовки, хроническое недосыпание и т.д. Поэтому низкая стрессоустойчивость может негативно отражаться, как на учебной деятельности студентов, так и на состоянии их психического и физического здоровья. В соответствии с приведенными выше результатами одна треть студентов нашей выборки попадают в группу риска и им необходимо

развитие эффективных стратегий противостояния стрессу. Высокую стрессоустойчивость имеют 15 % студентов направления «Пожарная безопасность» и 20% студентов направления «Техносферная безопасность». В контексте нашего исследования это означает, что только эта часть студентов способна эффективно противостоять стрессу и имеет определенные предпосылки для готовности к деятельности в чрезвычайных ситуациях. В целом, большая часть студентов нашей выборки, обладают умеренно выраженными адаптационными ресурсами к воздействию стрессоров.

Для изучения мотивационной готовности студентов была использована «Методика диагностики учебной мотивации студентов» (авт. А.А. Реан, В.А. Якунин, в модификации Н.Ц. Бадмаевой) [16]. Результаты приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Результаты изучения мотивации обучения студентов (в баллах)

Мотивы	Студенты направления «Пожарная безопасность»	Ранг мотива	Студенты направления «Техносферная безопасность»	Ранг мотива
	Средний балл		Средний балл	
Профессиональные мотивы	24,7	1	26,8	1
Учебно-познавательные мотивы	22,5	2	23,6	2
Социальные мотивы	18,5	3	16,5	4
Мотивы престижа	14,7	4	12,6	5
Коммуникативные мотивы	12,8	5	17,7	3
Мотивы творческой самореализации	9,4	6	7,4	6
Мотивы избегания	7,1	7	6,5	7

Данные таблицы показывают, что у студентов обеих групп наблюдается сходство в ведущих мотивах обучения, приоритетными у них являются профессиональные и учебно - познавательные мотивы. Эти мотивы наиболее адекватны периоду профессиональной подготовки к будущей профессии. Поскольку познавательная мотивация направлена на приобретение профессиональных знаний и умений, а профессиональная мотивация – на формирование практических навыков и компетенций будущей профессиональной деятельности.

Социальные, коммуникативные, престижные мотивы имеют меньшую значимость для студентов в процессе профессиональной подготовки. Студенты мало ориентированы на самореализацию и менее всего у них выражены мотивы избегания. Такая структура мотивации обучения студентов старших курсов разных направлений подготовки отмечается во многих исследованиях и объясняется тем, что завершение профессионального обучения актуализирует профессиональную направленность [17,18]. Профессиональная подготовка студентов старших курсов предполагает прохождение производственной практики, в процессе которой они получают возможность апробации сформированных профессиональных компетенций и у них расширяется представление о будущей профессии.

Заключение. Таким образом, данное исследование показало, что у студентов направлений «Пожарная безопасность» и «Техносферная безопасность» в определенной степени сформированы в процессе профессиональной подготовки компоненты личностно-мотивационной готовности к профессиональной деятельности в условиях чрезвычайных ситуаций. Это выражается в наличии у большей части студентов обеих специальностей умеренно выраженной склонности к риску, стрессоустойчивости и преобладании в процессе подготовки профессиональных и учебно-познавательных мотивов. Однако одна треть студентов характеризуется слабыми возможностями в противостоянии различным стрессогенным ситуациям и нуждается в развитии эффективных стратегий противостояния стрессу. Поэтому в рамках образовательно - воспитательного процесса в вузе необходимо проведение специальной психолого-педагогической подготовки студентов в активной форме (психологические тренинги, развивающие занятия, деловые игры), направленной на формирование других компонентов готовности к будущей профессиональной деятельности и профессионально-личностное развитие студентов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Дьяченко М.И., Кандыбович Л.А. Психология высшей школы: учеб. пособие / М.И. Дьяченко, Л.А. Кандыбович. Минск: Тесей, 2003. 352 с.
2. Деркач А.А. Акмеологические основы развития профессионала. М.: Изд-во Московского психолого-социального института; Воронеж: Изд-во НПО «МОДЭК» 2004. 752 с.
3. Ильин Е.П. Дифференциальная психология профессиональной деятельности. СПб.: Питер, 2011. 432 с.
4. Психология труда. Учебник для студ. высш. учеб. заведений / Под ред. проф. А.В. Карпова. М.: ВЛАДОС-ПРЕСС, 2003. 354 с.
5. Психология труда / Н.Д. Левитов. Москва: Учпедгиз, 1963. 340 с.
6. Шадриков В.Д. Проблемы системогенеза профессиональной деятельности. М.: Логос, 2007. 251 с.
7. Климов Е.А. Психология профессиональ-

ного самоопределения: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений. – М.: Издательский центр «Академия», 2010. 301 с.

8. Психологическое обеспечение профессиональной деятельности / под. ред. Г.С. Никифорова. – М.: Речь, 2010. 816 с.

9. Казаков В.А., Виноградов О.С., Виноградова Н.А., Наумов Л.В., Макришина М.В. Предупреждение чрезвычайных ситуаций в электрохимических производствах// Научные и образовательные проблемы гражданской защиты, 2012. №1. С.52–57.

10. Психология деятельности в экстремальных условиях: учебное пособие для студ. высш. учеб. заведений / Под ред.А.Н. Блеера. М.: Издательский центр «Академия», 2008. 256 с.

11. Долгополова Е.В., Смирнов Б.А. Психология деятельности в экстремальных ситуациях. Х.: Гуманитарный центр, 2007. 276 с.

12. Шелепова Е.С. О проблеме профессионально важных качеств субъекта трудовой деятельности. Тверь: ТГУ, 2007. 225 с.

13. Ильин Е. П. Психология риска. СПб.: Питер, 2012. 288 с.

14. Кочергина Е.В., Прахов И.А. Взаимосвязь между отношением к риску, успеваемостью студентов и вероятностью отчисления из вуза / Вопросы образования. 2016. № 4. С. 206–228.

15. Руденко Г.В. Оценка склонности к риску студента – будущего горноспасателя / Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. Выпуск 5 (87), 2012. С. 108–112.

16. Реан А. А. Социальная педагогическая психология. СПб.: Питер, 1999. 416 с.

17. Бочкарева Л.П. Особенности мотивации обучения студентов разных направлений подготовки / Инновационное развитие: потенциал науки и современного образования: сборник статей Международной научно-практической конференции в 3ч. Ч. 3. – Пенза: МЦНС «Наука и Просвещение». 2018. С. 206–209.

18. Ларина Е.А. Структура и динамика мотивационной сферы личности студентов разных направлений профессионального образования: Автореф. дисс. канд. психол. наук. М., 2010. 29 с.

Статья поступила в редакцию 20.04.2019
Статья принята к публикации 22.05.2019

УДК 614.87

ТЕХНОЛОГИЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ КОМПОЗИТНЫХ РАСТВОРОВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ ТОННЕЛЕЙ ДЛЯ ЗАКРЕПЛЕНИЯ ГРУНТОВ

© 2019

Зубрев Николай Иванович, кандидат технических наук,
профессор кафедры «Техносферная безопасность»
Российский университет транспорта (РУТ(МИИТ)), Российская открытая академия транспорта (125190, Россия, г. Москва, Часовая ул., 22/2, e-mail: nZubrev@mail.ru)
Матвеева Тамара Владимировна, старший преподаватель кафедры «Техносферная безопасность»
Российский университет транспорта (РУТ(МИИТ)), Российская открытая академия транспорта (125190, Россия, г. Москва, Часовая ул., 22/2, e-mail: naeri88@mail.ru)
Панфилова Марина Ивановна, кандидат химических наук, доцент кафедры ФиСА
Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет
(*129337, Россия, г. Москва, Ярославское шоссе, 26, e-mail: 012340@mail.ru)*
Устинова Марина Владимировна, кандидат технических наук,
доцент кафедры«Техносферная безопасность»
Российский университет транспорта (РУТ(МИИТ)), Российская открытая академия транспорта (125190, Россия, г. Москва, Часовая ул., 22/2, e-mail: mellstar@mail.ru)
Коростелева Анна Владимировна, кандидат технических наук,
доцент кафедры «Биотехнологии и техносферная безопасность»
Пензенский государственный технологический университет
(440039, Россия, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11, e-mail: anna-korostelyova@yandex.ru)

Аннотация. При строительстве тоннелей различного назначения для закрепления грунтов применяются различные композитные растворы, которые, как правило, состоят из цемента, бентонита и других добавок. Одним из направлений направленных, на сокращение его расхода, путем замены другими добавками, в качестве которых можно использовать отходы производства, к которым относится зола от сжигания мазута. При приготовлении композитной смеси необходимо получать в смесителях однородные смеси, т.е. такие, в любой точке которой к каждой частице одного компонента примыкают частицы других компонентов в соотношении, заданном рецептурой. Было установлено, что исходная влажность компонентов композитного раствора различно, а именно влажность цемента на порядок отличается от бентонита и золы. Изучено влияние времени смешивания компонентов, имеющих различную влажность в смеси на выравнивание влажности. Коэффициент неоднородности смеси определяли по изменению ее влажности в процессе смешения. Рассматривалось влияние времени смешивания сухой композитной смеси на изменение коэффициента смешения.Установлена оптимальная продолжительность смешивания необходимая для достижения однородности композитной смеси.

