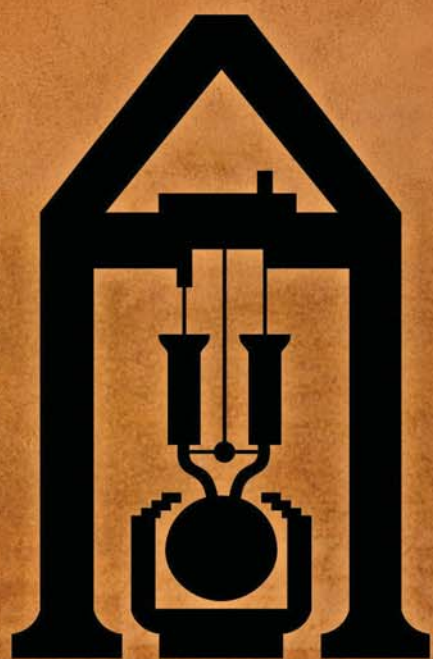




**ПОЛЗУНОВСКИЙ
АЛЬМАНАХ**

ФГБОУ ВО
«Алтайский государственный
технический университет
им. И. И. Ползунова»



**МАТЕРИАЛЫ ПОБЕДИТЕЛЕЙ
XXII ВСЕРОССИЙСКОЙ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ
КОНФЕРЕНЦИИ СТУДЕНТОВ,
АСПИРАНТОВ И МОЛОДЫХ
УЧЕНЫХ «НАУКА И МОЛОДЕЖЬ»**

**2
2025**

НА ОБЛОЖКЕ:
Сереброплавильный завод города Барнаула в середине XIX века

ПОЛЗУНОВСКИЙ АЛЬМАНАХ

№ 2 / 2025

Свидетельство о регистрации ЭЛ № ФС 77-84785
выдано 17 февраля 2023 г. Федеральной службой
по надзору в сфере связи, информационных
технологий и массовых коммуникаций РФ

Главный редактор
А. М. Марков

Зам. главного редактора
Е. С. Ананьева

Редакционная коллегия:

С.Л. Кустов
Б.М. Черепанов
И.Н. Сычева
А.С. Авдеев
С.В. Ананьин
А.С. Баранов
И.А. Поляков
А.С. Захарова

Адрес редакции и издательства:
656038, г. Барнаул, пр. Ленина, 46,
тел.: 29-09-48

© Алтайский государственный технический
университет им. И. И. Ползунова, 2025

В НОМЕРЕ:

М.Н. Вишняк, Д.В. Вишняк, Е.С. Жернаклёва,
В.С. Вишняк
УЛУЧШЕНИЕ УСЛОВИЙ ТРУДА ПУТЕМ
ОЦЕНКИ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ РИСКОВ
В ООО «ФОР-АЛЮМИНА» 4

Г. А. Козин, Л. В. Халтурина
СОВРЕМЕННЫЕ ПРИНЦИПЫ И НОРМЫ
В ОБЛАСТИ УСТОЙЧИВОЙ АРХИТЕКТУРЫ
НА ПРИМЕРЕ ЕВРОПЕЙСКОГО ОПЫТА
И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ В РОССИЙСКОЙ
ПРАКТИКЕ 8

С.А. Чепурнов, Д.В. Жиликов
РОЛЬ МАЛЫХ НАРОДОВ В ВЕЛИКОЙ
ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ВОЙНЕ 18

Е.И. Катракова, О.В. Тискова
АВАНГАРДНАЯ ПОЭЗИЯ В НЕЙРОСЕТИ:
ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ 21

А.С. Кожанов, И.Д. Тарасов, С.Ф. Сороченко
ТЕНДЕНЦИИ И ПРИЧИНЫ РАЗВИТИЯ
ОЧЁСЫВАЮЩИХ ЖАТОК 24

А. Д. Матвеева, С. И. Конева
ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
ОБЛЕПИХОВОГО ШРОТА И ПСИЛЛИУМА
ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ЗАТЯЖНОГО
ПЕЧЕНЬЯ 27

М.С. Урбах, Ю.Г. Стурова
ПРИМЕНЕНИЕ ЯГОД ЧЕРНОЙ СМОРОДИНЫ
В ТЕХНОЛОГИИ
МЯГКОГО СЫРА 30

Н.О. Зайцев, Н.К. Шелковская
ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ
ПРИГОТОВЛЕНИЯ ВИНМАТЕРИАЛА ДЛЯ
ИГРИСТОГО НАПИТКА ИЗ ОБЛЕПИХИ 34

*И. К. Нестеренко, Д. М. Куценко,
О. Н. Терехова*
НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ПАСПОРТИЗАЦИИ
АСПИРАЦИОННЫХ СЕТЕЙ ПРЕДПРИЯТИЙ
ХРАНЕНИЯ И ПЕРЕРАБОТКИ
РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ 38

*И.И. Казанин, Н.А. Иконников, А.М.
Иконников, А.В. Балашов*
ИССЛЕДОВАНИЕ МАГНИТНОЙ ПЛИТЫ
НА ПОСТОЯННЫХ МАГНИТАХ 42

И.С. Григорьев, Б.И. Мандров
ВЫБОР МАРШРУТА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО
ПРОЦЕССА СБОРКИ И СВАРКИ
ОСНОВАНИЯ ДЕРЖАТЕЛЯ ОПОРЫ ДЛЯ
ЛОТКОВ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ КАБЕЛЕЙ 46

Д.И. Разин, В.А. Красичков
ОБ ИЗГОТОВЛЕНИИ ЛИТЕЙНЫХ
ВЫПЛАВЛЯЕМЫХ МОДЕЛЕЙ
МЕТОДОМ FDM 48

И.Н. Рубцова, К.Л. Петерникова
АКТУАЛЬНОСТЬ РАЗРАБОТКИ
ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА
ПЧЕЛИНОГО УЛЬЯ С СИСТЕМАМИ
МИКРОКЛИМАТА И СБОРА МЁДА 52

*И. В. Ковтун, Л.Н. Пантюшина,
Е.В. Вербицкая*
АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ
ДРЕВЕСНЫХ ОТХОДОВ ДЛЯ
ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПЛИТ ПОКРЫТИЯ 57

Д.С. Драгалин, Д.С. Морозова, И.А. Бахтина
ПРИМЕНЕНИЕ ИСКУССТВЕННОГО
ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ
ВНУТРЕННИХ ГАЗОПРОВОДОВ:
ИННОВАЦИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ 60

В. Н. Ющенко, А. О. Хребто
ИССЛЕДОВАНИЕ СОБСТВЕННЫХ
ДЕФОРМАЦИЙ И ПРОЧНОСТИ ПРИ
СЖАТИИ КОМПОЗИЦИОННЫХ
МАТЕРИАЛОВ, ВКЛЮЧАЮЩИХ
ГЛИНИСТЫЕ МИНЕРАЛЫ И
ВЫСОКОКАЛЬЦИЕВУЮ ЗОЛУ УНОСА 62

Г.С. Меренцова, А. С. Зыбин
ПРИМЕНЕНИЕ АРМИРУЮЩИХ ПРОСЛОЕК
ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ТРЕЩИНОСТОЙКОСТИ
АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ ПОКРЫТИЙ ПРИ
РЕКОНСТРУКЦИИ АВТОМОБИЛЬНЫХ
ДОРОГ 71

А. Е. Шпагина, В. Н. Лютов
АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА
ПРОЕКТИРОВАНИЯ И РАЗРАБОТКИ
ПРОЕКТОВ ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ
В СТРОИТЕЛЬСТВЕ 76

В.Е. Анненкова, Б.М. Черепанов
ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ
ПРИМЕНЕНИЯ УТЕПЛЕННОЙ ШВЕДСКОЙ
ПЛИТЫ В КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ
АЛТАЙСКОГО КРАЯ 79

*Д.П. Скорикова, Е.В. Бурлакова,
О.М. Горелова*
ПРИМЕНЕНИЕ ПРИРОДНЫХ
ФЛОКУЛЯНТОВ ДЛЯ ОБЕЗВОЖИВАНИЯ
ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ 82

*И.В. Федоров, А.П. Лукианенко,
Д.Д. Ефрюшин*
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВОЗМОЖНЫХ ПРИЧИН
ВОЗНИКНОВЕНИЯ ДЕФЕКТОВ
В АРМИРОВАННЫХ ШЛАНГАХ 85

В.В. Агафонов, Л.А. Мочалова
ИННОВАЦИОННЫЕ НАПИТКИ ДЛЯ
ЗДОРОВЬЯ НА ОСНОВЕ ЛЕКАРСТВЕННЫХ
ТРАВ И МЁДА 89

В.Ю. Вараксина, Ж.М. Козлова
АНАЛИЗ ПРОМЫШЛЕННОГО ПОТЕНЦИАЛА
АЛТАЙСКОГО КРАЯ 92

Э.Р. Нарсулин, Э.И. Казитова
РОЛЬ СПЕЦИАЛЬНЫХ ЭКОНОМИЧЕСКИХ
ЗОН В РАЗВИТИИ МЕЖДУНАРОДНОГО
БИЗНЕСА В ОАЭ 96

А.А. Лепилов, Э.И. Казитова
ТУРИСТИЧЕСКИЙ НАЛОГ КАК
ИНСТРУМЕНТ ПОВЫШЕНИЯ
ФИНАНСОВОЙ БЕЗОПАСНОСТИ
АЛТАЙСКОГО КРАЯ 102

К.Р. Кагарманова, А.А. Кузема, И.А. Поляков
ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ
СТРОИТЕЛЬСТВА СОЛНЕЧНЫХ
ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ НА ПРИМЕРЕ
ЭНЕРГОСИСТЕМЫ РЕСПУБЛИКИ
АЛТАЙ 105

Е.М. Антонова, Б.С. Компанеец
ВЗАИМОСВЯЗЬ ПОТЕРЬ
ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ И НАПРЯЖЕНИЯ НА
УЧАСТКЕ СЕТИ 109

А. Г. Сваровский
РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ
ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ НА ОСНОВЕ
ГИБРИДНОГО ШАГОВОГО
ДВИГАТЕЛЯ 111

Е.М. Пузырев, Д.Е. Сурин
АЭРОДИНАМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ
КОТЛОВ С ИНВЕРСИОННОЙ
ТОПКОЙ..... 115

Н.Ф. Гречко, А.А. Грибанов
АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ СИСТЕМ
КОНТРОЛЯ ТЕМПЕРАТУРЫ КОНТАКТНЫХ
СОЕДИНЕНИЙ ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ
В РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ
УСТРОЙСТВАХ..... 119

Д. Ю. Дергунов, Е. В. Титов
ВЫБОР АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ИСТОЧНИКОВ
ЭНЕРГИИ ДЛЯ АВТОНОМНЫХ
ПОТРЕБИТЕЛЕЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ
МЕТОДА ЛИНЕЙНОЙ
ОПТИМИЗАЦИИ 124

И.В. Коваленко, А.А. Грибанов
РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ
ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ВЛИЯНИЯ КРУПНЫХ
ПТИЦ НА КАЧЕСТВО И
БЕСПЕРЕБОЙНОСТЬ РАБОТЫ ЛИНИЙ
ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ 127

И.В. Белицын, А.А. Лавринец
РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ
ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПО ВЫБОРУ МЕСТ
УСТАНОВКИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ
ПРИБОРОВ УЧЕТА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ
В СБЫТОВЫХ КОМПАНИЯХ..... 131

И. Д. Парамонов
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ МОНИТОРИНГ
УЛИЧНОГО ОСВЕЩЕНИЯ
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕЙРОСЕТИ 134

Р.А. Фролов, А.Н. Попов
ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ
ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ
ЭНЕРГИИ 138

Учредитель журнала:

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
образования «Алтайский государственный
технический университет
имени И. И. Ползунова»

УЛУЧШЕНИЕ УСЛОВИЙ ТРУДА ПУТЕМ ОЦЕНКИ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ РИСКОВ В ООО «ФОР-АЛЮМИНА»

М. Н. Вишняк, Д. В. Вишняк, Е. С. Жернаклёва, В. С. Вишняк

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, г. Барнаул

Статья посвящена анализу методики оценки профессиональных рисков на предприятии химической промышленности ООО «ФОР-АЛЮМИНА». Специфика химического производства и потенциальные экологические угрозы от деятельности предприятия химической промышленности обусловили актуальность исследований в сфере оценки профессиональных рисков. Неконтролируемые факторы внешней среды являются серьезной угрозой для работников предприятия. В этой связи необходимо выявить и систематизировать индикаторы опасностей для обеспечения информационной определенности деятельности.

Ключевые слова: предприятие химической промышленности, оценка профессиональных рисков, перечень опасностей.

По причине производственного травматизма в Алтайском крае, актуальной темой в настоящее время является создание безопасных и комфортных условий труда и оценка профессиональных рисков, так как она является неотъемлемой частью управления профессиональными рисками [1,4].

Общество с ограниченной ответственностью «ФОР-АЛЮМИНА» основано в 2000 г. В организации на постоянной основе работает 77 человек. Дневные работники работают по графику с понедельника по пятницу с 8:00 до 17:00 суббота и воскресенье выходной, сменные работники работают по сменному графику с 8:00 до 20:00 и с 20:00 до 8:00 день, ночь – отсыпной, выходной. Кадровый состав в виде диаграммы представлен ниже на рисунке 1 [3].

Как видно из рисунка 1, в ООО «ФОР-АЛЮМИНА» численный перевес рабочего персонала, он составляет 62 % от общей численности работников. Руководителей 13 %, а специалистов в организации 25 % от общей численности работников в организации.

Руководителей 13 %, а специалистов в организации 25 % от общей численности работников в организации.

Из рисунка 2 видно, что в ООО «ФОР-АЛЮМИНА» практически одинаковое соотношение работников работающих по дневному графику (49 %) и по сменному графику (51 %).



Рисунок 1 – Деление по категориям персонала

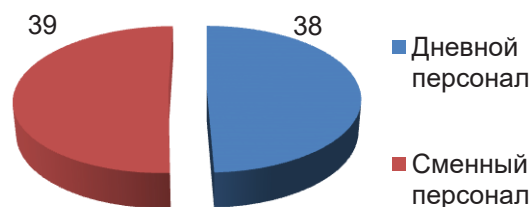


Рисунок 2 – Деление по графику работы

УЛУЧШЕНИЕ УСЛОВИЙ ТРУДА ПУТЕМ ОЦЕНКИ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ РИСКОВ В ООО «ФОР-АЛЮМИНА»



Рисунок 3 – Ранжирование по имеющемуся образованию у сотрудников

Анализ рисунка 3 показывает, что в ООО «ФОР-АЛЮМИНА» почти все сотрудники имеют то или иное образование. Большая часть – это рабочие профессии 53 %, работников имеющих высшее и средне специальное образование одинаковое количество (по 21 %). Те работники, которые не имеют никакого образования, в данный период времени находятся на стадии получения образования, их всего 5 %.

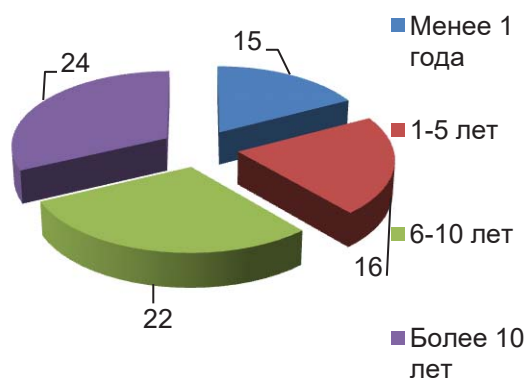


Рисунок 4 – Деление по стажу в химической отрасли

Рассмотрев рисунок 4, мы видим, что в ООО «ФОР-АЛЮМИНА» почти все сотрудники имеют опыт в химической отрасли. Опытных работников, у которых стаж работы более 10 лет (31 %), почти столько же, сколько работников со стажем работы 6-10 лет (29 %). Работников со стажем работы от 1 года до 5 лет – 21 %, а работников с опытом менее 1 года – 19 %.

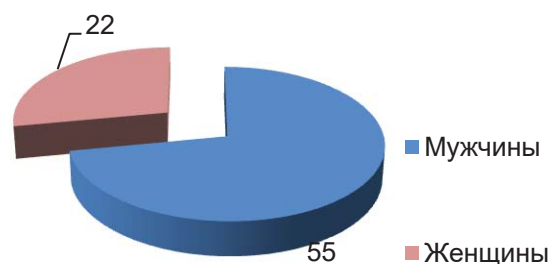


Рисунок 5 – Деление работников по половому признаку

На рисунке 5 показано, что в ООО «ФОР-АЛЮМИНА» работают и мужчины и женщины, в связи с тем, что это вредное и опасное производство, мужская половина сотрудников (71 %) преобладает над женской (29 %).

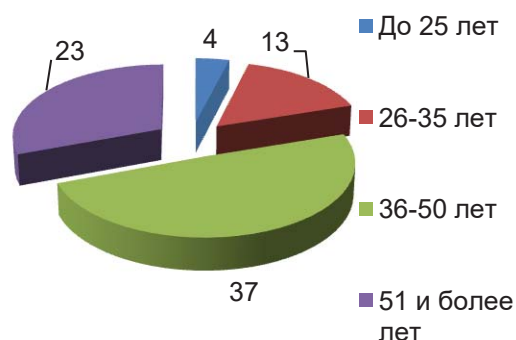


Рисунок 6 – Ранжирование работников по возрасту

Исследование рисунка 6 показывает, что в ООО «ФОР-АЛЮМИНА» работают работники многих возрастов. Большая часть сотрудников в возрасте от 36 до 50 лет – 48 %. Работников старше 51 года – 30 %. Сотрудников в возрасте от 26 до 35 лет – 17 %, а молодых сотрудников до 25 лет – 5 %.