Ключевые слова: композитные растворы, зола от сжигания мазута.влажность компонентов, однородность смеси, коэффициент смешения

TECHNOLOGY OF PREPARATION COMPOSITE SOLUTIONS USED IN THE CONSTRUCTION OF TUNNELS FOR SOIL CONSOLIDATION

© 2019

Zubrev Nikolay Ivanovich, candidate of technical Sciences, Professor of Technosphere safety Department»
Russian University of transport (RUT), Russian open Academy of transport (125190, Russia, Moscow, Chasovaya ul., 22/2, e-mail: nZubrev@mail.ru)
Matveeva Tamara Vladimirovna, senior teacher of the Department “Technosphere safety»
Russian University of transport (RUT), Russian open Academy of transport (125190, Russia, Moscow, Chasovaya ul., 22/2, e-mail: naeri88@mail.ru)
Panfilova Marina Ivanovna, candidate of chemical Sciences, associate Professor of FISA Department, *NATIONAL research Moscow state University of civil engineering»*
(129337, Russia, Moscow, Yaroslavskoye shosse, 26, e-mail: 012340@mail.ru)
Marina Vladimirovna Ustinova, candidate of technical Sciences, associate Professor, Technosphere safety Department, *Russian University of transport (RUT(MIIT)), Russian open Academy of transport (125190, Russia, Moscow, Chasovaya str., 22/2, e-mail: mellstar@mail.ru)*
Korosteleva Anna Vladimirovna, *candidate of technical sciences, associate professor of the chair “Biotechnologies and technosphere safety»*
Penza State Technological University
(440039, Russia, Penza, Baydukov Proyezd / Gagarin St., 1a/11, e-mail: anna-korostelyova@yandex.ru)

Abstract. In the construction of tunnels for various purposes to secure the soil used various composite solutions, which usually consist of cement, bentonite and other additives. One of the directions aimed at reducing

its consumption, by replacing other additives, which can be used as waste products, which include ash from the combustion of fuel oil. In the preparation of composite mixtures, it is necessary to obtain homogeneous mixtures in mixers, i.e. such, at any point where each particle of one component is adjacent to the particles of other components in the ratio specified by the recipe. It was found that the initial moisture content of the components of the composite solution is different, namely the humidity of cement is an order of magnitude different from the bentonite ash. The influence of time of mixing the components having different moisture mixes for alignment of humidity.The coefficient of heterogeneity of the mixture was determined by the change in its humidity during mixing.The influence of the mixing time of the dry composite mixture on the change of the mixing coefficient was considered.The optimal mixing time required to achieve homogeneity of the composite mixture consisting of cement, bentonite and ash is established.

Keywords: composite solutions, ash from fuel oil burning.moisture content of the components, homogeneity of the mixture, mixing ratiocandidate.

Введение. При строительстве тоннелей различного назначения для закрепления грунтов применяются различные композитные растворы, которые, как правило, состоят из цемента, бентонита и других добавок. Основным составляющим в рецептуре композитных растворов является цемент, стоимость которого постоянно растет. Одним из направлений направленных, на сокращение его расхода, путем замены другими добавками, в качестве которых являются отходы производства, например золы различного происхождения [1-2]. В настоящее время доказана эффективность замены 25-30 % портландцемента золой-уносом [3,4].

Установлено, что до 20% можно заменять цемент золой полученной от сжигания отработанных деревянных шпал и до 40% мазутной золой при получении композитных инъекционныхрастворов при строительстве и ремонте тоннелей [5-7].

При приготовлении смеси композитного раствора могут быть использованы различные способы смешения компонентов. По первому способу сначала готовится 5%-ная суспензия бентонита, путем замачивания его в воде, затем после перемешивания добавляется зола, и цемент, а затем жидкое стекло.

Однако этот способ на производстве не находит применения, а может использоваться только в лабораторных условиях. На практике для приготовления композитных растворов используют сухую смесь, состоящую из компонентов композитного раствора, содержащую в заданных пропорциях цемент, бентонит и золу. Известно, что в промышленности строительных материаловтребуется получать в смесителях однородные смеси, т.е. такие, в любой точке которой к каждой частице одного компонента примыкают частицы других компонентов в соотношении, заданном рецептурой. Качество смешения зависит от ряда факторов: плотности и влажности смешиваемых материалов, размера и формы частиц материалов, их адгезионных свойств [8-12].

При периодическом смешении в смеситель обычно поступает набор компонентов, предварительно почти не смешанных друг с другом. Считается, что смешивание условно состоит из трех процессов. Роль этих процессов в разные периоды смешивания неодинакова. К первому относится конвективного смешивания, которое происходит путем перемещения групп частиц из одного объема смеси в другой внедрением и скольжением слоев. Ко второму - диффузионного смешивания, то есть о постепенное взаимное перемещение частиц различных компонентов**.** Третий этап связан с сегрегацией, то есть перераспределением близких по дисперсности частиц смешиваемых компонентов по объему смеси. При возникновении сегрегации в смеси происходит концентрация крупнозернистых материалов в некоторых участках покрытий в то время, как другие участки включают концентрацию мелкозернистых материалов. Сегрегация создает смеси, неоднородные по заданному гранулометрическому составу. Следовательно, сначала при перемешивании достигается равномерное распределение смешиваемых частиц по всему объему, а затем на третьем этапе происходит неконтролируемые процессы их сосредоточения. Исходя из этого, процесс смешения компонентов необходимо заканчивать к концу протекания второго этапа [13,14].

При смешивании в первую очередь осуществляется распределение частиц компонентов за счет взаимного проникновения их слоев друг с другом, а также перемещения частиц из различных частей смеси имеющих различные формы и дисперсность относительно и в объеме пространства под действием гравитационных сил [15,16].

Далее происходит перераспределение компонентов по всему объему смеси. На эффективность смешения оказывают влияние многие факторы. Это в первую очередь дисперсность частиц компонентов, плотность, влажность, а также состояние поверхности частиц. Чем более схожими являются эти параметры друг к другу, тем больше создаются благоприятные условия для их качественного распределения по объему смеси.

Однородность смеси можно характеризовать по изменению различных показателей, например по концентрации, плотности или влажности. Для оценки однородность смеси применяется коэффициент неоднородности [17-20**].**

Материалы и результаты исследования. При проведении исследований использовались зола от сжигания мазута, бентонит марки П2Т2А и цемент марки М500.

Было установлено, что исходная влажность компонентов композитного раствора, а именно бентонита, цемента и золы довольно сильно отличаются друг от друга. Так установлено, что влажность цемента составляет 0,1%, в то время как бентонит имеет 1,8%, а зола от сжигания мазута 2,0%. Поэтому в качестве основного показателя при определении коэффициент неоднородности смеси была выбрана влажность. Так как смешиваемые компоненты имеют различную влажность можно предположить, что в процессе смешения будет происходить ее выравнивание.

Исследовали изменение влажности смеси с заменой 40% цемента мазутной золой компонентного раствора от продолжительности перемешивания. Для этого готовую смесь состоящую из цемента, бентонита и золы перемешивали лопастной мешалкой со скоростью 300 об/мин, в течение 4 минут, через каждые 30 секунд останавливали перемешивание и в усредненной пробе определяли влажность весовым методом.

Изменение влажности сухой композитной смеси от продолжительности смешения приведено на рисунке 1.

После начала смешивания в течении двух минут значение влажности в смеси выравнивается межу компонентами, что соответствует окончанию процесса смешивания и получению однородной смеси. Следует отметить, что при этом смесь оказывается менее способной к пылеобразованию за счёт ее внутреннего увлажнения, что приводит к улучшению условий труда тоннельных рабочих занятых приготовлением инъекционных растворов.

На рисунке 2 представлена зависимость коэффициента неоднородности от продолжительности смешивания.

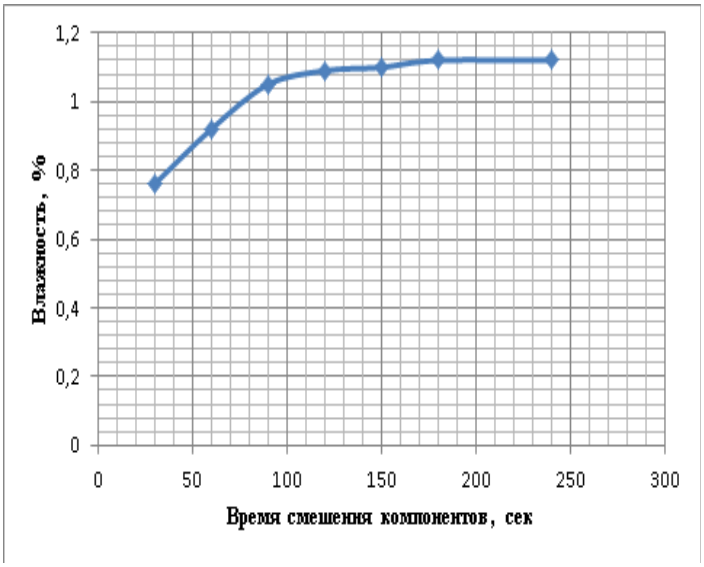


Рисунок 1 – Изменение влажности сухой композитной смеси при перемешивании

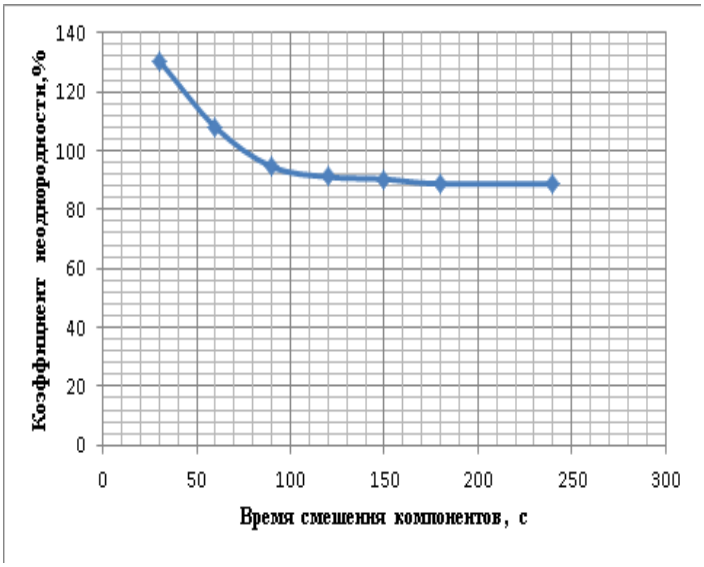


Рисунок 2 – Изменение коэффициента неоднородности смеси при смешивании

Вывод. С увеличением времени смешивания композитной смеси коэффициент неоднородности уменьшается и через 120 секунд практически не изменяется, тоесть получаемая смесь приобретает состояние однородности и может быть использована в производственных целях. Следовательно, для получения однородной смеси сухую смесь предварительно необходимо перемешивать не менее двух минут.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Рубцов И.В., Митраков В.И., Рубцов О.И. Закрепление грунтов земляного полотна автомобильных и железных дорог. Научное издание. М. АСВ, 2007, 184 с.

2. Панфилова М.И., Зубрев Н.И. Фомина М.В. Вспененные инъекционные растворы в строительстве. Монография. М.: Московский государственный университет строительства МГСУ, 2015, 254 с.

3. Ляпидевский Б.В., Никитин А.В., Родина Г.П., Бадамшин С.О. Инъекционные составы для заболочного и затрубного пространства коллекторных тоннелей. – М.: Сборник технической информации «Наука – московскому строительству». №2, 2008. – С. 35–45.

4. Игнатова О.А., Бердов Г.И., Фоменко В.В. Особенности процессов твердения золо-цементных вяжущих. Современные наукоемкие технологии. 2011. № 1. С. 80–82.

5. Устинова М.В., Зубрев Н.И., Панфилова М.И., Новосёлова О.В., Ефремова С.Ю., Журавлева М.А. Получение композитных растворов с добавлением золы от сжигания отработанных шпал // Экология и промышленность России. – 2018. – Т.22, №5. – С.36–40.

6. Матвеева Т.В., Зубрев Н.И., Устинова М.В. Использование золы от сжигания мазута в композитных растворах для строительства // Международный научно-исследовательский журнал Екатеринбург, 2015. – № 9(40) часть 2. – С. 61–64.

7. Зубрев Н.И., Аксенов В.А., Устинова М.В., Матвеева Т.В., Буц В.П. Патент на изобретение № 2645691. Способ получения тампонажного раствора, 2018.

8. Назаров В.И., Рагозина Н.М., Макаренков Д.А., Четвертаков Г.В., Ставровский М.Е. Переработка и утилизация дисперсных материалов и твердых отходов М.: Альфа-М, инфра-М, 2014. – 464 с.

9. Баранцева Е.А. Процессы смешивания сыпучих материалов: моделирование, оптимизация, расчет / Е.А. Баранцева, В.Е. Мизонов, Ю.В. Хохлова// ГОУВПО «Ивановский государственный энергетический университет им. В.И. Ленина». Иваново. – 2008. – 116 с.

10. Ходаков Г.С. Физика измельчения. М.: Наука. 1985. 307 с.

11. Баженов Ю.М., Коровяков В.Ф., Денисов Г.А. Технология сухих строительных смесей: учеб.пособие. М.: Изд-во АВС, 2003. 96 с.

12. Кузьмина В.П. Эффективность применения механоактивации при производстве сухих строительных смесей // Сухие строительные смеси. 2011. №2. С. 32–35.

13. Логанина В.И., Макарова Л.В., Тарасов Р.В., Давыдова О.А. Оптимизация состава композитов общестроительного назначения, модифицированных наноразмерными добавками // Журнал «Региональная архитектура и строительство». №2(9). 2010. С. 67–71.

14. Усов В.А. Технология производства сухих смесей: термо- и механохимическая активация их компонентов, добавки. Стройпрофиль №8 (70), 2008 С. 61–63.

15. Прокопец В.С. Влияние механоактивационного воздействия на активность вяжущих веществ // Строительные материалы. 2003. № 9. С. 28–29.

16. Попельнюхов С.Н., Железняк А.Р., Шубин К.С., Передреев М.А. Преимущества и особенности механоактивации сырьевых материалов при производстве сухих строительных смесей // Alitlnform: Цемент. Бетон. Сухие смеси. 2011. №4. С. 72–78.

17. Почеревин А.В., Светлов С.А Исследование влияния параметров процесса смешивания на однородность приготавливаемых смесей в планетарном смесителе. Международный научно-исследовательский журнал 2016 выпуск №4 (46) часть 2, С. 151–155.

18. Черкасов Р.И., Адигамов К.А., Воронин В.В., Гапон Н.В., Сизякин Р.А. Оценка качества смешивания сыпучих материалов с различным размером фракций. Современные проблемы науки и образования, 2015 №2 (часть 2).

19.Усов Б.А., Попов Н.Л., Аликина И.Б. Технология сухих строительных смесей на кварцсодержащих цементах с химическими добавками // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. 2005. №4. С. 56–58.

20. Воронин В.В., Адигамов К.А., Петренко С.С., Сизякин Р.А. Критерии и способы оценки качества смешивания сыпучих материалов // «Инженерный вестник Дона» 2012, №4, часть 2.