В результате вышеприведенных исследований условий труда на предприятии выявлены следующие проблемы:

1. Нужны квалифицированные специалисты и руководители на места, имеющиеся в штатном расписании, т.к. некоторые руководители совмещают две и более должности, в связи с чем есть некоторые пробелы в СУОТ.

2. Некоторые действующие специалисты предприятия не имеют высшего образо-

вания, что в свою очередь, негативно складывается на рабочем процессе.

3. Необходимо большее число работников рабочих профессий, работающих по дневному графику, т. к. работы в день много и сотрудников не хватает, для выполнения поставленных задач.

Основной деятельностью организации является производство катализатора дегидрирования низших парафиновых углеводородов марки КДМ и КДМ-М, а также катализатора вакуумного дегидрирования н-бутана в бутadiен в неподвижном слое марки ДГБ на промышленных установках, находящихся в производственном корпусе организации.

Катализаторы марки КДМ и КДМ-М представляют собой оксиды хрома, калия, кремния и циркония, нанесенные на носитель микросферический оксид алюминия.

Катализатор марки ДГБ представляет собой гранулированный алюмохромовый катализатор, предназначенный для получения бутadiена-1,3 из н-бутана в процессе вакуумного дегидрирования в неподвижном слое [3].

В процессе производства катализатора используются следующие компоненты, которые в свою очередь вызывают вредные и опасные производственные факторы, и как следствие, оказывают вредное и опасное влияние на работников, представленные на рисунке 7.

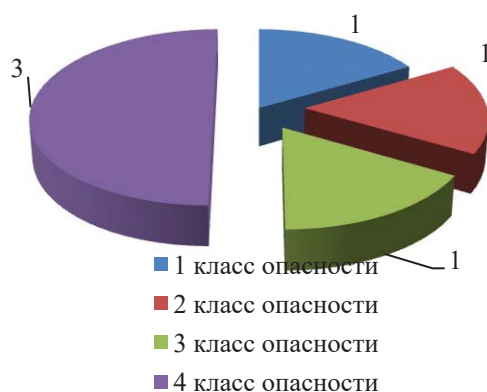


Рисунок 7 – Классы опасности используемого сырья

Проведя анализ рисунка 7, мы видим, что при производстве катализаторов используется сырье всех классов опасности. Наиболее опасным сырьем являются ангидрид хромовый технический, имеющий 1 класс опасности и гидрат окиси калия, имеющий 2 класс опасности. Также используется кислота

азотная и кремнезоль имеющие 3 класс опасности, песок тригидрата оксида алюминия, карбонат циркония, термоактивированный гидроксид алюминия и термоактивированный стабилизированный гидроксид алюминия имеющие 4 класс опасности.

Был проведен анализ условий труда на предприятии и выявлены следующие проблемы:

4. Нужны квалифицированные специалисты и руководители на места, имеющиеся в штатном расписании, т.к. некоторые руководители совмещают две и более должностей, в связи с чем есть некоторые пробелы в СУОТ.

5. Некоторые действующие специалисты предприятия не имеют высшего образования, что в свою очередь, негативно складывается на рабочем процессе.

6. Необходимо большее число работников рабочих профессий, работающих по дневному графику, т. к. работы в день много и сотрудников не хватает, для выполнения поставленных задач.

Из вышеизложенного становится ясно, почему в ООО «ФОР-АЛЮМИНА» актуальна тема разработки методики оценки профессиональных рисков.

Выявление опасностей является начальным и самым важным этапом оценки рисков на любом предприятии, включая ООО «ФОР-АЛЮМИНА», учитывающим недостатки в охране труда, которые могут причинить вред здоровью и безопасности людей [5,6].

По результатам проведения идентификации опасностей заполняются соответствующие графы в Картах идентификации опасностей и оценки профессиональных рисков работников ООО «ФОР-АЛЮМИНА». Затем заполняется Сводная таблица оценки профессиональных рисков.

Для более полной оценки имеющихся на предприятии опасностей было предложено внедрение Реестра опасностей, представляющих угрозу жизни и здоровью работников ООО «ФОР-АЛЮМИНА».

В настоящий момент с помощью данного метода планируется провести ОПР и составить карты профессиональных рисков для наиболее распространенных и травмоопасных профессий - аппаратчик производства катализатора и слесарь-ремонтник производства катализатора.

Разработанный метод оценки профессиональных рисков внедрен на предприятии и рекомендован к дальнейшему использованию для всех имеющихся должностей в ООО

УЛУЧШЕНИЕ УСЛОВИЙ ТРУДА ПУТЕМ ОЦЕНКИ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ РИСКОВ В ООО «ФОР-АЛЮМИНА»

«ФОР-АЛЮМИНА» согласно штатному расписанию.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Информационный портал в сети интернет «РОСТРУД». [Электронный ресурс]. URL: https://git22.rostrud.gov.ru/osnovnye_pokazateli_deyatelnosti_gosudarstvennoy_inspekcii_truda/1233993.html (дата обращения: 23.03.2025).
2. Информационный портал в сети интернет «Министерство труда и социальной защиты населения РФ», [Электронный ресурс]. URL: <https://mintrud.novreg.ru> (дата обращения: 23.03.2025).
3. Нормативно-правовая документация ООО «ФОР-АЛЮМИНА».
4. Пронь Е.А. Разработка способов организации идентификации опасностей и оценки профессионального риска на предприятии / Е.А. Пронь, М.Н. Вишняк. Проблемы техносферной безопасности. Сборник статей V международной научно-практической конференции. Барнаул, 2022. С. 37-40.
5. Вишняк М.Н. Оценка вероятного сценария воздействия и развития аварии при образовании пылевоздушной смеси в механизированном агропромышленном производстве/ М.Н. Вишняк, А.А. Мельберт, И.С. Литвиненко, А.Е. Мальцев,

К.В. Чемисова. Естественные и технические науки. 2023. № 12 (187). С. 392-396.

6. Таран Д.В. Оценка профессиональных рисков персонала в механизированном агропромышленном комплексе методом индекса Элмери/ Д.В.Таран, М.Н. Вишняк, А.Ю. Калинин. Естественные и технические науки. 2023. № 12 (187). С. 397-400

Вишняк Мария Николаевна – к.т.н., доцент ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», e-mail: vishnyak_mariya@mail.ru.

Вишняк Дарья Владимировна – студент ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», e-mail: vishnyakd06@mail.ru

Жернаклёва Елена Станиславовна – студент Ползунова», e-mail: elenazernakleva@gmail.com ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И.

Вишняк Владимир Станиславович – магистр ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», e-mail: wws85@mail.ru

СОВРЕМЕННЫЕ ПРИНЦИПЫ И НОРМЫ В ОБЛАСТИ УСТОЙЧИВОЙ АРХИТЕКТУРЫ НА ПРИМЕРЕ ЕВРОПЕЙСКОГО ОПЫТА И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ В РОССИЙСКОЙ ПРАКТИКЕ

Г. А. Козин, Л. В. Халтурина

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, г. Барнаул

В данной статье рассматриваются принципы устойчивого проектирования общественных зданий на примере ряда европейских объектов. Проанализированы архитектурно-конструктивные методы и приемы, с помощью которых достигается высокая степень экологичности, ресурсной и энергетической экономии в проектах. Сделан ряд выводов о применении технологий устойчивого развития в отечественной архитектурной практике.

Ключевые слова: устойчивое проектирование, устойчивая архитектура, архитектура общественных зданий, спортивный центр, офисное здание, экологичность, энергоэффективность, устойчивое развитие, деревянные конструкции, металлические конструкции.

Введение

В современном архитектурном проектировании ресурсоэффективность, экологичность и адаптивность стали ключевыми факторами, определяющими комфорт зданий и архитектурной среды. Совокупность данных качеств архитектуры зданий и сооружений объединяются в концепцию устойчивого проектирования. Эта тенденция особенно ярко проявляется в проектировании крупномасштабных спортивных объектов, таких как олимпийские сооружения.

Центр водных видов спорта в Париже (Aquatics Centre Paris), построенный для Олимпийских игр 2024 года, представляет собой показательный пример реализации современных принципов экологически устойчивого проектирования.

В данном исследовании анализируются архитектурные и инженерные решения, примененные при проектировании Центра, которые способствуют повышению энергоэффективности и экологичности здания. Рассмотрение этих аспектов позволит оценить общий вектор развития современной экологически устойчивой архитектуры и потенциально применимые решения в отечественной практике.

1. Теоретическое обоснование концепции устойчивого проектирования

Перед непосредственным анализом архитектурных объектов следует упомянуть само определение устойчивой архитектуры и ее базовые принципы.

В 2011 году на симпозиуме, посвященном устойчивой архитектуре доктором архитектуры, профессором Есауловым Г.В. было предложено следующее определение:

«Устойчивая архитектура (sustainable architecture) – архитектура, имеющая программой непротиворечивое единство эстетических позиций автора и времени и социально-экономических, инженерно-технологических и природно-экологических требований, базирующихся на принципах устойчивого развития, полнота воплощения которых определяется принятыми в мировой практике и практике страны требованиями рейтинговых систем оценки устойчивости среды обитания» [1].

В связи с рядом определяющих факторов, в работе «Принципы формирования устойчивого развития в архитектуре» также предлагаются принципы формирования устойчивой архитектуры:

«- гармонизация социальных, экономических, экологических, территориально-пространственных факторов развития поселений;

- выявление оптимального сочетания «стабильного» и «изменяемого» в программе проектирования объектов;

- природосообразность и биомиметика (метод создания материалов и объектов, при котором специалисты находят удачные идеи в природе и заимствуют их для своих проектов);

- адаптивность к вызовам и рискам природно-климатического и техногенного характера;

- пространственное моделирование и использование математических формул в формообразовании здания в зависимости от факторов, определяющих жизненный цикл» [2].

СОВРЕМЕННЫЕ ПРИНЦИПЫ И НОРМЫ В ОБЛАСТИ УСТОЙЧИВОЙ АРХИТЕКТУРЫ НА ПРИМЕРЕ ЕВРОПЕЙСКОГО ОПЫТА И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ В РОССИЙСКОЙ ПРАКТИКЕ

Базовые принципы устойчивой архитектуры проявляются в более узкоспециализированных параметрах объектов, таких как экологичность материалов и процесса строительства, энергетическая и ресурсная эффективность здания, степень его общей адаптивности и способности функций к трансформации под изменяющийся социальный запрос.

Данные принципы в достаточно большой степени отражены в рассматриваемых далее объектах, что достигается рядом архитектурных и инженерных приемов проектирования (рисунок 1).

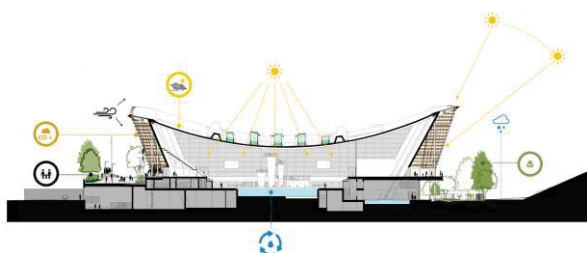


Рисунок 1 — Схема устойчивой архитектуры здания Центра водных видов спорта в Париже

Источник: <https://www.archdaily.com/1019578/aquatics-centre-paris-venhoevencs-plus-ateliers-2-3-4>

2. Европейские системы сертификации устойчивой архитектуры

Ключевую роль в продвижении экологически чистого строительства и устойчивого развития играют Европейские системы сертификации устойчивой архитектуры. Одной из таких систем является Level(s), разработанная Европейской Комиссией. Система предоставляет общую платформу для оценки и отчетности по устойчивости зданий, охватывая такие аспекты, как углеродный след, материалы, вода, здоровье, комфорт и воздействие на климат на протяжении всего жизненного цикла здания. Эта система является гибким решением для выявления ключевых параметров и подготовки проектов к будущему. Level(s) применяется как в жилых, так и в офисных зданиях [3].

Еще одной важной системой является BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method), которая была первой в мире системой оценки экологической устойчивости зданий. Она оценивает здания по девяти категориям, включая управление, здоровье и благополучие, энергию, транспорт, воду, материалы, отходы, использование земель и экологию, а также загрязнение. BREEAM поощряет проекты, кото-

рые фокусируются на категориях с наибольшим экологическим воздействием, и устанавливает минимальные стандарты для достижения высоких уровней сертификации [4].

DGNB (Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen) - еще одна система сертификации, разработанная в Германии. Она служит инструментом для планирования и оптимизации устойчивого строительства. DGNB применяет различные критерии сертификации для различных типов зданий и схем, поддерживая все этапы строительного процесса от планирования до эксплуатации. Эта система акцентирует внимание на интеграции устойчивых практик и инновационных технологий в проектирование и строительство зданий [5].

Эти системы сертификации широко применяются в Европе и за ее пределами, способствуя продвижению устойчивого строительства и снижению негативного воздействия зданий на экологию. Они предоставляют архитекторам и строителям инструменты для создания экологических и ресурсосберегающих проектов, способствуя сохранению природных ресурсов.

3. Здание «The Edge»

Здание «The Edge» в Амстердаме является одним из самых экологически устойчивых офисных зданий в мире. Проект был разработан архитектурной фирмой PLP Architecture в сотрудничестве с инженерами из компании OVG Real Estate. Завершенное в 2014 году, здание стало одним из символов инновационного подхода к устойчивой архитектуре и энергоэффективности.

«The Edge» получило наивысший рейтинг в системе BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method) - 98,36%, что делает его одним из самых экологически чистых офисных зданий в мире. Основной концепцией проекта было создание «умного» здания, которое не только минимизирует свое воздействие на окружающую среду, но и обеспечивает комфортные условия для работы сотрудников.

Архитектурно-планировочные особенности объекта включают в себя использование инновационных технологий и материалов. Здание оснащено системой интеллектуального управления, которая позволяет оптимизировать потребление энергии и ресурсов. Например, система освещения на основе светодиодов управляется через приложение на смартфоне, что позволяет сотрудникам регулировать освещение в зависимости от их потребностей и времени суток.

Фасад здания выполнен из стекла, что обеспечивает максимальное естественное освещение и снижает потребность в искусственном освещении (рисунок 2). Кроме того, на крыше здания установлены солнечные панели, которые закрывают значительную часть потребностей здания в электроэнергии. Водосберегающие технологии, такие как системы сбора дождевой воды и переработки сточных вод, также интегрированы в инфраструктуру здания.



Рисунок 2 – Общий вид здания «The Edge»

Источник: <https://www.archdaily.com/785967/the-edge-plp-architecture>

Градостроительные особенности «The Edge» включают расположение в деловом районе Амстердама, что обеспечивает удобный доступ к общественному транспорту и инфраструктуре города.

«The Edge» также отличается своей социальной и культурной составляющей. В здании предусмотрены зоны для отдыха и общения сотрудников, что способствует созданию комфортной рабочей атмосферы и повышению производительности. Пространства для встреч и конференций оборудованы современными технологиями, что делает здание привлекательным для проведения различных мероприятий [6].

4. Учебный павильон Технического Университета Брауншвейга

Учебный павильон Технического Университета Брауншвейга, спроектированный архитекторами Густавом Дюсингом и Максом Хаке, является примером устойчивой, трансформируемой архитектуры. Завершенный в 2022 году, павильон расположен в части центрального кампуса университета, рядом с рекой Окер, и органично интегрируется в существующую инфраструктуру кампуса. Это расположение делает павильон знаковым объек-

том на городском пересечении реки, университетского кампуса и города Брауншвейг.

Архитектура павильона вдохновлена принципами немецкой школы Баухаус и голландской школы Де Стейл, подчеркивающими модульность и гибкость (рисунок 3). Здание оснащено модульной системой стальных конструкции, что позволяет легко разбирать и менять конфигурацию объекта (рисунок 4). Этот подход позволяет повторно использовать строительные материалы при необходимости, а также целые архитектурные элементы, такие как фасадные панели, лестницы и платформы, что также соответствует принципам циркулярного строительства. Стоит отметить и использование возобновляемых источников энергии и грунтовых зондов для регулирования температуры.



Рисунок 3 – Общий вид павильона

Источник: https://www.archdaily.com/1001360/study-pavilion-tu-braunschweig-gustav-dusing-plus-max-hacke?ad_source=search&ad_medium=projects_tab

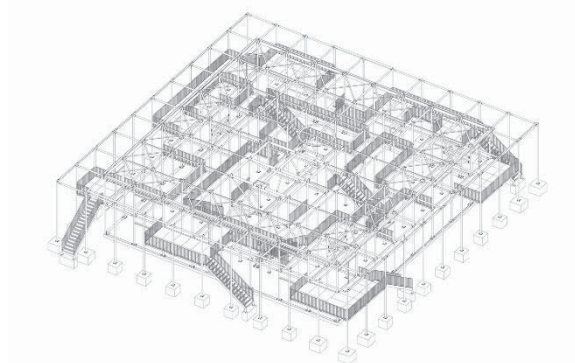


Рисунок 4 – Аксонометрическая схема конструкций павильона

Источник: https://www.archdaily.com/1001360/study-pavilion-tu-braunschweig-gustav-dusing-plus-max-hacke?ad_source=search&ad_medium=projects_tab

СОВРЕМЕННЫЕ ПРИНЦИПЫ И НОРМЫ В ОБЛАСТИ УСТОЙЧИВОЙ АРХИТЕКТУРЫ НА ПРИМЕРЕ ЕВРОПЕЙСКОГО ОПЫТА И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ В РОССИЙСКОЙ ПРАКТИКЕ

Дизайн павильона способствует социальному и междисциплинарному обмену, предоставляя многофункциональное пространство, которое поощряет сотрудничество между студентами и преподавателями. Первый этаж имеет открытую планировку, а второй этаж состоит из платформ и мостов, которые выходят наружу, создавая динамичную и адаптируемую учебную среду [7].