Статья поступила в редакцию 20.04.2019
Статья принята к публикации 22.05.2019

УДК 614.87

ИНДИКАТОРНЫЕ РАСТВОРЫ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗАГРЯЗНЁННОСТИ ПОВЕРХНОСТЕЙ ОБЪЕКТОВ ГИДРАЗИНОМ И ЕГО ПРОИЗВОДНЫМИ

© 2019

Пашинин Валерий Алексеевич, доктор технических наук,
профессор кафедры «Химия и инженерная экология»
Российский университет транспорта (МИИТ)», Минтранс РФ
(127994, Россия, г. Москва, ул. Образцова, 9, стр. 9, e-mail: info@rut-miit.ru)
Зубрев Николай Иванович, кандидат технических наук,
профессор кафедры «Техносферная безопасность»
Российский университет транспорта (РУТ(МИИТ)), Российская открытая академия транспорта
(125190, Россия, г. Москва, Часовая ул., 22/2, e-mail: nZubrev@mail.ru)
Панфилова Марина Ивановна, кандидат химических наук, доцент кафедры ФиСА
Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет
(*129337, Россия, г. Москва, Ярославское шоссе, 26, e-mail: 012340@mail.ru)*
Панфилова Ирина Сергеевна, директор ЦДД
Московский финансово-юридический университет
(115191, Россия, г. Москва, Серпуховский вал, 17, корп. 1, e-mail: 012340@mail.ru)
Леонова Данута Амброжьевна, старший преподаватель кафедры ФиСА
Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет
(*129337, Россия, г. Москва, Ярославское шоссе, 26, e-mail: danuta1960@yandex.ru)*

Аннотация. В настоящее время не решена полностью задача индикации загрязнённости различных объектов гидразином и его производными, оказывающими вредное воздействие на организм человека. Это может приводить к получению человеком химических отравлений различной степени тяжести. Данная статья относится к области описания способов и индикаторных составов для индикации загрязнённости поверхностей объектов гидразином и его производными. Индикаторные составы позволяют проводить индикацию на различных поверхностях, имеющих разные углы наклона, наносятся путем орошения анализируемой поверхности с помощью аэрозольных устройств**.** Распыление осуществляется путём многократного нажатия на головку распылительного устройства. В качестве индикаторной рецептуры на гидразин и его производные предлагаются водные растворы солей кобальта, вызывающие появление от гидразина и его производных характерного окрашивания. Для обнаружения летучих производных гидразина проводят предварительный отбор проб воздуха на фильтр с активным сорбентом с последующим распыление рецептуры на этот фильтр. В случае контроля окрашенной поверхности, маскирующей индикационный эффект, проводят протирание этой поверхности фильтром. Для обнаружения гидразина, его производных и аммиака в качестве солей кобальта применяют водные 10 % растворы ацетата, хлорида или сульфата кобальта. Стабильность индикаторных рецептур при хранении сохраняется в течение не менее 2 лет. Индикаторные составы обладают хорошей специфичностью по отношению к соединениям на основе гидразина. Полученный индикационный эффект сохраняется более 30 минут. Более предпочтительным является использование 10 % раствора ацетата кобальта, представляющего собой соль слабого основания и слабой кислоты и вызывающего меньшую коррозию металлической пружины аэрозольного устройства, которое применяется для распыления индикаторной рецептуры.

Ключевые слова: аэрозольное устройство (АУ), гидразин и его производные, индикаторная рецептура, индикационный эффект, полиэтилен высокой и низкой плотности.

DISPLAY SOLUTIONS FOR ASSESSING CONTAMINATION OF SURFACES OBJECTS OF HYDRAZINE AND ITS DERIVATIVES

© 2019

Pashinin Valery Alekseevich, doctor of technical sciences,
Professor of the chair «Chemistry and engineering ecology»
Russian University Transport (miit), the Ministry of transport of the RUSSIAN FEDERATION
(127994, Russia, Moscow, Obraztsova St., 9, Bldg 9, e-mail: info@rut-miit.ru)
Zubrev Nikolay Ivanovich, candidate of technical Sciences, Professor of the chair «Technosphere safety»
Russian University of transport (root (Meet)) Russian open Academy of transport
(125315, Russia, Moscow, Chasovaya St., 22/2, e-mail: nZubrev@mail.ru)
Panfilova Marina Ivanovna, Ph.d., Associate Professor of the Federal Fisa
National research Moscow State University
(129337, Russia, Moscow, Yaroslavskoe shosse, 26, e-mail: 012340@mail.ru)
Panfilova Irina Sergeevna, *Director of CDT*
Moscow Finance and law University
(115191, Russia, Moscow, Serpukhovskiy Val, 17, Bldg 1, e-mail: 012340@mail.ru)

Abstract. Currently not resolved completely objective indications of contamination by various objects of hydrazine and its derivatives that have harmful effects on the human body. This can lead to man chemical poisoning of varying degrees of severity. This article refers to the field of techniques and indicator for indication of contamination of surfaces objects of hydrazine and its derivatives. Indicator compounds allow an indication on a variety of surfaces with different slope angles, applied by irrigation of the analyzed surface using aerosol devices. Spraying is carried out by pressing the head spray device. As an indicator of compounding on hydrazine and its derivatives offers aqueous solutions of salts of cobalt, causing the emergence of hydrazine and its derivatives the characteristic colouring. To detect volatile hydrazine derivatives are conducting preliminary air sampling on filter with active sorbent with subsequent spray recipes on this filter. In the case of the painted surface, masking control indication effect, hold the filter surface wiping. For the detection of hydrazine, its derivatives and ammonia as cobalt salts applied water 10% solutions of acetate, chloride or cobalt sulfate. Stability indicator formulas during storage shall be maintained for a period of not less than 2 years. Indicator compounds have good specificity in relation to connections on the basis of hydrazine. The resulting effect is more indication 30 minutes. Preferable use of 10% solution of cobalt acetate, which is the salt of a weak base and weak acid and calling less corrosion of metal springs aerosol device which is used for spraying indicator formulation.

Keywords: aerosol device (AU), hydrazine and its derivatives, indicator formulation, indication effect, high and low density polyethylene.

Введение. Данная статья относится к области аналитической химии, а именно к способам экспресс-определения наличия гидразина и его производных путем их индикации на поверхностях,для контроляцелостности емкостей и трубопроводов,а такжепри перевозке гидразина и его производных, в частности несимметричного диметилгидразина (НДМГ), который используется в качестве компонента ракетного топлива, а также для санитарно-химического контроля загрязнённости объектов этими веществами.

Гидразин представляет собой газообразное высокотоксичное и высокореакционное соединение. Несимметричный диметилгидразин представляет собой при обычной температуре жидкость и обладает такими же химическими свойствами, как и гидразин. Смешение их с такими окислителями как концентрированная азотная и серная кислоты может привести к возгоранию и взрыву.

При эксплуатации и хранении химических опасных компонентов в емкостях и цистернах часто происходит их разгерметизация в результате протекания процессов коррозии. Перед ремонтом проводится их очистка, степень которой необходимо строго контролировать. Проведение этих мероприятий позволяет ликвидировать возможное загрязнение этими продуктами окружающей среды и сохранить здоровье обслуживающего персонала [1,2].

Для контроля остаточных концентраций несимметричного диметилгидразина (НДМГ) широко используют разнообразные методы физико-химического анализа, которые являются достаточно трудоёмкими и проводятся в стационарных лабораториях [3-9].

Опыт показывает, что для надежного обнаружения загрязненности поверхностей крупногабаритных объектов необходимо осуществить контроль загрязненности не менее чем в 15-ти различных участках на поверхности объекта [2].

Могут также использоваться газоанализаторы с индикаторными трубками, но для крупных объектов требуется провести большое количество обследований с большим расходом средств индикации.

Простейшие средства индикации, разработанные на таком принципе, имеют высокую чувствительность, удовлетворительное быстродействие, однако сильная зависимость работоспособности от температуры значительно снижает их возможности.

Традиционно гидразины определяют по восстановительным свойствам и по реакции конденсации с альдегидами [10,11].