Учебный павильон Технического университета Брауншвейга демонстрирует, как современные архитектурные практики могут создавать устойчивые, адаптируемые пространства, отвечающие меняющимся потребностям академических учреждений и улучшающие социально-культурное взаимодействие обучающихся.

5. Центр водных видов спорта в Париже. Экологичность материалов и ресурсоэффективность здания

Достаточно интересным объектов для рассмотрения является Центр водных видов спорта в Париже.

Крыша Центра (рисунок 5) представляет собой асимметричную «скульптурную» по своей форме конструкцию площадью 5000 кв.м., поддерживаемую 91 балкой вогнутой формы, изготовленной из клееной древесины. Данное решение позволяет обеспечить экономию финансовых средств при возведении объекта, так как эстетически древесина уже выглядит достаточно привлекательно (рисунок 6) и не требует дополнительной отделки. В частности, своеобразный «растр», создаваемый деревянными балками, имеющими сечение всего 550 на 200 мм и расположенными с шагом в один метр в сочетании с завершающим слоем крыши в виде расположенных перпендикулярно к основным балкам деревянных планок убирает необходимость скрывать коммуникации (светильники, воздуховоды), которые становятся частью интерьерного дизайна [8].

Показатель оставляемого углеродного следа при производстве и монтаже клееных деревянных конструкций также крайне низок, не говоря о том, что дерево является возобновляемым ресурсом.

По своим конструктивным свойствам клееные деревянные большепролетные конструкции обладают рядом преимуществ относительно металлических: меньший удельный вес при большей несущей способности, отсутствие коррозии и устойчивость к химическим реагентам и солям, высокая сейсмостойкость, высокая скорость изготовления конструкции и монтажа на месте и, одно из самых важных, высокое сохранение несущих

способностей при пожаре (огнестойкость КДК превышает огнестойкость металлических конструкций в пять раз) [9].



Рисунок 5 — Аксонометрическая модель деревянных конструкций крыши Центра

Источник: <https://www.archdaily.com/1019578/aquatics-centre-paris-venhoevencs-plus-ateliers-2-3-4>

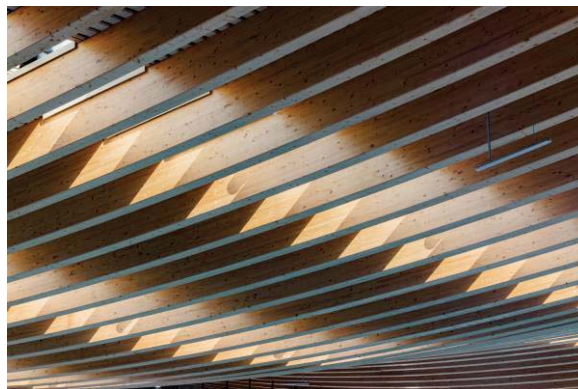


Рисунок 6 — Фрагмент деревянных клееных конструкций крыши здания

Источник: <https://www.archdaily.com/1019578/aquatics-centre-paris-venhoevencs-plus-ateliers-2-3-4>

Нельзя забывать и о том, что в случае возникшей необходимости демонтажа здания в будущем, деревянные конструкции могут быть переработаны, использованы повторно.

Важно отметить, что вся древесина, используемая в проекте, была поставлена из лесов, управляемых в соответствии с концепцией «УУЛ» (устойчивое управление лесами), распространенной как в России, так и в зарубежных странах, причем 30 % древесины — французская. Данное решение позволяет поддержать местную экономику, а также снизить углеродный след, связанный с транспортировкой строительных материалов.

Помимо древесины, в проекте использованы переработанные материалы. Яркий пример — из 5000 сидений зрительских трибун 3000 полностью изготовлены во Франции из переработанных пластиковых отходов, собранных в школах Сен-Дени в количестве 30 тонн [10]. Использование материалов из переработанных отходов в архитектурном проектировании и строительстве является не только устоявшимся европейским трендом, но также представляет собой одну из ключевых черт циркулярной экономики.

Одним из аспектов в вопросе ресурсоэффективности является система контроля уровня воды в бассейнах. Авторы проекта уделяли особое внимание экономии водных ресурсов. Инновационным решением стало проектирование дна бассейна с переменной глубиной. Как отмечает Сесилия Гросс, один из архитекторов проекта: «Мы провели аналитическую работу по определению минимальной глубины, необходимой для каждого вида соревнований, и спроектировали дно бассейна таким образом, чтобы минимизировать необходимый объем воды» [3]. Подобное техническое решение, речь о котором более подробно пойдет ниже, позволило сократить объем воды на 25 % по сравнению с традиционными конструктивными решениями чаш бассейнов для спортивных объектов такого масштаба.

6. Энергоэффективность и инновационные технологические решения здания

В вопросе энергоэффективности особого внимания заслуживает размещение альтернативных источников энергии (фотоэлектрических панелей) площадью 4680 кв.м. почти на всей площади крыши, которые обеспечивают вплоть до 20 % энергетических потребностей здания (что эквивалентно потребностям около 200 домохозяйств), а также делают данную конструкцию одной из самых больших солнечных ферм, расположенных на общественном здании в регионе Иль-де-Франс [8].

Крайне интересное проектное решение представляет собой «гибкий» бассейн Центра. Вследствие ограниченности строительного бюджета, государственный заказчик на всех трех конкурсных этапах требовал от авторов проекта максимального уменьшения строительного объема, размеров здания. Данное ограничение вылилось в анализ программ соревнований по плаванию, сопоставление необходимых параметров бассейна для разных видов спорта и применение бассейна с подвижными стенками и полом, который по заявлению авторов проекта был изме-

стен в архитектурно-строительной практике, но никогда не применялся для Олимпийских проектов [8].

Всего бассейн имеет четыре вида конфигурации (рисунок 7):

- Чаша делится на один бассейн для плавания длиной 50 метров и один бассейн для прыжков в воду длиной 20 метров;

- Разделение на бассейн для водного поло или художественного плавания длиной 3 метра и бассейн для прыжков в воду длиной 20 метров;

- В режиме обычного использования горожанами осуществляется разделение на три бассейна. Два стандартной глубины длиной по 25 метров и один для прыжков в воду длиной 20 метров;

- Последний режим предполагает свободное разделение всего объема чаши на несколько бассейнов необходимой конфигурации. Например, на один бассейн с дорожками длиной 50 метров, обычный бассейн и учебный бассейн с установкой подвижного пола на малую глубину длиной по 25 метров соответственно и на один бассейн для прыжков в воду длиной 20 метров [8].

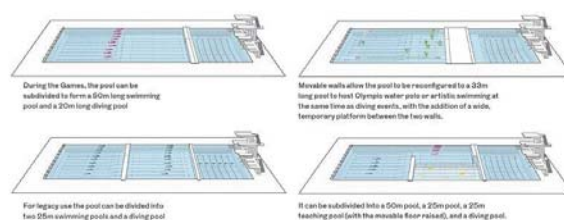


Рисунок 7 — Виды конфигурации чаши бассейна

Источник:

<https://www.ribaj.com/intelligence/making-buildings-paris-olympic-aquatics-centre-costs-flexible-design>

Нельзя не упомянуть влияние формы конструкции крыши на сбережение энергии. Расчет необходимого пространства для трибун, вышек и самого бассейна позволил сократить общий строительный объем, придать зданию выразительную архитектурную форму и, что немаловажно, в первую очередь был направлен на сокращение общего объема воздуха, нуждающегося в обогреве, вплоть до 50 %, по сравнению со стандартным решением объема зданий такого рода в форме параллелепипеда с плоской или скатной, двускатной крышей с небольшим уклоном [8].

7. Другие принципы устойчивого развития в архитектуре объекта и его социальное влияние

В архитектурной форме объекта и функциональном зонировании архитекторами также учитывалась окружающая здание среда. Проектируемый объект соседствует одновременно с крупным общественным зданием — стадионом «Стад де Франс», и с жилым массивом, представленным средне и малоэтажной застройкой (рисунок 8). В восточной части здания, обращенной к Стад де Франс и автомагистрали размещены массивные вышки для прыжков в воду, в южной — большие зрительские трибуны, которые могут быть демонтированы после проведения крупных спортивных мероприятий. Таким образом, фасады меньшего объема обращены к жилой застройке, в то время как более массивные части здания к соседнему крупному объекту (стадион) и более урбанизированной застройке [8].

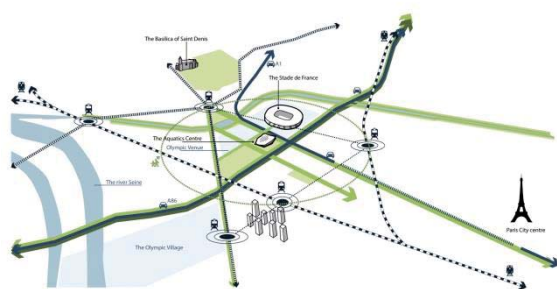


Рисунок 8 — Схема градостроительной ситуации объекта

Источник: <https://www.archdaily.com/1019578/aquatics-centre-paris-venhoevencs-plus-ateliers-2-3-4>

Одним из важнейших параметров проекта является его трансформируемость и многофункциональность. По информации Международного Олимпийского Комитета: «С июля 2025 года количество трибун сократится вдвое (с 5000 до 2500 мест), а количество бассейнов сократится до двух — один длиной 50 метров, а другой — 25 метров, что позволит оборудовать фитнес-зону, скалодром, поле для мини-футбола, ресторан и небольшой центр переработки.

Многофункциональное пространство, предназначенное для семей, школ и спортивных клубов, также будет использоваться Французской федерацией плавания, которая будет использовать его как федеральный тренировочный центр высокого уровня, чтобы

ее лучшие спортсмены могли пользоваться этим объектом. В ближайшие годы здание также будет использоваться как место проведения спортивных соревнований, включая чемпионат Европы по плаванию в 2026 году. Трамплины останутся для размещения Французского центра дайвинга» [10].

8. Российские стандарты в области устойчивой архитектуры

В последние годы в России наблюдается активное развитие стандартов и систем сертификации в области устойчивой архитектуры, что связано с глобальными экологическими вызовами и необходимостью повышения энергоэффективности зданий. Одной из ключевых систем сертификации является система «Клевер», которая была разработана в ответ на приостановку деятельности зарубежных систем сертификации, таких как LEED и BREEAM, на территории России в 2022 году. Система «Клевер» оценивает здания по критериям экологического строительства и устойчивости, включая рациональное использование ресурсов, снижение воздействия на окружающую среду, социальное благополучие и ответственное управление проектами.

Система «Клевер» активно применяется как для новых, так и для эксплуатируемых зданий и комплексов, что подтверждается сертификацией таких известных объектов, как штаб-квартира Яндекса и бизнес-центр «Белая площадь». Сертификация по системе «Клевер» является одним из критериев национальной таксономии устойчивых проектов, утвержденной постановлением Правительства Российской Федерации от 21 сентября 2021 года № 1587, и служит основанием для признания проекта «зеленым» на нормативном уровне [11].

Система «Зеленые стандарты» также играет важную роль в продвижении устойчивого строительства в России. Она разработана в соответствии с международными практиками и адаптирована к российским условиям. «Зеленые стандарты» оценивают здания по ряду критериев, включая энергоэффективность, использование экологически чистых материалов, управление отходами и водными ресурсами, а также комфорт и здоровье пользователей. Эта система активно применяется в России и поддерживается рядом нормативных документов, таких как СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий» и СП 131.13330.2012 «Строительная климатология». Эти документы устанавливают требования к энергоэффективности и климатиче-

скому комфорту зданий, что является важной частью устойчивого строительства [12].

Важным стандартом также является ГОСТ Р 54964-2012 “Здания и сооружения. Оценка соответствия экологическим требованиям”. Этот стандарт устанавливает принципы и методы оценки экологической безопасности зданий и сооружений, включая их проектирование, строительство и эксплуатацию.

9. Отечественные примеры устойчивой архитектуры

После рассмотрения особенностей европейской устойчивой архитектуры, следует проанализировать принципы устойчивого развития, применяемые в российской архитектурно-градостроительной практике на примере некоторых объектов.

Первым примером устойчивой архитектуры является Научно-технологический центр (НТЦ) в Сколково (рисунок 9), спроектированный архитектурным бюро ABD Architects и завершённый в 2019 году, является ярким примером устойчивой архитектуры в России. Проект был разработан с акцентом на экологическую устойчивость и энергоэффективность, что соответствует современным мировым стандартам в области строительства.

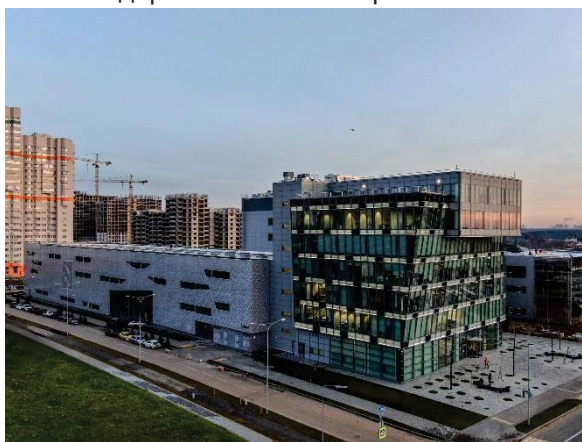


Рисунок 9 – Общий вид НТЦ в Сколково

Источник: <https://archi.ru/projects/russia/9190/nauchno-tekhnicheskii-centr-v-skolkovo>

Одним из ключевых принципов устойчивости в проекте НТЦ является использование энергоэффективных технологий и материалов. Здание оборудовано современными системами вентиляции и кондиционирования, которые минимизируют потребление энергии. Также применяются системы автоматического управления освещением, что позволяет значительно снизить расходы на электроэнергию. Фасады здания выполнены из стекла, что обеспечивает максимальное есте-

ственное освещение внутренних помещений и снижает потребность в искусственном освещении.

Архитектурно-градостроительные решения проекта направлены на интеграцию здания в окружающую среду. НТЦ расположен в инновационном центре Сколково, который сам по себе является примером устойчивого градостроительства. Здание гармонично вписывается в ландшафт, обеспечивая удобный доступ к инфраструктуре и транспортным узлам. В проекте предусмотрены зеленые зоны и пространства для отдыха, что способствует созданию комфортной рабочей среды и улучшению микроклимата.

С точки зрения сертификации, проект НТЦ в Сколково ориентирован на соответствие международным стандартам устойчивого строительства. Проект получил «золотую» степень сертификации по системе LEED, которая акцентирует внимание на энергоэффективности, использовании экологически чистых материалов и создании комфортной среды для пользователей [13].

Еще одним примером устойчивой архитектуры является Лахта-центр в Санкт-Петербурге (рисунок 10), спроектированный архитектурным бюро RMJM и завершённый в 2019 году, является одним из самых высоких зданий в Европе. Башня высотой 462 метра была разработана с учетом принципов энергоэффективности и экологической устойчивости, что делает ее одним из выдающихся примеров современного строительства.



Рисунок 10 – Общий вид Лахта-Центра

Источник: <https://archi.ru/projects/russia/7202/lakhta-centr>

Одним из ключевых аспектов устойчивости Лахта-центра является его аэродинамическая форма, которая минимизирует воздействие ветра и снижает потребление энергии на отопление и охлаждение. Фасад здания выполнен из двойного стекла с низким коэффициентом теплопередачи, что позво-

СОВРЕМЕННЫЕ ПРИНЦИПЫ И НОРМЫ В ОБЛАСТИ УСТОЙЧИВОЙ АРХИТЕКТУРЫ НА ПРИМЕРЕ ЕВРОПЕЙСКОГО ОПЫТА И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ В РОССИЙСКОЙ ПРАКТИКЕ

ляет поддерживать комфортный микроклимат внутри и значительно снижает теплопотери.

Лахта-центр также оснащен инновационными системами управления энергопотреблением, включая автоматизированные системы освещения и климат-контроля. Использование возобновляемых источников энергии, таких как солнечные панели и системы рекуперации тепла, способствует снижению углеродного следа здания.

Архитектурно-градостроительные решения Лахта-центра направлены на интеграцию здания в городской ландшафт Санкт-Петербурга. Комплекс включает в себя общественные пространства, парки и набережные, что делает его привлекательным не только для бизнеса, но и для жителей города. В проекте предусмотрены зоны для отдыха и культурных мероприятий, что способствует созданию комфортной городской среды.

С точки зрения сертификации, Лахта-центр ориентирован на соответствие международным стандартам устойчивого строительства. Здание получило сертификат LEED Gold, что подтверждает его соответствие высоким требованиям в области энергоэффективности и экологической безопасности [14].

Проект «СберСити» в Рублево-Архангельском (рисунок 11) служит еще одним примером устойчивого проектирования. В данной градостроительной единице планируется разместить большое количество фотоэлектрических панелей на крышах зданий и фасадах в качестве функционального и декоративного элемента, активно применяются системы вакуумного мусороудаления, сеть распределенных энергоцентров для выработки тепла и холода, внедрение в жилые и общественные пространства «умных» систем цифрового управления, создание комфортной и благоустроенной среды для жителей и сотрудников [15].



Рисунок 11 — СберСити. Визуализация. Вид с высоты птичьего полета

Исочник: <https://tehne.com/event/novosti/proekt-sbersiti-v-rublyovo-arhangelskom-vyshel-v-otkrytye-prodazhi>

Из реализованных проектов также заслуживает внимания проект концепции развития набережных системы озера Кабан в Казани (рисунок 12) за авторством консорциума MAParchitects и Turenscape. Проект реконструкции территории озер Кабан включает комплексный подход к развитию пространства. Разработана событийная программа с учетом сезонности и местных особенностей, предложены решения с использованием дополненной реальности. Переработана транспортная система внутри территории и в ее окружении. Создана единая экосистемная система для самовосстановления озер, включающая технологические системы очистки и меры по приобщению жителей к экологически устойчивому образу жизни. Дополнительно предложены идеи по реновации промышленных территорий, оздоровлению близлежащих природных зон и усилению социальной активности [16].



Рисунок 12 — Визуализация. Развитие и благоустройство системы набережных озера Кабан

Исочник: <https://archi.ru/projects/russia/10482/razvitie-i-blagoustroistvo-naberezhnykh-sistemy-ozera-kaban>

На данный момент в отечественной архитектурной практике существует большое количество примеров архитектуры жилых, общественных зданий и территорий, которые обладают одним или несколькими свойствами устойчивой архитектуры. Однако в ходе данного исследования примеров, включающих в себя такие параметры как использование переработанных материалов (циркулярная экономика), активное использование альтернативных источников энергии в архитектуре (за исключением частично реализованного Сбер-Сити) выявлено не было. Можно предположить, что это обусловлено отличием России от европейских стран в вопросе ресурсно-сырьевой базы. Большая степень доступности дерева, металлов, водных ресурсов и традиционных энергоносителей делает альтернативную энергетику и использование переработанных материалов скорее маркетинговым приемом девелоперских проектов и

стремлением соответствовать международной повестке, чем необходимостью. Несмотря на вышеперечисленное – стремление к циркулярной экономике и экономии энергоресурсов в отечественной архитектурно-строительной практике положительно влияет на здоровье и благополучие горожан.

Следует отметить - на сегодняшнем этапе развития существует ряд тех или иных объективных причин (зачастую экономических), по которым полностью экоориентированная, энергосберегающая архитектура не получила свое дальнейшее развитие по аналогии с зарубежным опытом.

Наиболее ярко данную проблему может описать выдержка из публикации сетевого издания «Московская перспектива» 2019 года:

“По словам Алексея Полякова из Совета по экологическому строительству, среди причин — нежелание нести дополнительные расходы на проектирование, технологии, сертификацию, эксплуатацию. «У наших застройщиков нет понимания стоимости жизненного цикла, - сетует Поляков. — О том, что дешевое строительство предполагает дорогую эксплуатацию, у нас никто не задумывается. Кроме того, в кризисы есть другие задачи, воспринимаемые как главные. На первый план выходят традиционные приоритеты — цена и расположение, но не здоровье, комфорт, стоимость эксплуатации» [17].

Проблема развития устойчивой архитектуры в России требует отдельного исследования и активно изучается научным сообществом.

Заключение

Анализ принципов устойчивого проектирования на примере европейских и отечественных объектов позволяет выявить ряд основных принципов устойчивой архитектуры:

- Стремление к максимально возможному применению строительных материалов, изготовленных из экологических, возобновляемых или повторно переработанных ресурсов, производство которых оставляет минимальный углеродный след в атмосфере (древесина, переработанный пластик и др.);

- Стремление использовать альтернативные источники энергии для обеспечения потребностей здания (солнечная энергия, ветровая) и использование новейших технологических и архитектурно-конструктивных решений и приемов для экономии энергетических и водных ресурсов (трансформируемый с помощью подвижных стенок и пола бассейн, оптимизация формы здания с по-

мощью математических расчетов с использованием современного программного обеспечения);

- Возможность функциональной трансформации здания и его адаптивность к меняющимся потребностям города (трансформируемая область трибун, применение легко демонтируемых конструкций в ограждающих и несущих конструкциях с возможностью их дальнейшей переработки);

- Учет местного контекста проектирования (обеспечение видимости происходящих процессов в здании и снаружи него для горожан, учет существующей градостроительной ситуации и сомасштабность здания в соответствии с его расположением).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Есаулов, Г.В. Устойчивая архитектура как проектная парадигма (к вопросу определения) / Г.В. Есаулов // Устойчивая архитектура: настоящее и будущее: тр. Международного симпозиума. 17–18 ноября 2011 г. Научные труды Московского архитектурного института (государственной академии) и группы КНАУФ СНГ. – М., 2012. – С. 76–79
2. Принципы формирования устойчивого развития в архитектуре : учебник / Т. Р. Забалуева, А. Е. Балакина, О. Л. Банцорова, А. В. Захаров ; под редакцией Т. Р. Забалуевой. — Москва : МИСИ — МГСУ, 2022. — 81 с. — ISBN 978-5-7264-3067-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/342521> (дата обращения: 26.03.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Европейская комиссия. Level(s) - Европейская платформа для устойчивого строительства [Электронный ресурс]. URL: https://greenforum.ec.europa.eu/levels_en (дата обращения: 26.03.2025).
4. BREEAM : официальный сайт. — URL: <https://breeam.com/> (дата обращения: 14.05.2025).
5. DGNB : Buildings : официальный сайт. — URL: <https://www.dgnb.de/en/certification/buildings> (дата обращения: 26.03.2025).
6. PLP Architecture. The Edge / PLP Architecture // ArchDaily. URL: <https://www.archdaily.com/785967/the-edge-plp-architecture> (дата обращения: 26.03.2025).
7. Study Pavilion TU Braunschweig / Gustav Düsing + Max Hacke // ArchDaily : [сайт]. — 2023. — URL: <https://www.archdaily.com/1001360/study-pavilion-tu-braunschweig-gustav-dusing-plus-max-hacke> (дата обращения: 26.03.2025).
8. Мериод, Л. Олимпийский фристайл: как Центр водных видов спорта в Париже работает для всего / Л. Мериод, С. Гросс // RIBA Journal : [сайт]. — 2024. — 8 июля. — URL: <https://www.ribaj.com/intelligence/making-buildings->

СОВРЕМЕННЫЕ ПРИНЦИПЫ И НОРМЫ В ОБЛАСТИ УСТОЙЧИВОЙ АРХИТЕКТУРЫ НА ПРИМЕРЕ ЕВРОПЕЙСКОГО ОПЫТА И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ В РОССИЙСКОЙ ПРАКТИКЕ

paris-olympic-aquatics-centre-costs-flexible-design
(дата обращения: 26.03.2025).

9. Платов С.А. Анализ современных технологий клееных деревянных конструкций (КДК) // Международный журнал прикладных наук и технологий «Integral». 2020. №3. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-sovremennyh-tehnologiy-kleenyh-derevyannyh-konstruktsiy-kdk> (дата обращения: 26.03.2025).

10. Центр водных видов спорта на Олимпийских играх в Париже 2024: пример экоориентированной инфраструктуры, рассчитанной на долгосрочное использование // Официальный сайт Олимпийских игр: [сайт]. – 2023. – 22 марта. – URL: <https://www.olympics.com/en/news/the-aquatics-centre-at-the-paris-2024-olympics-an-example-of-eco-designed-infrastructure-and-thought-to-ensure-a-lasting-legacy> (дата обращения: 26.03.2025).

11. CleverCert : официальный сайт. – URL: <https://clevercert.ru/> (дата обращения: 26.03.2025).

12. ГОСТ Р 70346-2022. Здания многоквартирные жилые «зеленые». «Зеленые» стандарты. Методика оценки и критерии проектирования, строительства и эксплуатации. – М. : Стандартинформ, 2022. – 87 с.

13. Научно-технический центр в Сколково // Архи.ру : [сайт]. – URL: <https://archi.ru/projects/russia/9190/nauchno->

tekhnicheskii-centr-v-skolkovo (дата обращения: 14.05.2025).

14. Лахта Центр // Архи.ру : [сайт]. – URL: <https://archi.ru/projects/russia/7202/lakhta-centr> (дата обращения: 26.03.2025).

15. СберСити: [сайт]. – URL: <https://sbercity.ru/> (дата обращения: 25.03.2025).

16. Развитие и благоустройство набережных системы озера Кабан // Архи.ру: [сайт]. – URL: <https://archi.ru/projects/russia/10482/razvitie-i-blagoustroistvo-naberezhnykh-sistemy-ozera-kaban> (дата обращения: 26.03.2025).

17. Дорого-зелено: почему в России не прижилось экоустойчивое строительство // Электронный ресурс. — 2019. Режим доступа: <https://mperspektiva.ru/topics/ekoustoychivoestroitelstvo-v-rossii-poka-udel-inostrantsev-i-entuziastov/> (Дата обращения 26.03.2025).

Козин Глеб Алексеевич — студент группы 8Арх-41, ФГБОУ ВО АлтГТУ им. И. И. Ползунова, e-mail: gleb-kozin@mail.ru

Халтурина Лариса Васильевна — к.т.н., заведующий кафедрой «Теория и история архитектуры» ФГБОУ ВО АлтГТУ им. И. И. Ползунова, e-mail: khalt.larisa@mail.ru

РОЛЬ МАЛЫХ НАРОДОВ В ВЕЛИКОЙ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ВОЙНЕ

С. А. Чепурнов, Д. В. Жилияков

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, г. Барнаул

Россия – многонациональная страна. В последние десятилетия внимание к правам малых народов возросло. Важные шаги в сторону защиты их прав и интересов помогают укрепить единство страны, учитывая интересы всех ее народов. Учитывая разнообразие народов, проживающих на территории России, важно признать и отдать должное вкладу всех, кто сражался на фронте или работал в тылу. Это способствует более полному пониманию истории войны. Относительно малых народов – их участие в Великой Отечественной Войне драматично из-за их малочисленности. Малые народы ковали победу не только на фронте, но и в тылу. Наиболее заметный вклад вносили народы, занимающиеся сельским хозяйством, легкой промышленностью. От сельского хозяйства зависело продовольствие армии. Благодаря степным малым народам, возделывавшим землю в удалении от фронта, потребность армии в продовольствии могла быть закрыта хотя бы частично. Предприятия легкой промышленности из крупных оккупированных городов были перенесены в Центральную Азию, при этом не прекращалась работа уже существовавших предприятий легкой промышленности, которыми славились Советские республики Центральной Азии. Актуальность исследования продиктована тем, что героизм фронтовиков, а в особенности, представителей малых коренных народов, их желание встать на защиту их родной земли, малой родины, всегда будет гордостью для последующих поколений. Основным методом исследования был метод анализа различной информации, существующей на сегодняшний день по участию малых народов в Великой Отечественной Войне. Полученные результаты говорят о том, что роль малых народов была крайне высока в Великой Отечественной Войне, поскольку их отвага, преданность своей стране, желание остановить противника в его захватнических целях, не имели границ, а их желание защитить Родину достойно уважения.

Ключевые слова: малые народы, Великая Отечественная Война, единство, многонациональность, память, героизм, СССР.

Цель работы – проследить участие малых народов в Великой Отечественной войне.

Объект и методы исследования

Объектом исследования данной статьи, являются малые народы СССР, принимавшие участие в боевых действиях Великой Отечественной войны. Основным методом, используемый в ходе написания работы - метод анализа, поскольку анализировалась информация из разных источников по малочисленным народам СССР, и их прямому участию в Великой Отечественной войне.

Формирование добровольческих полков и дивизий из числа малых народов в годы Великой Отечественной войны было важным аспектом мобилизации человеческих ресурсов Советского Союза для борьбы с фашизмом. В условиях войны, когда многие края страны столкнулись с угрозой оккупации, правительство принимало меры для вовлечения в армию различных этнических групп.

Наиболее известными и значимыми были 61-я кавалерийская дивизия (собранная из народов Центральной Азии) и 112-ая Башкирская кавалерийская дивизия.

Из Таджикистана на фронт ушло 300 000 человек, 100 000 из которых погибли в сражениях. 61-ая кавалерийская дивизия была собрана в 1942 году из жителей городов Душанбе, Куляба и Курган-Тюбе. На боевую подготовку дивизии руководством было выделено всего 12 дней, по истечении которых бойцы были направлены на фронт. Как показала история, даже такого времени подготовки было достаточно. Отсутствие боевой подготовки перекрывалось навыками бойцов, полученных вне ее: множество солдат имели боевой опыт, полученный в Гражданской Войне, и почти все были опытными наездниками. Силами бойцов из Таджикистана в короткие сроки были освобождены города Уманцево, Котельниково, разгромлены румынские войска, выступавшие на стороне

РОЛЬ МАЛЫХ НАРОДОВ В ВЕЛИКОЙ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ВОЙНЕ

Гитлера. Эта дивизия принимала участие в битве под Сталинградом, ее усилиями, равно как и усилиями других формирований со всего Советского Союза, была выкована победа. Руководство дивизии после победы, одержанной над румынскими формированиями, принимает решение занять оборону на реке Аксай. Утром 15 декабря до 150 танков, а также гренадеры 114-го мотопехотного полка на БТР "Гономаг" начали наступление на позиции дивизии, видимо, решив, что конница им не противник. Эта битва была знаменательна также и тем, что в ней впервые в истории принимал участие танк «Тигр». Несмотря на неравенство сторон, танковая дивизия была разгромлена в том числе силами кавалерии. Спустя 82 года сложно поверить, что конница смогла сдерживать танки, но тем не менее, это так. Кавалеристы не шли на танки с шашками – они являлись силами сдерживания, чьими главными качествами были внезапность и приверженность тактики поражения сердца врага. Позже боевые формирования из Таджикистана (20-я горнокавалерийская дивизия) участвовали в битве под Москвой. [3]

Потери среди коренных малочисленных народов были велики. Настолько велики, что даже статистика звучит чудовищно. Орочи потеряли половину всех своих фронтовиков. У хорских и бикинских удэгейцев погиб каждый третий. Амурское село Булава отправило на фронт 43 ульча. Из них навсегда остались в строю 16. Две трети призванных на фронт нанайцев погибли на полях сражений и умерли от ран в госпиталях. Многие участники войны ушли из жизни в первые послевоенные годы в результате ранений. [1]

Добровольческие полки и дивизии из числа малых народов стали важным компонентом совокупных усилий СССР в годы войны. Хотя они не всегда были хорошо организованы и обеспечены, их участие в войне стало значительным вкладом в общую победу над фашизмом. [1]

Представители малых этносов занимали различные должности на фронте, доступные и представителям крупных национальностей. Интересным в этом отношении являются примеры, когда представители малых народов занимали боевые роли не по общему правилу мобилизации, а по отдельному, считающемуся с традиционным укладом таких народов. Так, например, в Великой Отечественной войне на стороне СССР было около двухсот снайперов из числа малочисленных народов: это около одной десятой от числа всех снайперов, воевавших на стороне

СССР. Снайперами становились охотники-ремесленники, то есть люди уже имевшие отличный уровень навыков прицеливания и точной стрельбы. [3]

Традиционные особенности распространялись дальше назначения в полки. Известный снайпер Торим Бельды носил погоны из оленьей шкуры. Сами же отделения также часто формировались в соответствии с традициями малых народов – они формировались из представителей одного рода. Известен взвод, целиком состоящий из бойцов с фамилией Самар. [3]

До 1943 г. малочисленные народы Севера мобилизации не подлежали – сокращение их численности в ходе войны было неизбежно. Тем не менее, представители малых народов были участниками сражений с самого начала Великой Отечественной – в виде добровольцев. Многие представители коренных малочисленных народов Приамурья прошли с боями от Волги до Берлина, защищали Москву, Сталинград, Ленинград, участвовали в Курской битве, освобождали Украину, Белоруссию, Прибалтику и страны Восточной Европы. Так, в составе 78-й дальневосточной стрелковой дивизии (9-й гвардейской с ноября 1941 г.) воевали 46 добровольцев — коренных народов Приамурья, из них погибли под Москвой 33 человека.

В Сталинграде в составе 422-й дальневосточной дивизии (81 -й гвардейской с марта 1943 г.) было 82 представителя малочисленных народов Приамурья.

Малые народы ковали победу не только на фронте, но и в тылу. Наиболее заметный вклад вносили народы, занимающиеся сельским хозяйством, легкой промышленностью. От сельского хозяйства зависело продовольствие армии. Благодаря степным малым народам, возделывавшим землю в удалении от фронта, потребность армии в продовольствии могла быть закрыта хотя бы частично. Предприятия легкой промышленности из крупных оккупированных городов были перенесены в Центральную Азию, при этом не прекращалась работа уже существовавших предприятий легкой промышленности, которыми славились Советские республики Центральной Азии. Коневодство также было одной из стратегически важных отраслей сельского хозяйства: лошади на фронте помогали как артиллерии, так и партизанам. Главным поставщиком лошадей на фронт из национальных республик была Тыва, которая к началу Великой Отечественной, хоть и была просоветской территорией, но не входила в состав Советского Союза. В 1944 году это

изменилось. Причиной вхождения территорий Тывы в качестве автономной республики в состав государства в том числе является сближение этих двух государств во времена войны, их стратегическая неделимость. [2]

Всего в боях против гитлеровцев в рядах Красной армии приняли участие около 8 тыс. жителей республики Тыва. 67 бойцов и командиров были награждены орденами и медалями СССР. Около 20 из них стали кавалерами ордена Славы, два тувинца были удостоены звания Героя Советского Союза — младший лейтенант Хомушка Чургуй-оол и гвардии майор Кечил-оол Тулуш. [2]

Сегодня тяжело установить точное число погибших солдат среди малых народов. Поэтому для создания статистики лучше обратится не к спискам погибших, а к демографическим данным отдельных народов. Так у народов Чукотки в 1939-1942-х годах родилось 1492 человека, а умерло 2038 человек. Численность народов разительно сократилась из-за военных потерь, потерь, связанных с снижением рождаемости, эпидемий, бушевавших среди северных народов в 1947-1949 годах. [4]

Не менее серьезными последствиями являются последствия для этнокультурного развития народов: на фронт уходили молодые мужчины — студенты, преподаватели, партийные работники, руководители. Так, например, весь мужской преподавательский состав Ленинградского Института народов Севера, почти полностью состоявший из представителей малых народов севера был мобилизован, и лишь единицы вернулись живыми. Накануне Великой Отечественной в небе впервые появились летчики-чукчи: Д. Тымнетагин, Т. Елков, С. Шитиков, А. Кеутуги, Ф. Верещагин. Из этой пятерки выжил только Д. Тымнетагин. В ходе боевых действий также погибли почти все писатели-северяне: коряки Иван Баранников, Кецай Кеккетын, нанай Р.Самар, эвенки Никита Сахаров, Григорий Марков и многие другие: художники, ученые... [4]

Менее очевидной является проблема потери трудового ресурса среди северных народов из-за пьянства после войны. На фронте бойцам выдавали фронтовые 100 грамм, а как известно, кровь северных народов не может также эффективно растворять спирт, что привело к тому, что многие военные вернулись уже зависимыми от алкоголя, а в условиях послевоенной депрессии предрасположенность закрепилась в виде прямой зависимости. Количество преступлений, со-

вершаемых представителями северными народами, в послевоенное время выросло. Необычную оценку этой проблемы дает Н.С. Кухаренко «Большой грех, что эвенков взяли на войну. Бог дал им оленей, им бы и заниматься оленями. А они людей убивали. Вернулись с войны — стали друг друга уничтожать». [4]

Из всего выше сказанного можно сделать вывод о том, что роль малых народов в Великой Отечественной войне и в победе над нацизмом была значительна и важна. При этом же сами малые народы, их демографические показатели и уклад, сильнее пострадали в ходе войны.