Использование восстановительных свойств гидразинов. В электрохимических датчиках на основе оксида серебра используется реакция образования металлического серебра:

$6\ Ag_2O+6H_2N\text{-}NH\text{-}CH_3 = 12Ag + 3CH_3\text{-}HN\text{-}N{=}N\text{-}NH\text{-}CH_3 + 6\ H_2O$

В индикаторных пленках для обнаружения микротечей гидразинов используется терефталевая подложка, на которую нанесен слой хлорида меди (II). В результате реакции выделяется медь красного цвета:

$2\ CuCl_2 + 2H_2N\text{-}NH\text{-}CH_3 = 2Cu + CH_3\text{-}HN\text{-}N{=}N\text{-}NH\text{-}CH_3 + 4HCl$

Чувствительность пленки составляет 0,01 мг.

В газосигнализаторах используется лента на основе селенистой кислоты. В результате реакции восстановления образуется элементарный селен красного цвета:

$H_2SeO_3 + 2H_2N\text{-}NH\text{-}CH_3 = Se + CH_3\text{-}HN\text{-}N{=}N\text{-}NH\text{-}CH_3 + 3H_2O$

Чувствительность определения составляет 0,0002 мг/л за 15 мин.

В индикаторных трубках использовалась рецептура на основе кремнемолибденовой кислоты. Молибдат аммония $(NH_4)_2MoO_4$ с кремниевой кислотой H_2SiO_3 на поверхности силикагеля образовывал кремнемолибдат аммония желтого цвета $(NH_4)2SiO_3.(MoO_3)12.H_2O$. Кремнемолибдат

аммония с парами гидразинов образовывал кремнемолибденовую синь [12-13]:

$(NH_4)_2SiO_3.(MoO_3).12H_2O+H_2N\text{-}NH(CH_3)=(NH_4)_2SiO_3.(MoO_3)_{10}.Mo_2O_5$

Чувствительность обнаружения составляет $(1\text{-}3).10^{-4}$ мг/л.

В индикаторной ленте и в индикаторной таблетке на гидразины использовался и кремнемолибдат калия $K_2SiO_3.(MoO_3)_{12}$.

В составе индикаторных лакокрасочных покрытий используют окислительно-восстановительный индикатор трифенилтетразолий хлорид, который восстанавливается гидразинами с образованием окрашенного в красный цвет формазана.

В настоящее время используется индикаторная трубка на основе паранитробензальдегида, чувствительность которой составляет 1.10^{-4} мг/л. В результате взаимодействия гидразинов с паранитробензальдегидом образуется окрашенный в желтый цвет гидразонпаранитробензальдегида:

$O_2N\text{-}C_6H_4\text{-}CH=O+H_2N\text{-}NH\text{-}CH_3=O_2N\text{-}C_6H_4\text{-}CH=N\text{-}NH\text{-}CH_3+H_2O$

Для аналитического определения гидразинов в воздухе промышленных предприятий применяется 4-пиридинкарбальдегид, который с гидразинами дает гидразон, поглощающий в УФ-области (λ= 360 нм). Определение гидразинов в пробах проводят с помощью УФ-спектрофотометра. Чувствительность обнаружения составляет 1.10^{-5} мг/мл [14, 15].

$NC_5H_4\text{-}CH{=}O+H_2N\text{-}NH\text{-}CH_3=NC_5H_4\text{-}CH{=}N\text{-}NH\text{-}CH_3+H_2O$

При определении содержания несимметричного диметилгидразина в воде используют фотометрический метод, при котором изменяется окраска в присутствии анализируемого вещества при добавлении реактива Несслера [10]. Однако применение этого метода затруднительно из-за невозможности его использования на наклонных поверхностях, побочных реакций и длительности проведения анализа. К другому методу определения относится определение в воздухе с использованием фосфорно-молибденовой кислоты

$H_3PO_4 \cdot 12\ MoO_3 \cdot 12\ H_2O$ [16].

Производные гидразина восстанавливают фосфорно-молибденовую кислоту с образованием молибденовой сини и определяют фотометрическим методом:

$H_3PO_4 \cdot 12MoO_3 \cdot 12\ H_2O + H_2N\text{-}NH\text{-}CH_3 \rightarrow H_3PO_4 \cdot 10\ MoO_3 \cdot Mo_2O_5 \cdot 13\ H_2O + O = N\text{-}NH\text{-}CH_3$

Однако этот метод не может быть использован для экспресс-анализа гидразина из-за протекания побочных реакций на металлическом материале аэрозольных устройств. Это приводит к сильному сокращению срока действия индикатора. Кроме того при использовании этого реагента возможно появление неспецифических реакций, то есть появление ложного индикаторного эффекта

Материалы и результаты исследования. Предлагается для анализа гидразина и его производных использовать их способность к образованию окрашенных комплексов под воздействием химических реагентов, что является традиционным подходом в создании простейших средств индикации. На этом принципе созданы индикаторные бумаги. Направлением совершенствования комплексометрического подхода к разработке простейших средств индикации является поиск красителей с высокими значениями молярного коэффициента поглощения, а также образование сложных (многоядерных или многокомпонентных) комплексов. Для решения этих задач может быть рекомендовано использование адсорбционных и металл-хелатных индикаторов.

В предлагаемом методе анализ гидразина и его производных осуществляется путем добавления реагента, при введении которого происходит изменение окраски вследствие образования комплексного соединения.

Анализ проводят на загрязненной поверхности распылением из распылительной головки аэрозольной упаковки, заполненной индикаторным раствором, состоящим из 10 % раствора хлорида, нитрата или сульфата кобальта (II). На расстоянии 10-20 см индикатор наносят на поверхность трубопровода или емкости, содержащей гидразин. При нанесении индикатора происходит появление зелено-голубого цвета, что свидетельствует об обнаружении следов загрязняющего вещества. Перед каждой загрузкой новой порции индикатора в аэрозольную упаковку её промывают дистил-лированной водой [17].

Выявлено, что присутствие таких веществ как бензин, дизельное топливо, 10 % растворов соляной, серной, азотной, фосфорной кислот, дихлорэтана и ледяной уксусной кислоты не мешает проведения анализа. В то же время присутствие таких веществ как аммиак, аминомеркаптан и аммиачно-щелочной дегазирующий раствор № 2 может искажать результаты фотометрии, так как они способны, как и гидразин, изменять аналогичным образом окраску.

Такая методика позволяет проводить экспресс-анализ несимметричного диметилгидразина и других производных гидразин с помощью аэрозольных упаковок для его использования в санитарно-химическом контроле [10].

Однако, следует отметить, что при хранении происходит протекание гидролиза солей, образованных сильной кислотой и слабым основанием, то есть хлорида, нитрата или сульфата кобальта с образованием соответственно соляной, азотной и серной кислот. Это приводит к смещению pH раствора в кислую сторону, и усилению коррозии и как следствие к преждевременному приходу в негодность металлических элементов насоса-распылителя аэрозольного устройства.

Это приводит, в частности, к необходимости замены насоса-распылителя. При этом следует отметить, что наличие врецептуре продуктов коррозии ухудшает чувствительность обнаружения и

наглядность индикационногоэффекта.

В ходе дальнейшего совершенствования предлагаемого способа обнаружения несимметрично годиметилгидразина, других производных гидразина и аммиака на поверхностях объектов было предложено использовать в качестве реагента 10 масс. % раствора цетата кобальта (II) в дистиллированной воде.

При хранении индикаторного раствора происходит гидролиз соли, pH раствора практически не меняется и поэтому протекание коррозионных процессов замедляется. При исследовании было выявлено, что чувствительность и наглядность получаемого индикационного эффекта с использованием усовершенствованного индикаторного состава не изменялась в течении двух лет, при этом распылительное устройство не утрачивало свой работоспособности

При проведении экспресс-метода необходимо получение наглядного эффекта выявления изменения окраски в присутствии анализируемого вещества.

Для этого распыление проводили с использованием вакуума с помощью специальной конструкции насоса-распылителя.

В качестве материала аэрозольного устройства нами применена 50 % смесь полиэтилена высокой плотности с полиэтиленом низкой плотности. Такой полимерный материал обеспечивает устойчивость тары против коррозии, достаточную жёсткость и сохранность тары и рецептурыпри хранении.

В примененном аэрозольном устройстве для экспресс-обнаружения несимметричного диметилгидразина (НДМГ), других производных гидразина и аммиака на поверхностях объектов за счет конструктивных особенностей обеспечивается полная Обработка всей поверхности монодисперсной струей индикаторного раствора, что обеспечивает надежность проводимого анализа.