Выводы

1. Проанализировано участие малых народов СССР в Великой Отечественной войне.

2. Определено, что роль малых народов в Великой Отечественной войне была значительна, а их вклад в общую победу над врагом, был очень высоким.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. В.В. Подмаскин. Коренные малые народы Дальнего Востока России в истории Второй Мировой и Великой Отечественной войны: момент исторической памяти. / URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/korennye-malochislennye-narody-dalnego-vostoka-rossii-v-istorii-vtoroy-mirovoy-i-velikoy-otechestvennoy-voyny-moment-istoricheskoy>
2. В.Бадмаев. Война: Тува 1941-1945 / URL: <https://regnum.ru/article/3583577>
3. КМНСОЮЗ-NEWS. Цена победы. Вклад коренных народов / URL: <https://news.kmnsoyuz.ru/news/27282>
4. В.А.Тураев. Великая Отечественная война и народы Дальнего Востока: демографические и этнокультурные последствия. / URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/velikaya-otechestvennaya-voyna-i-narody-dalnego-vostoka-demograficheskie-i-etnokulturnye-posledstviya/viewer>

Чепурнов Сергей Александрович — студент группы КИЛП-41 Института биотехнологии, пищевой и химической инженерии ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», e-mail: serezacepurnov@gmail.com

Жиляков Денис Валерьевич — к.и.н., доцент кафедры «История государства и права», ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», e-mail: dgil82@mail.ru

АВАНГАРДНАЯ ПОЭЗИЯ В НЕЙРОСЕТИ: ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ

Е. И. Катракова, О. В. Тискова

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, г. Барнаул

Статья посвящена изучению возможностей нейросети при создании нестандартного направления в литературе – авангардной поэзии. С опорой на стихотворения известных русских авангардных авторов (Д. Хармс, В. Хлебников, В. Маяковский) было осуществлено исследование возможностей искусственного интеллекта как в процессе анализа нестандартных текстов, так и при создании новых вариантов текстов; при этом существовала задача сохранить особенности данного направления: необычность словоформ и неклассический формат строк. В ходе работы нейросетями генерировались ответы, которые сравнивались с существующими произведениями. Результаты данного исследования свидетельствуют о высокой степени обученности нейронных сетей в анализе и написании нестандартных стихотворных текстов с имитацией стилистических и словообразовательных приемов. Однако полученные ответы содержат также смысловые и структурные неточности, что свидетельствует о невозможности полного замещения человеческого труда в сфере искусства, однако нейронные сети могут стать вспомогательным инструментом для создания произведений в рамках жанра авангардной поэзии.

Ключевые слова: нейросети, поэзия, авангард, стихотворения, анализ произведений, генерирование словообразований, стихотворные формы, метафоры, авангардные авторы, искусственный интеллект.

За последние несколько лет нейросети стали неотъемлемой частью современного мира, став инструментом для решения многообразных разноплановых задач как технологических, так и творческих. Данная технология обрабатывает большие объемы информации и предлагает конкретные решения по запросу, тем самым упрощая и оптимизируя работу человека. Они находят применение в самых разных сферах деятельности, начиная от медицины, заканчивая финансами и бизнесом. Немаловажной и достаточно спорной областью для применения таких алгоритмов в последнее время стало искусство. Возрастает пользовательский интерес к использованию возможностей нейросетей в разных областях, в том числе и в сфере творчества. Вследствие этого возникает научная необходимость анализа потенциала ИИ в процессе генерации текстов, выходящих за рамки традиционных форм. С одной стороны, нейросети могут создавать референсы, предлагать идеи для будущих работ, подсказывать и давать советы при возникновении трудностей у автора, то есть исполнять роль помощника для творца. Кроме того, искусственный интеллект может и самостоятельно создавать произведения на основе запросов и ранее созданных примеров: написать рассказ, нарисовать картину или создать музыкальную композицию. В связи с возрастанием

возможностей алгоритмов в большинстве случаев будет все сложнее отличить искусственно созданную работу от той, которую сделал человек. Но можно ли утверждать, что нейросеть обладает достаточно хорошим творческим уровнем обученности на ранее созданных ресурсах, чтобы генерировать произведения искусства всех стилей и направлений?

Рассмотрим одно из нестандартных направлений в искусстве – поэтический авангард (фр. *avant-garde* – «передовой отряд»), который подразумевает под собой неклассический подход к написанию стихов. Для данного направления характерно создание необычных словоформ, рифм и свободы синтаксиса, стремление к чему-то новому и экспериментальному. В произведениях часто можно встретить игру слов, нестандартные ассоциации и метафоры, которые подчеркивают необычность этого стиля. Авангардные авторы часто ищут новые открытия и способы самовыражения, при этом наполняя работы смыслом и атмосферой.

Цель исследования – определить, могут ли нейросети полноценно и эффективно создавать и анализировать авангардные стихотворения.

Объект и методы исследования.

Объектом исследования выступали авангардные поэтические тексты, оригиналь-

ные и созданные искусственно. В качестве основных методов использовались аналитический метод и метод лингвистического эксперимента.

Первое, что подлежало проверке в данном исследовании, это возможность нейросети пересказывать и анализировать авангардные стихи. Для этого было выбрано произведение Даниила Хармса «Человек устроен из трёх частей» [1]. Для выполнения было задано два разных по объёму и содержанию запроса: вопрос, содержащий только фамилию автора и название произведения, и предоставленный стих с теми же задачами. При первом варианте пересказ не был грамотно составлен, присутствовали фактологические ошибки и выдуманные фрагменты. Анализ произведения был выполнен чуть лучше – нейросеть разбила его на несколько тезисов, из которых состоит стихотворение: «Абсурд и ирония», «Разделение человека», «Философские размышления», «Социальный контекст». С достаточной степенью уверенности можно предположить, что алгоритмы считывали еще несколько произведений Хармса при подготовке ответа. При втором запросе пересказ был выполнен лучше, исключены фактические ошибки и описаны используемые приемы. При разборе были выделены такие части как «Абсурд и игра с языком», «Ритм и музыка», «Экзистенциальные мотивы», «Непредсказуемость и изменение контекста». Данный запрос исключил возможность использования сторонних текстов, что и позволило проверить способность нейросети пересказывать и анализировать произведения. Результаты эксперимента позволяют сделать вывод, что нейросеть способна пересказывать и анализировать поэтический авангард, выделять в стихотворных текстах основные смысловые части, однако присутствуют погрешности, особенно если в запросе отсутствует сам текст.

Также с помощью нейросети авторы пытались создать новые поэтические тексты и неологизмы (уточнив при этом их значения) на основе существующих в языке морфем. Эксперимент проводился на основе текстов стихотворений Велимира Хлебникова «Кузнечик» и «Бобэоби пелись губы» [2,3]. Здесь нейросеть успешно справилась с поставленной задачей.

Звуки

Певлою звенит морокоза
Где шорохли травы в росе.
И ночь, как чёрная роза,
Расцветает в серопаде.

В данном четверостишии присутствует рифма, необычные слова в стиле поэзии Велимира Хлебникова, а также сформулированы их значения. Например, морокоза — это «вечернее небо, сумеречное пространство, где звуки обретают особую магию», шорохлить – значит «издавать тихий, едва уловимый шёпот, похожий на шелест листьев», а серопадом будет называться «лёгкий туман, окутывающий природу, словно полупрозрачная завеса».

Следующее стихотворение также соответствует заданному условию и сохраняет рифму и манеру написания автора.

Светопись

На ветке светится зарица,
Как будто пламя из стекла.
И ветер шепчет лунавицу,
Касаясь тонкого ствола.
В траве играет солнелый,
Разбрызгивая день вокруг.
И лес, как старый хмельной целый,
Стоит, напоенный лучом.

Новыми словами здесь являются: зарица — «утренний свет, пробивающийся сквозь ветви деревьев, словно хрупкое сияние», лунавица — «лунный свет, который мягко освещает ночной пейзаж, придавая ему загадочность» и солнелый — «солнечный луч, играющий на поверхности воды или среди зелени, создавая блики и отражения».

Также исследователи задались вопросом, не являются ли эти слова старыми, диалектными или ранее использовавшимися в различных литературных источниках, то есть, уже существующими? Однако, воспользовавшись поиском по сети «Интернет», данные неологизмы не были найдены, и предположение о том, что нейросеть не придумала новое, а заимствовала старое, не подтвердилось.

Данные примеры показывают, что для современных технологий не возникает серьезной проблемы именно генерирования неологизмов и их применения.

Для воспроизведения еще одной особенности поэтического авангарда – необычности стихотворной формы – было выбрано стихотворение Владимира Маяковского «Из улицы в улицу», написанное в форме «лесенки» [4]. Первый результат данного эксперимента был признан неэффективным: нейросеть создает стихотворение, но только в одном из двух запросов была получена та самая «лесенка», где одно слово и есть строка.

АВАНГАРДНАЯ ПОЭЗИЯ В НЕЙРОСЕТИ: ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ

Из дома в дом,
где светит луна,
где тени шепчут
о вечном дне.
Сквозь улицы,
где мечты летят,
мы ищем смысл
в бескрайних мечтах.

Данное стихотворение является неудачным примером «лесенки», поскольку написано в классическом виде и не соответствует полученному запросу. Однако уже при следующей попытке алгоритм создал текст, уже более похожий на авангардный стиль. Здесь появляется «лесенка» – на одной строке только одно слово. Также стиль написания похож на стихотворения Маяковского (типичные для его творчества эпитеты «хриплый грохот трамваев» или стилистически схожие неологизмы «сороконожий ком»), что является важным дополнением к поставленной нейросети задаче.

Вздохнуть негде,
Закипел и взбесился город.
Дом на дом,
Вышка на вышке —
Сплелись в бессмысленный сороконо-
жий ком.
Торговля,
Зеваки,
Толпы людей,
Хриплый грохот трамваев.
В этом хаосе
Заблудилось небо,
Скрылись где-то вечера затишья.

Выполнение этой задачи наглядно показывает, что на данном этапе развития нейронные сети пока не способны создавать стихотворения в авангардном формате — в виде необычного расположения строк.

Выводы

Анализируя результаты исследования, можно сказать, что на сегодняшний день нейросети могут анализировать и пересказывать авангардные стихи, но снизить риск фактологических ошибок можно, только предоставляя само произведение. Создание новых работ частично осуществимо, но при этом искусственный интеллект можно использовать только как хорошего помощника при написании стихотворений. Также стоит учитывать, что данная тема имеет перспективу более глубокого и обширного анализа для дальнейшего изучения этой области.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Хармс Д.И. Человек устроен из трёх частей [Электронный ресурс]. / URL: <https://www.culture.ru/poems/25321/chelovek-ustroen-iz-tryokh-chastei> (дата обращения 06.03.2025).
2. Хлебников В. Кузнецик [Электронный ресурс]. / URL: <https://www.culture.ru/poems/18160/kuznechik> (дата обращения 06.03.2025).
3. Хлебников В. Бобэоби пелись губы [Электронный ресурс]. / URL: <https://www.culture.ru/poems/18168/bobeobi-pelis-guby> (дата обращения 06.03.2025).
4. Маяковский В.В. Из улицы в улицу [Электронный ресурс]. / URL: <https://www.culture.ru/poems/20108/iz-ulicy-v-ulicu> (дата обращения 06.03.2025).

Катракова Елена Игоревна – студент группы ИБ-31 Факультета информационных технологий ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», e-mail: kkatrakova@mail.ru

Тискова Ольга Владимировна – к.филол.н, доцент кафедры «Философия и социология» ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», e-mail: olgat7777@mail.ru, TiskovaOV@altgtu.ru

ТЕНДЕНЦИИ И ПРИЧИНЫ РАЗВИТИЯ ОЧЁСЫВАЮЩИХ ЖАТОК

А. С. Кожанов, И. Д. Тарасов, С. Ф. Сороченко

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, г. Барнаул

Представлены технические особенности и преимущества использования очёсывающих жаток в сравнении с традиционными технологиями. Выявлены проблемы потерь зерна при использовании классических жаток в неблагоприятных условиях. Выполнен анализ известных зарубежных конструкций очёсывающих жаток. Одним из направлений развития зерноуборочной техники является создание комплексной машины, совмещающей очёс зерновых культур на корню, обмолот и сепарацию в одном рабочем органе. Выявлены тенденции и основные направления развития очёсывающего барабана.

Ключевые слова: очёсывающая жатка, очёсывающий барабан, потери зерна, комбайн, молотильно-сепарирующее устройство, индустриальный способ уборки, зерно, стебли, ворох, однобарабанная жатка.

В регионах с повышенным числом осадков во время уборки урожая, к которым также относится Алтайский край, зачастую стоят проблемы сроков уборки и полеглости растений. Одним из решений указанных проблем является использование очёсывающих жаток, установленных на зерноуборочный комбайн вместо жаток прямого или раздельного комбайнирования. В отличие от традиционной жатки, принцип действия которой предусматривает скашивание (срезание) растений, очёсывающая жатка обмолачивает (очёсывает) только зерновую часть растений, не нарушая целостности стеблей. Именно эти две особенности, такие как обмолот растений на корню и отсутствие операции скашивания, предопределили преимущества очёсывающей жатки и позволили ей занять особое место в ряду зерноуборочных машин [1].

Общей проблемой для разных климатических зон являются повышенные потери в проросшем колосе из-за повышенных осадков осенью. Комбайн с классической жаткой (и соответствующей настройкой молотильно-сепарирующего устройства (далее – МСУ)) не может обмолачивать зерно с влажностью более 20 %, сохранив должное качество зерновки. Комбайн с очёсывающей жаткой на некоторых сортах и в определенных режимах способен работать с влажностью до 35 % благодаря тому, что 85 % зерна обмолачивается в жатке, а зерновой ворох содержит меньшее количество попоны и соломы, что позволяет настроить МСУ на бережный обмолот и избежать раздавливания влажного зерна [2].

Стебли растений очёсывающая жатка оставляет в поле, и в убранной хлебной мас-

се зерно составляет 80 %, что в два раза больше, чем при традиционной уборке. Эта особенность очёсывающей жатки позволяет увеличить рабочую скорость комбайна в два раза до 12 км/ч, что, в свою очередь, сокращает сроки уборки. При этом снижаются потери зерна осыпанием, вымоканием, поеданием вредителями; при поздних севах снижается риск «весенней» уборки; появляется возможность сократить комбайновый парк [1]. Согласно данным открытых источников, негласные, общепринятые среди производителей очёсывающих жаток потери зерна не должны превышать 1,5 %, а за классической жаткой, в соответствии с действующими стандартами – не более 0,5 %. Сотрудники компании Shelbourne отмечают: «В полеглых или засыпанных градом культурах потери меньше, чем у обычной жатки. В стоящих культурах потери такие же» [2].

К преимуществам очёсывающих жаток также относятся: экономия топлива до 42,9 % [3] и снижение вредных выбросов в атмосферу; увеличение ресурса зерноуборочного комбайна вследствие снижения нагрузки и энергозатрат на обмолот. Очёсывающую жатку можно агрегатировать с менее мощным и более дешевым комбайном.

Таким образом, **целью работы** является определение тенденций развития очёсывающих жаток.

Одна из основных тенденций развития зерноуборочной техники – это применение высокоскоростных, широкозахватных и легких (массой до 2500 кг) очёсывающих жаток с шириной захвата до 45 футов (13,7 м). Самой передовой и современной из них является очёсывающая жатка G-FAS, изготовленная с

ТЕНДЕНЦИИ И ПРИЧИНЫ РАЗВИТИЯ ОЧЁСЫВАЮЩИХ ЖАТОК

применением углепластика [4].

По типу рабочего органа очёсывающие жатки делятся на однобарабанные и двухбарабанные.

Несмотря на некоторые свои преимущества, двухбарабанные жатки типа «Славянка» вытесняются однобарабанными по причине значительного увеличения их массы при увеличении ширины захвата. Возможно, ситуация изменится при использовании дешёвых композитных и лёгких материалов. Однобарабанные жатки получили наибольшее распространение и являются наиболее приемлемыми для выбора базовой машины. Наибольшее распространение в нашей стране получили два типа очёсывающих жаток – «ОЗОН» и «Shelbourne».