Предложенный способ и индикаторный состав приводит к увеличению его работоспособности в течении длительного срока хранения, исключается непосредственный контакт оператора с анализируемой поверхностью, необходимость использования дополнительных реактивов, обеспечивается возможность многократного использования одной упаковки (не менее 100 раз), сохранение работоспособности в интервале температур от 0°С до плюс 40°С; при одном распылении обеспечивается большая площадь контроля (не менее 50-100 см^2).

Для обнаружения гидразина и других его летучих производных может быть проведён предварительный отбор паров и аэрозолей этих веществ из воздуха на фильтр с активным сорбентом, с последующим распыление рецептуры на этот фильтр.

В случае контроля окрашенной поверхности, маскирующей индикационный эффект, проводят протирание этой поверхности площадью около 100 см^{2}фильтром с последующим распылением индикаторной рецептуры на этот фильтр.

Выводы. Следовательно, предлагаемый метод обеспечивает быстрое обнаружение наличия следов несимметричного диметилгидразина (НДМГ), других производных гидразина и аммиака на больших площадях обследуемых поверхностей объектов, что может предотвратить чрезвычайные ситуации при хранении и перевозке опасных грузов [17-20].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Защита от оружия массового поражения, – М.: Воениздат, 1989, С. 308.

2. Человек и катастрофы: проблемы обучения новым технологиям и подготовки населения и специалистов к действиям в чрезвычайных условиях. Международный симпозиум. Пленарные и секционные доклады, тезисы выступлений. – М.: ВНИИ ГОЧС, 1999, С. 201–203.

3. Ульяновский Н.В. Определение 1,1-диметилгидразина и продуктов его трансформации методамитандемной хроматомасс-спектрометрии, дисс. к.х.н., Архангельск, 2015. 148 с.

4. Khamrakulov T.K., Kondrat'ev O.T. Use of a high-resolution infrared Fourier spectrometer for detection of ultrasmall impurities in liquids and gases // Zavodskaya Laboratoriya. Diagnostika Materialov 68(10), 2002, pp. 24–26.

5. Khmeleva M.V., Faerman V.I., Zorin A.D., Zanozina V.F. Determination of 1,1-dimethylhydrazine and its decomposition products using ion-pair chromatography // Russian Journal of Applied Chemistry, 2011, 84(5), pp. 826–831.

6. Hamidah I., Suhandi A., Setiawan A., Arifin P. Gas chromatographic determination of N,N-asymmetric dimethylhydrazine in different environmental objects // 2008 IEEE PhotonicsGlobal at Singapore, IPGC, 2008, 4781475.

7. Wei X., Wang G.H., Zhang G.Z., (...), Ma X.Y., Chen, L.H. Remote detection of asymmetric dimethylhydrazine in the atmosphere // Journal of Crystal Growth 236(4), 2002, pp. 516-5223. Krechetov, P.P., Kasimov, N.S., Koroleva, T.V. Effect of an electric discharge on decomposition of asymmetric dimethylhydrazine // Doklady Earth Sciences, 2015, 464(2), pp. 1080–1082.

8. Vigdorovich V.I., Shel' N.V., Safronova N.V. Surface chemistry of 1,1-dimethylhydrazine on platinum // Protection of Metals 32(3), 1996, pp. 294–298.

9. Schwaner A.L., Kovar M., Alberas D.J., White J.M. Analysis of torsional spectra of molecules with two internal C3v , rotors-XXVI. A far infrared study of 1,1-dimethylhydrazine // Journal of Vacuum Science and Technology A: Vacuum, Surfaces and Films 13(3), 1995, pp. 1368–1372.

10. Лабораторный практикум по промышленной индикации. – М.: ВАХЗ, 1975, С. 32–35.

11. Адамович И.С., Стромский В.В. Индикация

отравляющих веществ. – М.: ВАХЗ, 1959, 639 с.

12. Индикация. Учебное пособие. – М.: ВАХЗ, 1984, 308 с.

13. Островская В.М. Реактивные индикаторные средства для экспрессного тестирования воды. Журнал аналитической химии, 1997, Т. 51, № 9, С. 987–992

14. Золотов Ю.А. Простейшие средства аналитического контроля. Химическая промышленность, 1997, № 6, С. 48–56.

15. Лабораторный практикум по промышленной индикации. – М.: ВАХЗ, 1975, 104 с.

16. Методы и средства контроля загрязнений окружающей среды. Лабораторный практикум. – М.: ВАХЗ, 1994, 156 с.

17. Пашинин В.А.,Косырев П.Н., Вайсфельд Д.А., Горупай П.И., Усин В.В., Шеин К.Г., Степанов С.А. Способ определения наличия несимметричного диметилгидразина, Патент на изобретение № 2117 935, Товарищество с ограниченной ответственностью «Фонд Прогресс», Заявка: 97119889/2509.12.1997, опубликовано: 20.08.1998.

18. Пашинин В.А.,Косырев П.Н, Посохов Н.Н., Сёмин А.А., Халимова А.С., Индикаторный состав для экспресс-обнаружения несимметричного диметилгидразина и аммиака, патент на изобретение №2563 839, ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), Дата подачи заявки: 24.03.2014, опубликовано: 20.09.2015 Бюл.№ 26.

19. Специализированные цистерны для перевозки опасных грузов: справочное пособие. – М.:Издательство стандартов, 1993.

20. Пассивность и коррозия металлов: [Сборник статей] / Под ред. проф. А.М. Сухотина. – Ленинград: Химия. Ленингр. отд-ние, 1971. – 206 с.

Статья поступила в редакцию 20.04.2019
Статья принята к публикации 22.05.2019

УДК 504

ОЦЕНКА ОПАСНОСТИ ДОБАВОК КОМПОЗИТНОГО РАСТВОРА НА ЗДОРОВЬЕ ТОННЕЛЬНЫХ РАБОТНИКОВ

© 2019

Панфилова Марина Ивановна, кандидат химических наук, доцент кафедры ФиСА
Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет
(*129337, Россия, г. Москва, Ярославское шоссе, 26, e-mail: 012340@mail.ru)*
Зубрев Николай Иванович, кандидат технических наук,
профессор кафедры «Техносферная безопасность»
Российский университет транспорта (РУТ(МИИТ)), Российская открытая академия транспорта (125190, Россия, г. Москва, Часовая ул., 22/2, e-mail: nZubrev@mail.ru)
Ефремова Сания Юнусовна, доктор биологических наук, профессор,
профессор кафедры «Биотехнологии и техносферная безопасность»
Пензенский государственный технологический университет
(440039, Россия, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11, e-mail: s_sharkova@mail.ru)
Панфилова Ирина Сергеевна, директор ЦДД
Московский финансово-юридический университет
(115191, Россия, г. Москва, Серпуховский вал, 17, корп. 1, e-mail: 012340@mail.ru)
Крошечкина Ирина Юрьевна, доцент, кандидат технических наук, заведующий отделением
Самарский государственный университет путей сообщения, филиал в г. Казани
(420077, Россия, Казань, Алтынова ул., 4, e-mail: krochetchkina@mail.ru)

Аннотация. Строительство подземных сооружений, сопровождается высоким уровнем запыленности производственной среды и возможностью возникновения общих и профессиональных заболеваний. Для закрепления грунтов при строительстве тоннелей с применением проходки щитовым методом готовят композитные растворы, которые состоят из цемента и бентонита и добавок отходов производства. Применяемые добавки в композитные растворы относятся к опасным по отношению к окружающей среде и здоровью человека. В процессе приготовления композитного раствора при введении компонентов происходит сильное запыление рабочего помещения, в результате чего частицы попадают в дыхательную систему работников, вызывая заболевания верхних дыхательных путей, приводящие к возникновению профессиональных заболеваний легких. В статье приводится анализ опасности отходов производства: золы от сжигания мазута, серы и бемита и основных компонентов композитной смеси – цемента и бентонита по их фитотоксичности к живым системам на проростках семян редиса Raphanussativus. Проведено ранжирование добавок, вводимых в композитные растворы по степени опасности для тоннельных рабочих. Установлено, что по степени токсичности исследуемые вещества располагаются в ряд: зола>цемент>сера>бентонит>бемит. Таким образом, наиболее опасной для здоровья тоннельных рабочих занятых приготовлением инъекционных растворов является зола от сжигания мазута, а наименее опасным бемит.