Есть разновидность машин, о которых стоит упомянуть – с дополнительной очисткой, представителями которых являются прицепные «ЭРА У», «Росич» (рисунок 1) и комбайновая «СИБИРЬ», имеющая пневмосепарирующий канал.



Рисунок 1 – Общий вид зерноуборочного агрегата с очёсывающим комбайном «Росич» [6]

«Росич» являлся полноценными очёсывающим прицепным комбайном, т. к. имел МСУ, очёсывающий узел же вдохновлен жатками Shelbourne.

«ЭРА-У» производства Алтайсельмаш (рисунок 2) являлась энергоресурсосберегающим уборочным агрегатом, по задумке выполняет все технологические операции по уборке урожая и подготовке поля к зимнему периоду за один проход. Агрегату сильно не хватало электроосвещения для работы ночью.

Очёсывающий узел вдохновлен жатками «Славянка».



Рисунок 2 – 3D-модель энергоресурсосберегающего агрегата ЭРА-У [7]

Всё перечисленное – это шаги к индустриальному способу уборки, суть которого заключается в быстрой уборке в поле и дальнейшей качественной и бережной очистке на мехтоках и элеваторах, что очень актуально для семеноводческих хозяйств. Их развитие остановилось, но в будущем, на наш взгляд, об этом снова вспомнят, т. к. видно начало тенденций развития комбайнов без молотильного аппарата и применения стационарной (индустриальной) уборки урожая. Примером может служить машина G-FAS Tool Carrier [4], не имеющая молотильно-сепарирующего устройства (рисунок 3), к преимуществам которой относятся: уменьшение давления на почву; сокращение сроков уборки; меньшие затраты на топливо. Указанные преимущества в большинстве случаев компенсируют возможное повышение уровня потерь зерна, при этом машина получится дешевле классического комбайна (все аналогично МПУ-150 (рисунок 4) и СК-5 «Ветерок»).



Рисунок 3 – Уборочная машина G-FAS Tool Carrier [4]

Больше всего аграриев мучает вопрос борьбы с растительными остатками после очёса. Сложностей при посеве и обработке почвы высокая стерня после очёса не вызы-

вает, т. к. давно разработаны и используются орудия для обработки поля после пропашных культур. При этом доизмельчитель стебля, как на рядковых жатках, не нужен, ведь стебли малы и не причиняют вреда колесам. Для технологий минимальной обработки необходимо использовать дисковую сеялку, которая штатно справляется с посевом через мульчированные слои.



Рисунок 4 – Обмолот на корню с использованием МПУ-150 [5]

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Жатки очёсывающие // ЖАТКИ.РФ : [сайт] / ООО «НТА». – 2012-2021. – URL: <https://www.zhatki.ru/catalog/zhatki-ochesivayushie.html> (дата обращения: 05.04.2025).
2. X RANGE // Shelbourne Reynolds : [website] / Shelbourne Reynolds Engineering Ltd. – 2025. – URL: <https://www.shelbourne.com/harvest/stripper-header/x/> (date of request: 07.04.2025).
3. Жатка очёсывающая навесная «Эффекта-7М» (7,2м.) // АГРОЦЕНТР-ЮГ : [сайт] / ООО «Агроцентр-Юг». – 2009-2025. – URL: <https://clck.ru/3L7K69> (дата обращения: 09.04.2025).
4. MAQUINAC // MAQUINAC : [website] / NVS Desarrollos SRL. – URL: <https://maquinac.com/notas-en-lazadas/g-fas-premio-ternium> (date of request: 05.04.2025).
5. Машков, О. М. Обґрунтування параметрів бітера-відбивача обчисувального пристрою для обмолоту зернових культур на корені : спеціальність 05.05.11 "Машини і засоби механізації сільськогосподарського виробництва" : дисс. ... канд. техн. наук / Машков Олександр Михайлович. – Сімферополь, 2002. – 159 с.
6. КДП-3000 Полесье: комбайн кормоуборочный прицепной // Транс-Спец : [сайт] / Транс-Спец. – 2025. – URL: <https://manipulator-kmu.ru/selhozraboty/pn-100-prostor.html> (дата обращения: 23.04.2025).
7. Агрегат энергоресурсосберегающий уборочный Алтайсельмаш ЭРА-У // АГРОБАЗА : [сайт] / ИП Труннев Евгений Владимирович. – 2006-2025. – URL: https://www.agrobase.ru/catalog/machinery/machinery_633048107475312500?ysclid=m9slenh0vb353987697 (дата обращения: 23.04.2025).

Кожанов Андрей Сергеевич – студент группы ТТС-02 Факультета энергомашиностроения и автомобильного транспорта ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», e-mail: a.andre.kozh@mail.ru;

Тарасов Игорь Дмитриевич – студент группы ТТС-41 Факультета энергомашиностроения и автомобильного транспорта ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», e-mail: tarasov-id@mail.ru;

Сороченко Сергей Федорович – д.т.н., доцент, профессор кафедры «Автомобили и автомобильное хозяйство» ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», e-mail: sorochenkosf@list.ru.

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОБЛЕПИХОВОГО ШРОТА И ПСИЛЛИУМА ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ЗАТЯЖНОГО ПЕЧЕНЬЯ

А. Д. Матвеева, С. И. Конева

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, г. Барнаул

Целью работы являлось изучение возможности использования облепихового шрота и псиллиума при производстве затяжного печенья. Установлено, что добавление облепихового шрота и псиллиума приводит к повышению водопоглотительной способности смесей, улучшает пластичные свойства теста, что облегчает прокатку и формование тестовых заготовок, улучшает органолептическую оценку готовых изделий

Ключевые слова: облепиховый шрот, псиллиум, затяжное печенье, водопоглотительная способность, кислотность, щелочность, намокаемость, органолептическая оценка.

Печенье является одним из популярных кондитерских изделий в рационе человека, имеющим богатую историю и разнообразные вариации. Этот продукт обладает не только высокими вкусовыми качествами, но и определенной пищевой ценностью, включающей белки, жиры, углеводы и необходимые организму минеральные вещества.

Затяжное печенье представляет собой разновидность продукта с пониженным содержанием сахара и жиров, что делает его более привлекательным для потребителей, следящих за своим здоровьем. Оно хорошо сочетается с различными напитками, способствуя полноценному перекусу в течение дня.

В современном питании особую актуальность приобретает проблема недостаточного потребления важнейших микронутриентов: пищевых волокон, витаминов и биологически активных веществ. В связи с этим возрастает необходимость создания функциональных продуктов питания, в том числе и мучных кондитерских изделий.

Затяжное печенье представляет собой перспективную основу для обогащения функциональными ингредиентами, благодаря его широкому распространению и регулярному потреблению различными группами населения.

В представленной работе в качестве добавок были использованы облепиховый шрот и псиллиум, которые значительно обогащают продукт полезными веществами.

Облепиховый шрот является ценным растительным сырьем, которое производится в результате бережного механического отжима плодов облепихи. Важно отметить, что при производстве используется исключительно метод холодного отжима, что позволяет сохранить все полезные свойства исходного сырья и получить продукт высокого

качества. Визуально продукт отличается неоднородной структурой желто-серого оттенка с присутствием темных включений, представляющих собой измельченные семена облепихи. Консистенция продукта характеризуется рассыпчатостью, что обеспечивает удобство его применения. Аромат обладает характерными нотами свежих ягод, что придает продукту узнаваемый природный запах. Облепиховый шрот – ценный источник пищевых волокон, белка и минеральных веществ, содержащий витамины группы В, С, Р и РР, а также богатый аминокислотный состав. Особую ценность представляют сорбционные свойства данного продукта, благодаря которым он эффективно способствует очищению организма от токсичных соединений, включая соли тяжелых металлов. Помимо этого, обладает антиоксидантными свойствами, укрепляет иммунитет, поддерживает энергетический баланс, ускоряет регенерацию тканей, сохраняет все полезные свойства облепихи, обеспечивает комплексное воздействие на организм [1].

Псиллиум — это натуральное растительное волокно, получаемое из шелухи семян растения *Plantago ovata*, известного также как подорожник яйцевидный. Характеризуется легким оттенком от белоснежного до нежно-желтоватого. Одной из отличительных особенностей является отсутствие аромата, что делает его универсальным ингредиентом. Уникальное свойство псиллиума – способность поглощать значительное количество воды: 1 грамм порошка может впитать до 45 миллилитров жидкости, превращаясь в гелеобразную массу. Это свойство активно используется в кулинарных целях и для поддержания здоровья пищеварительной системы. Псиллиум не содержит глютен и углеводы, что делает его подходящим для людей с

различными диетическими ограничениями. Он богат растворимыми и нерастворимыми пищевыми волокнами (до 85%), обладает пребиотическими свойствами и способствует нормализации работы кишечника благодаря обволакивающим свойствам, а также помогает контролировать уровень сахара в крови и создает ощущение сытости, что ценно при контроле веса [2].

Многими учеными проводились исследования по использованию облепихового шрота в кондитерских изделиях и были получены отличные результаты. Так, Никулиной Е.О. при разработке технологических процессов мучных изделий с добавлением облепихового шрота установлено, что его включение в тесто улучшает его характеристики: снижается эластичность клейковины, повышается упругость массы, улучшается качество готовых изделий. Шрот замедляет процессы черствения, снижает окисление жиров, оптимизирует соотношение белков, жиров и углеводов, обогащает изделия пищевыми волокнами в 2,5-6 раз, увеличивает содержание кальция в 1,3 раза, магния - в 1,9 раза, уменьшает энергетическую ценность на 3-6% [3].

Цель работы – изучение влияния облепихового шрота и псиллиума на органолептические и физико-химические показатели качества мучных смесей и затыжного печенья. Объектом исследования служили смеси с добавлением облепихового шрота и псиллиума, а также печенье из приготовленных смесей.

В ходе изучения влияния облепихового шрота и псиллиума на качество затыжного печенья было изготовлено 6 образцов. Содержание облепихового шрота и псиллиума в образцах смесей в процентах взамен муки пшеничной хлебопекарной первого сорта составляло: образец №2 - 2:2:96; образец № 3 - 4:4:92; образец № 4 - 6:6:88; образец № 5 - 4:6:90; образец № 6 - 6:4:90. Контроль – мука пшеничная хлебопекарная первого сорта.

Анализ смесей, состоящих из различного соотношения муки пшеничной хлебопекарной первого сорта, облепихового шрота и псиллиума, показал, что разное соотношение компонентов влияло на физико-химические показатели.

Результаты исследования физико-химических показателей смесей представлены на рисунке 1.

Установлено, что добавление облепихового шрота и псиллиума повышало значение водопоглощательной способности по сравнению с мукой пшеничной хлебопекарной первого сорта, что обусловлено наличием в

псиллиуме и облепиховом шроте пищевых волокон, которые удерживают значительное количество воды.

Отмечено значительное возрастание титруемой кислотности, особенно при внесении 6 % облепихового шрота.

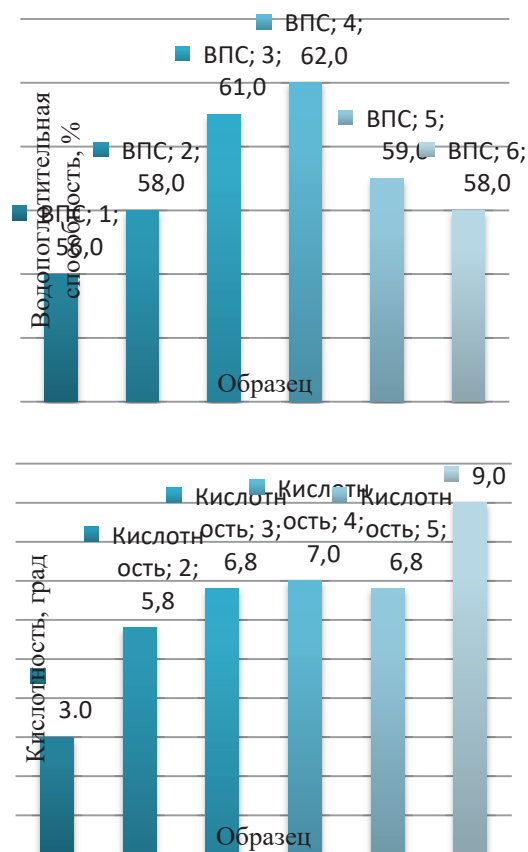


Рисунок 1 – Физико-химические показатели мучных смесей

Органолептическая оценка выпеченных изделий показала, что все образцы печенья имели правильную форму без искажений, слегка шероховатую поверхность с видимыми мелкими вкраплениями облепихового шрота, без трещин и вздутий.

С увеличением дозировки облепихового шрота изделия изменяли окраску на темно-оранжевую. В изломе образцы печенья имели равномерную пористость и слоистость. Добавление псиллиума не изменяло вкус изделий, а добавление облепихового шрота придавало затыжному печенью ярко-выраженный, приятный вкус облепихи.

Физико-химические показатели образцов представлены на рисунке 2.

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОБЛЕПИХОВОГО ШРОТА И ПСИЛЛИУМА ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ЗАТЯЖНОГО ПЕЧЕНЬЯ

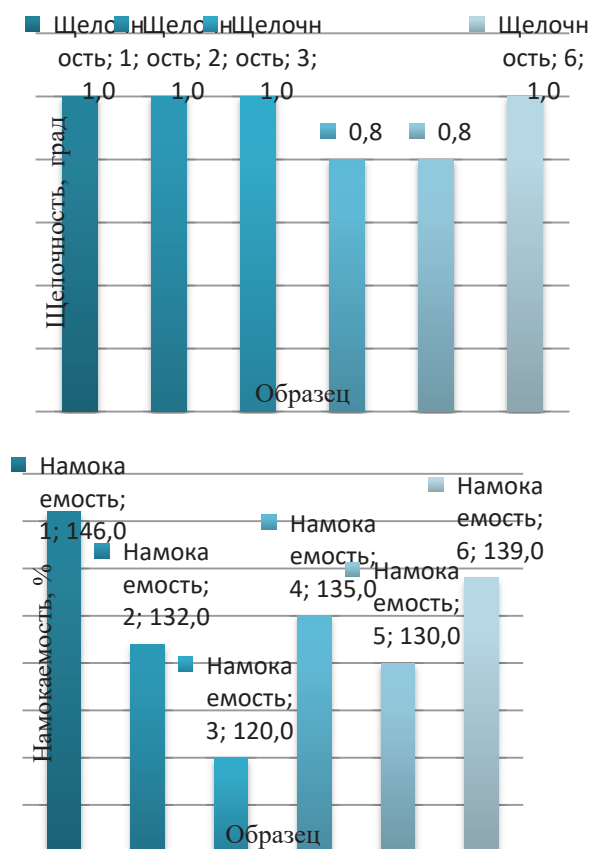


Рисунок 2 - Физико-химические исследования образцов

Образцы выпеченных изделий соответствовали требованиям ГОСТ 24901-2014, за исключением образца № 3, имевшего самую низкую намокаемость.

Добавление облепихового шрота и псиллиума приводило к снижению намокаемости образцов по сравнению с контрольным, что очевидно связано с образованием более плотного теста в присутствии добавок, хорошо удерживающих воду. Щелочность печенья практически не изменялась. Влажность образцов с добавлением облепихового шрота и псиллиума возрастала по сравнению с контролем на 0,5 – 1,0 %.

Таким образом, в результате проведенных исследований установлено, что добавление облепихового шрота и псиллиума приводило к повышению водопоглотительной спо-

собности смесей, придавало тесту пластичные свойства, что облегчало прокатку и формование тестовых заготовок. Образцы выпеченных изделий отличались хорошими органолептическими и физико-химическими показателями, что подтверждает перспективы использования облепихового шрота и псиллиума при производстве затяжного печенья с целью обогащения его функциональными ингредиентами и расширения ассортиментной линейки изделий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Псиллиум: польза и вред // INAC.PRO: сайт. – URL: <https://inac.pro/articles/nutricziologiya/polza-i-vred-psilliuma/> (дата обращения: 06.04.2025)
2. Е.О. Никулина. Облепиховый шрот как функциональный ингредиент для создания продуктов функционального назначения / Е.О. Никулина, Г.В. Иванова, О.Я.Кольман // Вестник КрасГАУ - 2015. №10. - С. 98-105. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/oblepihovyy-shrot-kak-funktsionalnyy-ingredient-dlya-sozdaniya-produktov-funktsionalnogo-naznacheniya>.
3. Никулина Е.О. Разработка технологических процессов производства мучных кондитерских, хлебобулочных и кулинарных изделий с добавлением облепихового шрота / Е.О. Никулина. - Текст: электронный // disserCat: сайт. – URL: <https://www.dissercat.com/content/razrabotka-tekhnologicheskikh-protsessov-proizvodstva-muchnykh-konditerskikh-khlebobulochnykh-i-kulin> (дата обращения: 06.04.2025)

Матвеева Ангелина Дмитриевна – студент группы ПРС-11 Института биотехнологии, пищевой и химической инженерии ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова», e-mail: angelinamatveeva2407@gmail.com

Конева Светлана Ивановна – к.т.н., доцент кафедры «Технология хранения и переработки зерна» ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова», e-mail: skoneva22@mail.ru

ПРИМЕНЕНИЕ ЯГОД ЧЕРНОЙ СМОРОДИНЫ В ТЕХНОЛОГИИ МЯГКОГО СЫРА

М. С. Урбах, Ю. Г. Стурова

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, г. Барнаул

Питание оказывает определяющее влияние на поддержание здорового состояния, производительности труда и энергичности населения. Сбалансированное питание, включающее в себя необходимые витамины, минералы и микроэлементы, способствует укреплению иммунитета, профилактике различных заболеваний и повышению общего уровня благополучия. Передовые технологические решения открывают новые горизонты в совершенствовании пищевой промышленности. Это способствует созданию продуктов питания с повышенной питательной ценностью, благоприятно влияющих на здоровье человека.

В данной работе представлены потенциальные возможности разработки мягкого сыра с добавлением ягод черной смородины. Чёрная смородина является ценным источником витаминов и минеральных веществ. Основная задача представленного исследования заключается в анализе потенциала использования ягод черной смородины в технологическом процессе производства мягкого сыра. В процессе работы применялись стандартные органолептические и физико-химические методы анализа.

В результате выполненных исследований был представлен сравнительный анализ качественных показателей мягких сыров с различными способами предварительной обработки ягод перед их добавлением в сырную массу. Анализ полученных сведений позволил установить наиболее эффективную методику обработки ягод черной смородины, а именно лиофильную сушку с дальнейшим измельчением.

Ключевые слова: мягкий сыр с ягодами, ягоды черной смородины, сыр с функциональным ингредиентом, мягкий сыр, способ подготовки ягод, лиофилизированная сушка.

В современной пищевой промышленности активно ведутся разработки в области применения функциональных ингредиентов при создании молочной продукции, ориентированной на удовлетворение потребностей различных групп потребителей [1].

Мягкий сыр заслуженно считается ценным и питательным продуктом, легко усваиваемым человеческим организмом. Включение сыра в ежедневное меню признается необходимым. Он содержит в себе множество важных для человека компонентов, таких как белки, жиры, углеводы и их соединения, а также витамины, микроэлементы, минеральные соли и другие биологически активные вещества [2].

В качестве многообещающих добавок для пищевой промышленности выделяются ягоды. Практически все виды ягод пригодны для применения в сырах и молочной продукции с целью улучшения

вкуса, придания привлекательного цвета и аромата, а также повышения концентрации витаминов и минералов. Эти натуральные дары природы отличаются богатой палитрой вкусовых качеств и оттенков, позволяя преобразить обычные продукты в изысканные деликатесы. Ягоды, такие как клюква и чер-

ная смородина, не только добавляют красок, но и насыщают продукты полезными для организма элементами [3].

Цель данного исследования - изучить возможность применения ягод черной смородины в производстве мягкого сыра.

Задачи исследования:

1. Проанализировать специфику использования ягодного сырья в процессе изготовления мягких сыров.

2. Оценить влияние ягод черной смородины на качественные показатели мягкого сыра.

Исследование проводилось, соблюдая установленные стандартные методики органолептического и физико-химического анализа. Применялись следующие методы:

1. Количественное определение содержания белка в мягком сыре проводилось по методу Кьельдаля в соответствии с требованиями ГОСТ 34454-2018 «Продукция молочная. Определение массовой доли белка методом Кьельдаля».

2. Определение показателя активной кислотности в молочной продукции проводилось согласно ГОСТ 32892-2014 «Молоко и молочная продукция. Метод измерения активной кислотности».

ПРИМЕНЕНИЕ ЯГОД ЧЕРНОЙ СМОРОДИНЫ В ТЕХНОЛОГИИ МЯГКОГО СЫРА

3. Органолептический анализ произведенных образцов был выполнен в соответствии ГОСТ Р ИСО 22935-2-2011 «Молоко и молочные продукты. Органолептический анализ. Часть 2. Рекомендуемые методы органолептической оценки»

4. Для установления массовой доли влаги в мягком сыре применяли экспресс-метод с использованием прибора Чижовой, процедура которого регламентирована в ГОСТ 3626-73 «Молоко и молочные продукты. Методы определения влаги и сухого вещества».

5. Определения процентного содержания жира в мягких сырах проводили по методу Сокслета. Детальное описание методики содержится в ГОСТ 5867-90 «Молоко и молочные продукты. Методы определения жира».

Для изучения в качестве ягодного сырья были использованы ягоды черной смородины.

В черной смородине содержится большое количество сахаров, органических кислот и ценных минеральных веществ, включая железо, фосфор, калий и марганец. Эта ягода является одним из главных источников аскорбиновой кислоты (витамина С). В народной медицине черную смородину испокон веков использовали как помощницу в борьбе с самыми разными недугами. Кроме того, черная смородина представляет собой кладезь полезных функционально-технологических качеств. Сохранение витамина С – одно из них. Минимальное количество окислительных

ферментов в этой ягоде способствует длительному сохранению витамина С. Именно благодаря этому свойству ягоды и продукты их переработки находят широкое применение как источник витамина С на протяжении всего года [4].

В рамках исследования были произведены варки мягкого сыра с ягодами черной смородины. Сыр был получен из цельного молока по технологии сыра «Останкинский». Использовали молоко с массовой долей жира 4,0 %, и с массовой долей белка 4,2 %, кислотностью 20 °Т. Для приготовления сыра использовали сычужный фермент, мезофильную закваску МА, включающую в себя микроорганизмы *Lactococcus lactis* subsp. *lactis*; *Lactococcus lactis* subsp. *Cremoris*; *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* biovar *diacetylactis*.

Введение ягодных добавок в сырную основу – задача, требующая тщательного подхода и оценки. Данная работа посвящена изучению двух способов добавления плодов черной смородины: в виде предварительно измельченного ягодного пюре и в форме порошка, полученного методом сублимационной сушки. Ягодное сырье добавляли в процессе формирования сырного зерна.

Произведенный сыр созревал в течение четырех суток. По завершении данного этапа была проведена оценка его качественных показателей. Итоговые данные, полученные в ходе анализа, систематизированы и отражены в таблицах, обозначенных номерами 1 и 2

Таблица 1 – Физико- химические показатели мягкого сыра

Показатель	Характеристика		
	Контроль	Мягкий сыр с пюре из ягод черной смородины	Мягкий сыр с измельченными лиофилизированными ягодами черной смородины
Выход продукта, %	15,7	17,9	17,4
Массовая доля влаги, %	52,8±0,30	54,9±0,80	55,6±0,70
Массовая доля белка, %	19,3±0,20	18,7±0,30	25,2±0,50
Массовая доля жира в пересчете на сухое вещество, %	36,3±0,40	34,1±0,40	35,7±0,40
Массовая доля клетчатки, %	0,2±0,05	1,4±0,02	0,9±0,02
Активная кислотность, ед.рН	5,2±0,05	4,9±0,05	4,6±0,05

Можем отметить, что внесение ягодного компонента влияет на увеличение выхода готового продукта. Введение черной смородины в состав мягкого сыра приводит к повышению влажности и увеличению содержания пищевых волокон в готовом продукте. Повышенное содержание влаги в мягком сыре

обеспечивает более мягкую и кремовую текстуру. Уровень влажности в каждом образце соответствует нормативным требованиям, установленным стандартом. Незначительное содержание жира в мягком сыре делает его пригодным для включения в рацион диетического питания. Следует отметить, что кислот-

ность в созревшем сыре стабилизировалась на оптимальном уровне, что подчеркивает сбалансированность вкусовых характеристик.

Важно также учитывать, что применение различных способов обработки ягод оказыва-

ет непосредственное влияние на их функциональные характеристики в конечном продукте.

Таблица 2 – Органолептическая характеристика мягкого сыра

Показатель	Характеристика		
	Контроль	Мягкий сыр с пюре из ягод черной смородины	Мягкий сыр с измельченными лиофилизированными ягодами черной смородины
Внешний вид	Поверхность ровная, увлажненная, без ослизнения	Видно неравномерное распределение частиц ягодного компонента	Видны включения ягодного компонента
Вкус и запах	Кисломолочный, немного пресный, без посторонних привкусов и запахов	Хорошо чувствуется вкус смородины, вкус с кислинкой, запах приятный с ягодные нотки чувствуются слабо	Приятный, с кислинкой, чувствуется смородина, запах слабый сладковатый, без посторонних запахов
Консистенция	Нежная, упругая, однородная по всей массе	Неоднородная, встречаются включения ягод разного размера	Нежная, однородная включения ягод смородины распределены равномерно
Рисунок	Единичные угловатые глазки	Рисунок отсутствует	Единичные угловатые глазки
Цвет	Белый, однородный по всей массе	Неравномерное окрашивание с фиолетовым оттенком	Равномерное окрашивание с фиолетовым оттенком

Существенное влияние на впечатление от конечного продукта оказывает качество ягодной составляющей. Неоднородность цвета и распределения пюре из черной смородины в образце может неблагоприятно повлиять на органолептические характеристики, уменьшая степень удовлетворенности потребителей. Следует указать, что образцы с ягодным компонентом отличаются приятной кислинкой, гармонирующей со вкусом черной смородины.

Была проведена органолептическая оценка каждого образца мягкого сыра. Результаты проведенной органолептической оценки были обобщены и представлены в виде профилограммы на рисунке 1.

Следует указать, что образцы с ягодным компонентом отличаются приятной кислинкой, гармонирующей со вкусом черной смородины.

Из анализа данных, представленных на рисунке, следует, что контрольный образец сыра набрал наивысшую оценку – 43 балла. На втором месте по органолептическим характеристикам оказался образец сыра с высушенными ягодами черной смородины, средняя оценка составила 41 балл. Образец под номером 2 получили наименьшую оценку – 34 балла, также данный образец получил наименьшую оценку за цвет из-за неравномерного окрашивания и темных, местами грязных оттенков, которые придали ягоды

ПРИМЕНЕНИЕ ЯГОД ЧЕРНОЙ СМОРОДИНЫ В ТЕХНОЛОГИИ МЯГКОГО СЫРА



Рисунок 1 – Профилограмма органолептических показателей
качества мягкого сыра

Изучение различных методов подготовки ягод выявило, что лиофилизация ягод черной смородины с последующим превращением в порошок является наиболее эффективным способом их подготовки для добавления в сырную массу. Данный метод позволяет сохранить наибольшее количество питательных веществ и витаминов, что делает лиофилизированные ягоды особенно подходящими для изучения их функциональных характеристик. Для стабилизации кислотности сыра и получения продукта высокого качества с минимальными потерями ценных веществ ягоды черной смородины рекомендуется вводить на этапе перемешивания сырного зерна.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Зобкова З. С. Цельномолочные продукты, обогащённые функциональными ингредиентами и пищевыми добавками // Молочная промышленность. 2007. № 10. С. 75–76.
2. Остроумов, Л.А., Смирнова И.А., Захарова Л.М. Особенности и перспективы производства

мягких сыров //Техника и технология пищевых производств. 2015. Т. 39. N 4. С.80-86.

3. Щетинит М.П., Киктенко Т.Г. Разработка термокислотного сырного продукта с использованием в качестве коагулянта клюквенного и брусничного пюре // Ползуновский вестник. 2013. № 4. С. 201-205

4. Мясищева. Н.В. Ягоды черной смородины новых сортов - источник функциональных ингредиентов в технологии жележных продуктов // Пищевая промышленность. 2015. № 3. С. 20-22.

Урбах Маргарита Сергеевна – магистрант кафедры ТПП ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», e-mail: urbach.mar@yandex.ru;

Стурова Юлия Геннадьевна – к.т.н., доцент кафедры ТПП, ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», e-mail: y_sturova@mail.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИГОТОВЛЕНИЯ ВИНМАТЕРИАЛА ДЛЯ ИГРИСТОГО НАПИТКА ИЗ ОБЛЕПИХИ

Н. О. Зайцев, Н. К. Шелковская

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, г. Барнаул

В данной статье исследование посвящено перспективам использования ягод облепихи для приготовления плодового алкогольного игристого напитка. Описаны полезные свойства ягод этой культуры и положительные воздействия на организм человека. Объектами исследования служили натуральные соки и свежеприготовленные виноматериалы из ягод облепихи сорта Алтайская селекции НИИ садоводства Сибири им. М.А. Лисавенко. Первичное брожение проведено на активных сухих дрожжах расы «Franse superstart» при оптимальной температуре и удалением всплывшего масла с поверхности сусла. Для повышения спиртуозности сусла добавлено необходимое количество сахара по расчету. Показаны результаты физико-химических показателей сока и виноматериала в соответствии с требованиями государственных стандартов. Установлено, что в исследованном облепиховом соке невысокое содержание растворимых сухих веществ и, соответственно, небольшое накопление сахара. Показатель титруемой кислотности выше нормы, что потребует корректировки при изготовлении готового винного продукта. Экспериментально доказано, что к окончанию брожения сахар практически «насухо» выброжен. Уменьшился показатель РСВ. Наброд спирта с введением сахарозы составил 11,2 % об., т.е. необходимое содержание для получения игристого напитка требуемой крепости. Накопление летучих кислот значительно меньше ПДК. За счет окислительных процессов несущественно снизилось содержание полифенолов. Показано, что в свежеприготовленном виноматериале сохранился гармоничный сортовой аромат и вкус ягод облепихи. Опытный образец помещен на длительную выдержку в требуемые условия. После хранения облепиховый виноматериал будет стабилизирован оклейкой бентонитом и желатином против белковых, коллоидных и других помутнений и далее использован для приготовления алкогольного плодового игристого напитка

Ключевые слова: облепиха, сок, активные сухие дрожжи, брожение, виноматериал, физико-химические показатели, напиток, биологически активные вещества.

Облепиха в промышленных и садоводческих хозяйствах Алтайского края занимает одно из ведущих мест, ежегодно дает стабильно высокие урожаи. Это удивительное растение, которое привлекает внимание не только своими яркими оранжевыми ягодами, но и многочисленными полезными свойствами. Ягоды облепихи накапливают в значительных количествах биологически активные вещества, обладающих антиокислительными, антиканцерогенными, противоопухолевыми свойствами и капилляроукрепляющим эффектом. Также плоды этого растения поддерживают сердечно-сосудистую систему, улучшают состояние кожи, поддерживают пищеварительную систему, зрение. Облепиха, помимо органических кислот, богата урсоловой, олеиновой кислотами, а также стери-

нами, пектином, жирными кислотами (омега-3, омега-6, омега-7, омега-9), витаминами (С, Е, А, В₁, В₂, В₆, В₉), минералами (калий, магний, кальций, железо), фосфолипидами, бетаином и серотонином, обладающими широким спектром положительного воздействия на организм человека [1, 2]. Плоды облепихи используют не только в свежем виде, но и при изготовлении консервированной продукции, в кулинарии, медицине, а также в производстве винных напитков. При промышленном изготовлении облепихового алкогольного напитка возможно получение сопутствующих вторичных продуктов: облепиховое масло, шрот и другие.

Цель: исследование физико-химических показателей сока, сусла в процессе брожения и свежеприготовленного виноматериала для

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИГОТОВЛЕНИЯ ВИНМАТЕРИАЛА ДЛЯ ИГРИСТОГО НАПИТКА ИЗ ОБЛЕПИХИ

использования после выдержки в приготовлении винного облепихового напитка по типу игристого.

Объекты исследования: сок и виноматериал из ягод облепихи.

Методика исследования. Экспериментальные исследования проводили в лабораториях кафедры ТБПиВ АлтГТУ им. И.И. Ползунова. Аналитические исследования выполнены по соответствующим методикам [5-8].

Экспериментальная часть

Ягоды облепихи дробили, мезгу помещали в емкости из нержавеющей стали для брожения на активных сухих дрожжах (АСД) расы «Franse superstart» при температуре 25 °С [3], сахар вносили по расчету, учитывая исходное содержание в сырье. В процессе ферментации сусла снимали всплывшее на поверхность масло, мезгу в течение 4-5 суток тщательно перемешивали, наблюдали за снижением РСВ и состоянием дрожжевой

микрофлоры [4,5]. На 5-е сутки сусло декантировали в стеклянную емкость, мезгу прессовали. Далее объединяли первую и прессовую фракции сусла, брожение продолжали по белому способу. По завершении брожения (при остаточном сахаре 0,4 г/100 г) виноматериал снимали с осадка закрытой переливкой в стеклянный баллон емкостью 3 л доверху, герметично укупоривали и ставили на длительную выдержку в холодильник при температуре до 10 °С.

После хранения виноматериал из облепихи будет стабилизирован оклейкой бентонитом и желатином. Далее из него изготовим напиток алкогольный плодовой (облепиховый) по типу игристого [9].

Результаты исследований

Исследован состав натурального сока из ягод облепихи сорта Алтайская по основным физико-химическим показателям (таблица 1).

Таблица 1 – Физико-химические показатели сока ягод облепихи сорта Алтайская

Удельный вес, г/100 см ³	Титруемая кислотность, г/дм ³	РСВ, %	Сахара, г/100 г	СКИ, ед.	рН, ед.	Сумма полифенолов, мг/дм ³
1,037	13,2	9,7	7,2	5,45	3,18	1644

Примечание: РСВ – растворимые сухие вещества; СКИ – сахарокислотный индекс; рН – активная кислотность; ед. – единица

В исследуемом облепиховом соке невысокий показатель РСВ – 9,7 % и, соответственно, небольшое содержание сахара 7,2 г/100 г. Сахарокислотный индекс 5,45 ед., что значительно ниже нормы (не менее 10 ед.). Этот показатель наряду с высокой кислотностью 13,2 г/дм³ характеризует вкус облепихового сока, рН коррелирует с кислотностью – 3,18 единиц. Сумма полифенолов на высоком уровне – 1644 мг/дм³. Перед брожением для увеличения спиртуозности внесен сахар в виде сиропа по расчету, таким образом, содержание сахара в облепиховом соке составило 18,6 г/100 г, что значительно повлияло

на показатель СКИ, с 5,45 увеличился до 14,09 единиц.

Спиртовое брожение облепихового сока является основным процессом в технологии виноделия, от которого во многом зависит качество и стабильность получаемого виноматериала и будущего алкогольного плодового напитка. Результаты исследований свежеброженного виноматериала представлены на рисунках 1 и 2.