Ключевые слова: пылевой фактор, профессиональные заболевания, тоннельные рабочие, фитотоксичность мазутная зола, сера, бемит, экологическая безопасность

RISK ASSESSMENT OF ADDITIVES OF THE COMPOSITE SOLUTION ON THE HEALTH OF THE TUNNEL WORKERS

© 2019

Panfilova Marina Ivanovna, candidate of chemical Sciences, associate Professor of FISA Department
National research Moscow State University of civil engineering
(129337, Russia, Moscow, Yaroslavskoye shosse, 26, e-mail: 012340@mail.ru)
Zubrev Nikolay Ivanovich, candidate of technical Sciences, Professor of Technosphere safety Departmen
Russian University of transport (RUT), Russian open Academy of transport
(125190, Russia, Moscow, Chasovaya St., 22/2, e-mail: nZubrev@mail.ru)
Efremova Saniya Yunusovna, doctor of biological sciences, Professor,
Professor of the Department “Biotechnologes and tehnosfere safety”
Penza State Technological University
(440039, Russia, Penza, proyezd Baydukova/Gagarina St., 1A/11, e-mail: s_sharkova@mail.ru)
Panfilova Irina Sergeevna, *Director of CDT*
Moscow Finance and law University
(115191, Russia, Moscow, Serpukhovskiy Val, 17, Bldg 1, e-mail: 012340@mail.ru)
Kroshechkina Irina Yurievna, associate Professor, candidate of technical Sciences; head of Department
Samara State Transport University, branch in Kazan
(420077, Russia, Kazan, Altynova St., 4, e-mail: krochetchkina@mail.ru)

Abstract. Construction of underground facilities, accompanied by a high level of dust production environment and the possibility of General and occupational diseases. To fix the soil in the construction of tunnels with the use of sinking shield method, composite solutions are prepared, which consist of cement and bentonite and additives of production waste. The additives used in composite solutions are hazardous to the environment and human health. During the preparation of the composite solution, when the components are introduced, there is a strong dusting of the working room, as a result of which the particles enter the respiratory system of workers, causing diseases of the upper respiratory tract, leading to occupational lung diseases. The article provides an analysis of the hazard of production waste: ash from the combustion of fuel oil, sulfur and boehmite and the main components of the composite mixture –cement and bentonite for their phytotoxicity to living systems on the seedlings of radish seeds Raphanussativus. The additives introduced into the composite solutions were ranked according to the degree of danger for tunnel workers. It was found that the degree of toxicity of the studied substances are arranged in a row: ash>cement>sulfur>bentonite>boehmite. Thus, the most dangerous for the health of tunnel workers engaged in the preparation of injection solutions is ash from the burning of fuel oil, and the least dangerous boehmite.

Keywords: dust factor and occupational disease, tunnel work, the phytotoxicity of fuel oil ash, sulfur, bemit, environmental safety.

Введение. Современное транспортное строительство и возведение фундаментов многоэтажных зданий и сооружений нуждается в инъекционных растворах повышенной прочности обеспечивающих безопасность конструкций. Отсюда вытекает необходимость создания принципиально новых вяжущих компонентов и более эффективных ресурсо- и энергосберегающих технологий. Основной тенденцией наступившего столетия является увеличение различных отходов, которые необходимо своевременно удалять и безопасно утилизировать [1-2].

В последнее время для повышения долговечности и защиты от агрессивного воздействия строительных конструкций широко стали использовать добавки различных отходов. Известны примеры использования тампонажных растворов с частичной заменой цемента золы от сжигания твердого топлива и от сжигания отходов [3-7,26]. Следует отметить, что использованные добавки в композитные растворы сами по себе не являются безвредными по отношению к окружающей среде и здоровью человека.

Техническое обслуживание и строительство подземных сооружений сопряжено с появлением профессиональных заболеваний, связанных с запыленностью и выбросами оксида углерода, оксидов азота и серы в рабочее пространство тоннельных рабочих [8-12].

Для закрепления грунтов и трещин при строительных работах и текущем ремонте тоннелей применяют инъекционные композитные растворы, обычно состоящие из цемента, бентонита и различных модифицирующих добавок

Для улучшения технологических показателей композитных растворов были использованы добавки таких отходов как зола от сжигания мазута серы и гидрокиси алюминия [13,14,15].

Следует отметить, что использованные добавки в композитные растворы сами по себе не являются безвредными по отношению к окружающей среде и здоровью человека. Поэтому **целью** работы является экспериментальная проверка возможности использования отходов, в качестве структурирующих добавок к композитным растворам, таких как бемит, сера и зола от сжигания мазута с оценкой токсичности каждого из них на здоровье тоннельных работников занимающихся приготовлением инъекционных композитных растворов.

Материалы и результаты исследования. Композитный раствор готовят в специальном небольшом помещении, в котором установлена емкость с перемешивающим устройством. В рассчитанный объём воды при перемешивании добавляют сначала основные компоненты, а именно цемент и бентонит, затем вводят в необходимых количествах модифицирующие добавки. При введении компонентов происходит запыление рабочего помещения. Образуется облако пыли, состоящее из частиц различной дисперсности и токсичности, при вдыхании которого создается опасность возникновения загрязнения легких у работников.

Бемит является отходом образующимся при получении водорода представляет собой орторомбическую кристаллическую структуру и соответствует формуле AlOOH [16]. Согласно морфоструктурной классификации наносистем бемит является 3D-НКМ – нанокристаллическим модификатором. При попадании в лёгкие высокодисперсная пыль оксида алюминия может приводить к необратимым последствиям. Кроме того при попадании в глаза и на кожу могут возникать изменения пигментации роговицы и хрусталика, и развиваться различные дерматиты [17,18].

Отход серы комовой получают при очистке природных и коксовых газов (9920 с массовой доли серы 99,2%) относится к четвертому классу для окружающей среды [19]. Кроме того при пересыпке в воздух выделяется большое количество пыли, которое может создавать повышенную взрывоопасность

Зола от сжигания мазута в своем составе содержит такие тяжелые металлы как медь, свинец хром и никель, а также серу, содержание которой

составляет 143100 мг/кг. По классу опасности она относится к четвертому для окружающей среды [20].

По данным авторов [21] установлено, что летучая зола содержит в своем составе наночастицы диаметром 0,5-5 мкм, содержащие тяжелые металлы, такие, как свинец, кадмий, цинк и др., которые проникают в организм человека, распределяются и аккумулируются в органах и тканях [22,23].

Материалы и результаты исследования. Для выявления токсического действия композитного раствора была исследована фитотоксичность основных компонентов цемента и бентонита, а также конструкционных добавок – золы от сжигания мазута, серы и бемида на жизнеспособность живых культур. В качестве тест объектов использовали редис *Raphanussativus* [24]. Для определения подготовили вытяжку из различных компонентов на дистиллированной воде и в них помещали семена редиса. Через 72 часа измеряли глубину корней проростков.

Для оценки фитотоксичности определяли число проросших семян, усредненную длину корней проростков и рассчитывали степень фитотоксичности. Полученные результаты исследования приведены на рисунке 1.

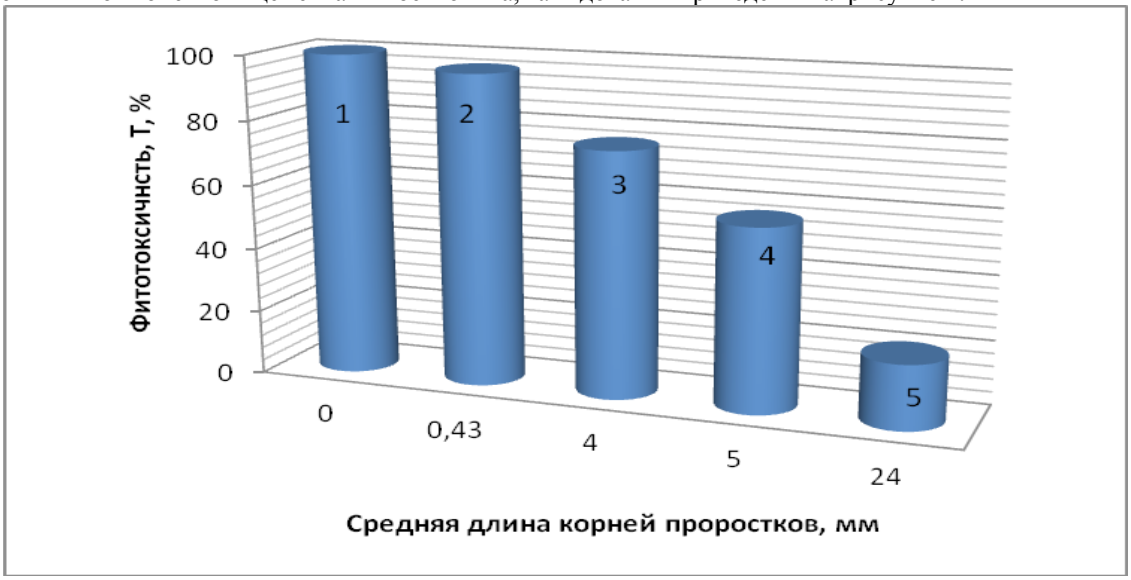


Рисунок 1 – Токсичность компонентов композитного раствора от средней длины проростков корней: 1-бемит; 2-бентонит; 3- сера; 4-цемент;5-зола

Наименьшей токсичностью обладали бемит и бентонит, токсичность золы составляла уже 76%, а токсичность цемента и золы почти достигает предельного значения. Такое влияние золы и цемента на растения согласуется с литературными данными о воздействие их на здоровье работников и окружающую среду [25].

По степени фитотоксичности исследуемые компоненты располагаются в ряд:

(зола>цемент>сера>бентонит>бемит), причем, токсичность может быть обусловлена их химическим составом. Наименее токсичным оказался бемит, а наиболее токсичным - зола от сжигания.

Выводы. Резюмируя результаты сравнительного анализа добавок композитного раствора по фитотоксичности можно сделать вывод, что токсичность бемида значительно отличается от других компонентов и оказалось, что в 3 раза меньше чем у серы, и почти в пять раз меньше золы. Таким образом, проведенные исследования доказывают экологическую безопас-ность бемида, что позволяет рекомендовать его для повышения комплексной безопасности в композитных растворах, применяемых при строительстве и ремонте.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Сазонова А.М. Особенности охраны труда при работах на подземных объектах // Известия Петербургского университета путей сообщения. – 2015. – № 1 (42). – С. 109–114.

2. Ковшило В.Е. Гигиена труда при строительстве метрополитена // Материалы 1-ой Всесоюзной конференции по гигиене труда в строительстве. – Л., 1966. – С.52–53.

3. Конова Л.Н. Технологическая безопасность при сооружении тоннелей метрополитена: дис. … канд. тех. наук: 05.26.01 / Конова Любовь Николаевна. – М., 1999 – С. 28.

4. Оценка условий труда, профессионального риска, состояние профессиональной заболеваемости и производственного травматизма рабочих угольной промышленности / Н.П. Головкова, А.Г.Чеботарёв, Н.О. Каледина, Н.А. Хелковский-Сергеев // Сборник статей Горного информационно-аналитического бюллетеня. – 2011. – № 7. – С. 9–40.

5. Сазонова А.М. Исследования пылевого фактора производственной среды метрополитена // Современные подходы к обеспечению гигиенической, санитарно-эпидемиологической и экологической безопасности на железнодорожном транс-

порте: сборник трудов ученых и специалистов транспортной отрасли, II выпуск. – М.: ВНИИЖГ, 2016. – С. 79–85.

6. Белякова Е.А., Калашников В.И., Москвин Р.Н., Белякова В.С. Техносферная безопасность утилизации зол-уноса ТЭЦ в бетонах Вестник ПГУАС: Строительство, Наука и Образование № 1 (2) 2016. С.11–16.

7. Матвеева Т.В. Использование золы от сжигания мазута в композитных растворах для строительства / Т.В. Матвеева, Н.И. Зубрев, М.В. Устинова // Международный научно--исследовательский журнал / Екатеринбург, 2015. – № 9(40) часть 2.

8. Бацукова Н.Л. Профилактика профессиональной заболеваемости работников метрополитена [Электронный ресурс] // Белорус. гос. мед. инст. – Режим доступа: http://www.bsmu.by/files/category12/201/ (дата обращения 10.05.2015).

9. Контроль, аварии, несчастные случаи на объектах горных работ [Электронный ресурс] // Федеральный портал. – Режим доступа: http://www.protown.ru/information/hide/7896.html (дата обращения 11.02.2015).

10. Свижевский В.А. Гигиеническая оценка и обоснование нормирования физических факторов окружающей среды персонала и пассажиров метрополитена: дис. … канд. мед. наук: 14.02.03 / Свижевский Вадим Антонович. – М., 2012. – 151 с.

11. Строительный комплекс Санкт-Петербурга в 2015 году. Стат. Сборник / Петростат. – СПб., 2016. – 76 с.

12. Доклад об Экологической ситуации в Санкт-Петербурге в 2014 году /под редакцией И.А. Серебрицкого. – Спб.: ООО «Дитон», 2015. – 180 с.

13. Панфилова М.И., Зубрев Н.И., Леонова Д.А, Звездкин Б.Е., Панфилова И.С. «Композитные растворы повышенной безопасности для строительства» / Международный научно-исследовательский журнал. 2017. №12(66). Часть 5. Декабрь. С. 116–119.

14. Панфилова М.И. Перспективные направления развития композитов с добавками серы / М.И. Панфилова, Н.И. Зубрев, Д.А. Леонова и др. // Научное обозрение. – 2015, – №14. – С. 172–175.

15. Панфилова М.И, Зубрев Н.И., М.В. Фомина Модифицированные композиционные системы// Интернет-вестник ВолгГАСУ. 2014, №2(33). С. 9.

16. Панфилова М.И. Использование бемита в композитных растворах для строительства / Панфилова М.И., Леонова Д.А., Зубрев Н.И. и др. // «Научное обозрение». 2017, №4, С. 46–51.

17. Третьякова, М.А., Вопросы диагностики профессионального флюороза у рабочих производства алюминия. Актуальные вопросы профпатологии и внутренней медицины, 1994, С. 117.

18. Солиев, Ф.Г., Дисс. канд. мед. наук, Душанбе, 1997,135 с.

19. ГОСТ 127.1-93. Сера техническая. Технические условия.

20. Приказ Росприроднадзора от 22.05.2017 N242 «Об утверждении Федерального классификационного каталога отходов»Об утверждении Федерального классификационного каталога отходов» Об утверждении Федерального классификационного каталога отходов» (Зарегистрировано в Минюсте России 08.06.2017 №47008).

21. Глущенко Н.Н. Экологические аспекты энергетики. Биологические свойства твердых частиц дымовых уносов тепловой электростанции, работающей на углях / Глущенко Н.Н., Богословская О.А., Байтукалов Т.А. и др. // «Известия российской академии наук. Энергетика». – 2008, №4, С. 129–137.

22. Глущенко Н.Н., Ольховская И.П. Экологическая безопасность энергетики. Свойства частиц летучей золы ТЭС, работающих на угле // Изв. РАН. Энергетика. 2014. №1. С. 20.

23. Берсенев А.П., Гаврилов Е.И., Егоров С.А. Загрязнение подстилающей поверхности золовыми выбросами ГРЭС КАТЭК // Теплоэнергетика. 1997. №12. С.12–17.

24. Галицкая П.Ю., Селивановская С.Ю., Гумерова Р.Х. Тестирование отходов, почв, материалов с использованием живых систем. – Казань: Казанский университет, 2011. – 47 с.

25. Матвеева Т.В. Оценка фитотоксичности строительных композитов с использованием живых систем / Матвеева Т.В, Зубрев Н.И., Крошечкина И.Ю. // «Вестник технологического университета». – 2016, Т. 19, № 8, С.139–41.

26. Устинова М.В., Зубрев Н.И., Панфилова М.И., Новосёлова О.В., Ефремова С.Ю., Журавлева М.А. Получение композитных растворов с добавлением золы от сжигания отработанных шпал // Экология и промышленность России. – 2018. – Т.22, №5. – С. 36–40.

Статья поступила в редакцию 20.04.2019
Статья принята к публикации 22.05.2019