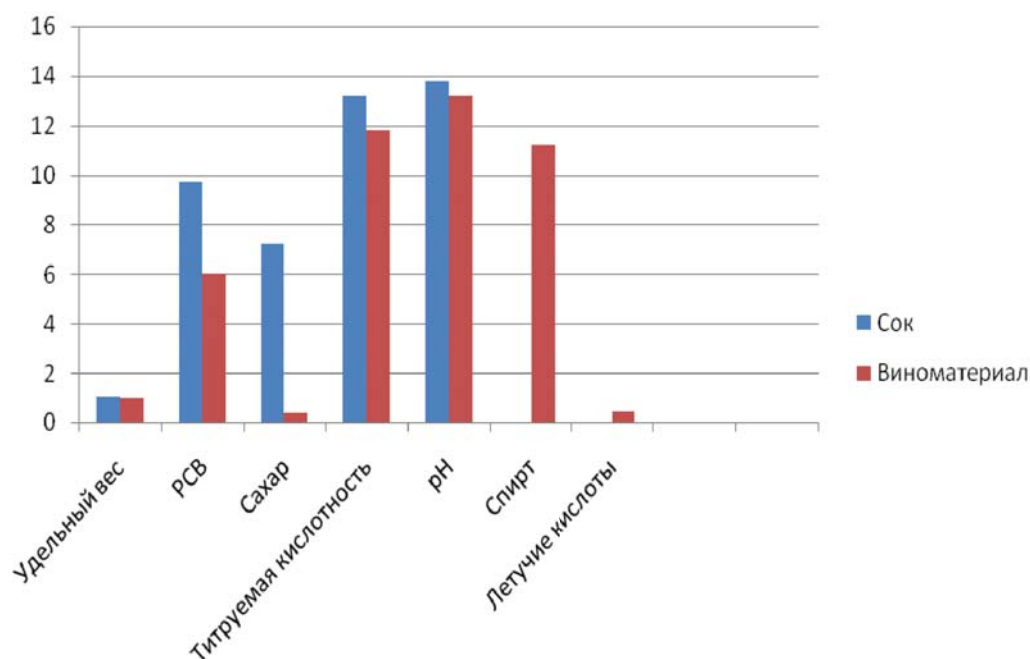


Рисунок 1 – Физико-химические показатели соков и виноматериалов

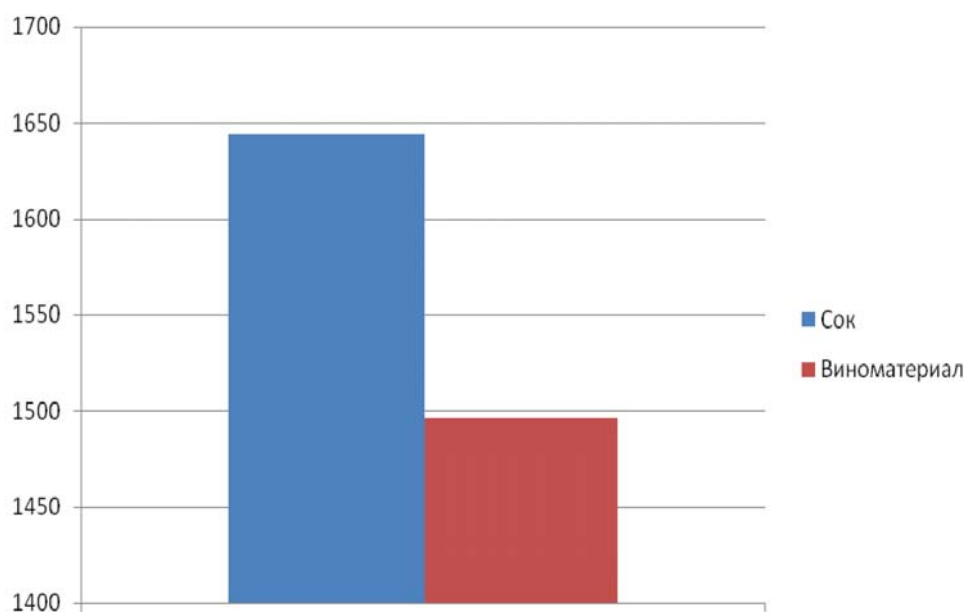


Рисунок 2 – Сумма полифенолов, мг/дм³

К окончанию брожения сахар практически насухо выброжен, его остаточное содержание составило 0,4 г/100 г. Значительно уменьшилось содержание сухих веществ: с 9,7 – в соке, до 6,0 – в виноматериале, снизился и показатель удельного веса с 1,037 до 1,000 г/100 г. Наброд спирта с добавлением к суслу сахара составил 11,2 % об. Титруемая кислотность уменьшилась на 1,4 г/дм³. Показатель pH практически на прежнем уровне.

Накопление летучих кислот небольшое – 0,46 г/дм³, что значительно меньше ПДК (не более 1,20 г/дм³). Содержание полифенолов немного уменьшилось – на 148 мг/дм³ за счет окислительных процессов во время брожения. В свежеприготовленном виноматериале сохранился сортовой аромат и вкус ягод облепихи. Опытный образец поместили на длительную выдержку при пониженной температуре. После хранения облепиховый винома-

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИГОТОВЛЕНИЯ ВИНМАТЕРИАЛА ДЛЯ ИГРИСТОГО НАПИТКА ИЗ ОБЛЕПИХИ

териал будет использован для приготовления напитка алкогольного плодового по типу игристого.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Помология. Сибирские сорта плодовых и ягодных культур XX столетия / под общ. ред. академика Россельхозакадемии И.П. Калининой. Новосибирск: ООО «Юпитер», 2005. 568 с.

2 Кошелев Ю.А., Агеева Л.Д. Облепиха: монография. Бийск: НИЦ БПГУ им. В. М. Шукшина, 2004. 323 с.

3 Кишковский З.Н., Мержаниан А.А. Технология вина. Москва: Легкая и пищевая промышленность, 1984. 504 с.

4 Бурьян Н.И., Тюрина Л.В. Микробиология виноделия. Москва: Пищевая промышленность, 1979. 272 с.

5 Методы теххимического контроля в виноделии / под ред. В.Г. Гержиковой. Симферополь: Таврида, 2002. 431 с.

6 ГОСТ ISO 2173-2013. Продукты переработки фруктов и овощей. Рефрактометрический метод определения растворимых сухих веществ: дата введения 2015-07-01. Москва: Стандартинформ, 2014. 7 с.

7 ГОСТ 32114-2013. Продукция алкогольная и сырье для ее производства. Методы определения массовой концентрации титруемых кислот: дата введения 2014-07-01. Москва: Стандартинформ, 2013. 9 с.

8 ГОСТ 32095-2013 Продукция алкогольная и сырье для ее производства. Метод определения объемной доли этилового спирта: дата введения 2014-07-01. Москва: Стандартинформ, 2013. 9 с.

9 ГОСТ Р 58013-2017. Напитки алкогольные плодовые. Общие технические условия: дата введения 2018-09-01. Москва: Стандартинформ, 2019. 11 с.

Зайцев Никита Олегович – студент кафедры ТБПиВ ФГБОУ ВО «Алтай-ский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», e-mail: nikita2004zaitsev@gmail.com

Шелковская Наталья Кирилловна – доцент кафедры ТБПиВ ФГБОУ ВО «Алтай-ский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», e-mail: shelk49@mail.ru

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ПАСПОРТИЗАЦИИ АСПИРАЦИОННЫХ СЕТЕЙ ПРЕДПРИЯТИЙ ХРАНЕНИЯ И ПЕРЕРАБОТКИ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ

И. К. Нестеренко, Д. М. Куценко, О. Н. Терехова

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, г. Барнаул

Согласно обобщению правоприменительной практики Ростехнадзора отсутствие паспортов аспирационных сетей является типичным нарушением правил промышленной безопасности на предприятиях хранения и переработки растительного сырья. Целью исследования явилась актуализация и конкретизация требований к разработке данного вида документов. В связи с этим подчеркнута важность паспортизации сетей, а также перечислены ключевые пункты, которые должны быть указаны в паспортах. В работе представлен краткий обзор аспирационных сетей предприятий хранения и переработки растительного сырья и их расчетных параметров. В рамках экспериментальной части работы выполнены аэродинамические измерения на нескольких участках всасывающей аспирационной установки. В заключение приведены результаты обработки полученных данных, иллюстрирующие разработку одного из разделов паспорта и возможность анализа работы сети на их основе.

Ключевые слова: аспирация, зерновая пыль, паспорт аспирационной сети, аэродинамические измерения, промышленная безопасность.

Предприятия хранения и переработки растительного сырья (далее по тексту – ХПРС) являются опасными производственными объектами, так как пыль, выделяющаяся в технологическом процессе и при перемещении сырья и готовой продукции, способна образовывать взрывоопасные смеси с воздухом. Для того чтобы исключить возможность создания аварийной ситуации на таких предприятиях, в качестве одной из мер взрывопреупреждения, применяются аспирационные сети.

Принцип действия аспирационной установки основан на создании разряжения внутри оборудования, благодаря чему пыль не поступает в производственное помещение, следовательно, поддерживается необходимый уровень промышленной безопасности, а также соблюдение санитарно-эпидемиологических требований к воздуху рабочей зоны. Для создания разряжения в аспирационных сетях используются вентиляторы, уносимая потоком воздуха пыль осаждается в пылеотделителях и выводится из основного процесса производства. На предприятиях ХПРС наибольшее распространение получили радиальные вентиляторы среднего давления в общем и взрывозащищенном исполнении. В качестве пылеотделителей применяют батарейные установки циклонов, рукавные фильтры, локальные фильтры. Вентиляторы и пылеотделители должны подбираться к сети так, чтобы обеспечить

наименьшее возможное энергопотребление с сохранением высокой степени очистки воздуха на выходе из установки и обеспечением взрыво- и пожаробезопасности производственного помещения.

Методики расчета аспирационных установок и взрыворазрядных устройств [2] определяют требования к расчетным параметрам аспирационных сетей, таким как:

- скорость воздуха до пылеотделителя и после него в зависимости от типа производства;
- скорость воздуха на входе в пылеотделитель;
- нормы объема отсасываемого воздуха от аспирируемого оборудования;
- производительность и расчетное давление вентилятора;
- потери давления на участках и их выравнивание и др.

Аспирационная сеть будет работать эффективно и выполнять свои функции тогда, когда ее реальные параметры работы будут соответствовать расчетным. Для контроля работы аспирационных установок согласно требованиям норм и правил в области промышленной безопасности [3] на предприятиях ХПРС разрабатываются паспорта на каждую аспирационную сеть.

Корректировка работы аспирационной сети может потребоваться из-за отклонения фактических характеристик работы пылеот-

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ПАСПОРТИЗАЦИИ АСПИРАЦИОННЫХ СЕТЕЙ ПРЕДПРИЯТИЙ ХРАНЕНИЯ И ПЕРЕРАБОТКИ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ

делителя и вентилятора от проектных. В разветвленных сетях может возникать процесс саморегулирования, что вызывает неравномерное распределение воздушных, и как следствие, нарушение норм отсоса воздуха от оборудования.

В паспорта эксплуатируемых аспирационных сетей включается информация о количестве воздуха, забираемого от оборудования, производительность вентилятора и давление, которое он развивает, приводится схема установки и перечень включенного в нее оборудования, результаты аэродинамических измерений и периодического осмотра с указанием неисправностей и проведенного ремонта [3].

В рамках нашего исследования мы провели аэродинамические измерения для нескольких участков лабораторного стенда «Определение потерь в местных сопротивлениях» на кафедре «Машины и аппараты пищевых производств» Алтайского государственного технического университета им. И.И. Ползунова. Данный стенд представляет собой центральную всасывающую вентиляционную установку.

Для измерений выбрали три участка с входными коллекторами, объединяющиеся крестовиной в один общий участок воздуховода, на котором имеются местные сопротивления: тройник, на боковом участке которого расположена диафрагма, две последовательно установленные диафрагмы на прямых участках воздуховода до и после тройника, отвод. Внешний вид стенда, а также схема исследуемой его части представлены на рисунках 1 и 2.

Во время измерений диафрагма 1 на боковом участке тройника полностью перекрывала воздуховод. Диафрагмы 2 и 3 были полностью открыты. Измерения проводили согласно ГОСТ 12.3.018-79 «Системы вентиляционные. Методы аэродинамических испытаний» [1].

В качестве комбинированного приемника давления использовали пневмометрическую трубку, регистрирующего прибора – жидкостный микроманометр типа ММН-240 (фактор прибора при измерениях – 0,3).



Рисунок 1 – Внешний вид исследуемой части лабораторного стенда

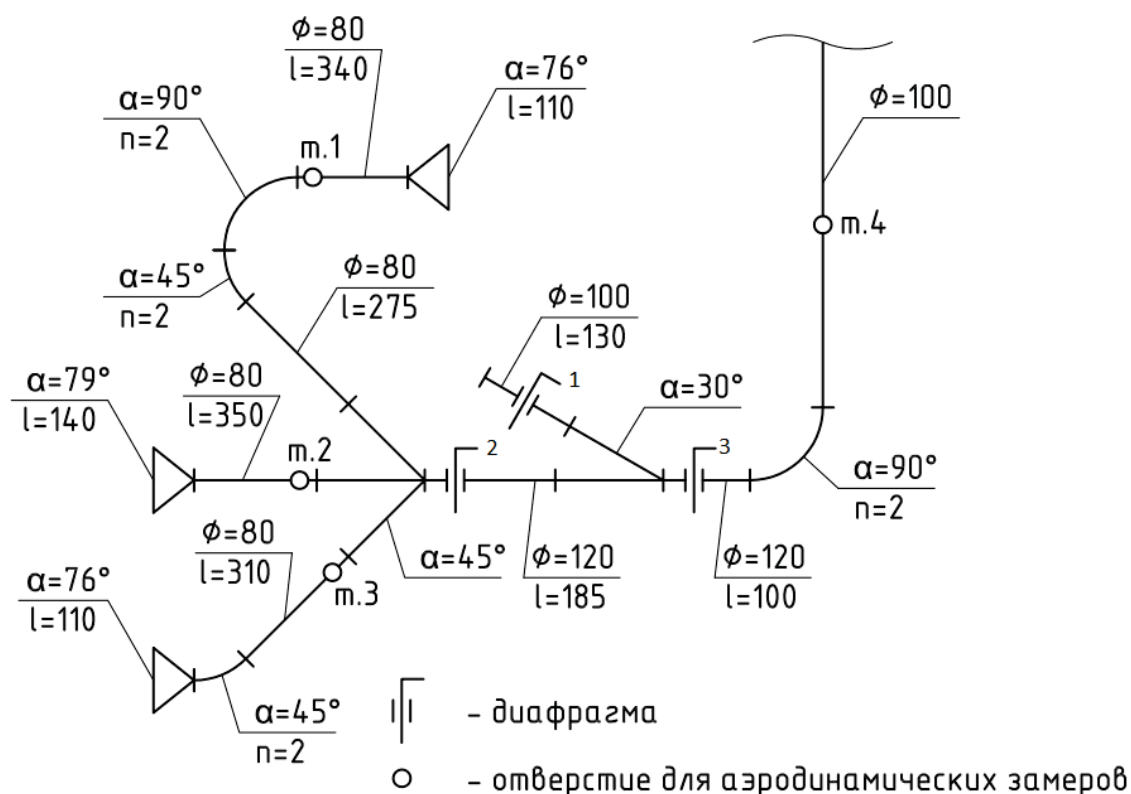


Рисунок 2 – Плоскостная схема исследуемой части лабораторного стенда

В указанных на рисунке 2 точках измеряли статическое и динамическое давление не ранее, чем через 15 минут после начала работы установки. Полученные данные были обработаны согласно ГОСТ 12.3.018-79 [1] и сведены в таблицу 1, которая представляет собой один из разделов технического паспорта аспирационной сети.

Величина динамического и статического давления, Па (столбец 4 и 5 таблицы 1) была определена с учетом общей поправки прибора.

Полное давление, Па (столбец 6 табл. 1) вычисляли по формуле:

$$\pm H_o = \pm H_c + H_d, \quad (1)$$

где H_o – полное давление в воздуховоде, Па;

H_c – статическое давление в воздуховоде, Па;

H_d – динамическое давление в воздуховоде, Па.

Скорость воздуха, м/с (столбец 7 таблицы 1) находили по формуле:

$$V = \sqrt{\frac{2H_d}{\rho}}, \quad (2)$$

где V – скорость воздуха в воздуховоде, м/с;

H_d – динамическое давление в воздуховоде, Па;

ρ – плотность перемещаемого воздуха, кг/м³ (определяли расчетным путем по [1]).

Объем выброса, м³/час (столбец 9 таблицы 1) определяли по формуле:

$$Q = F \cdot V, \quad (3)$$

где Q – объем перемещаемого в воздуховоде воздуха, м³/час;

F – площадь сечения воздуховода, м²;

V – скорость воздуха в воздуховоде, м/с.

Проектные данные по объемам выброса на каждом участке брали из данных по испытаниям и расчету установки при проектировании и монтаже стенда.

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ПАСПОРТИЗАЦИИ АСПИРАЦИОННЫХ СЕТЕЙ ПРЕДПРИЯТИЙ ХРАНЕНИЯ И ПЕРЕРАБОТКИ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ

Таблица 1 – Аэродинамическая характеристика аспирационной сети

№ контр. точки	Размеры воздуховода		Значение давления, Па			Скорость, м/с	Объем выброса, м ³ /час	
	диаметр, мм	площадь, м ²	дин.	стат.	полн.		по проекту	фактически
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	80	0,005	45	-45	0	8,65	135,2	155,7
2	80	0,005	45	-45	0	8,65	135,2	155,7
3	80	0,005	45	-45	0	8,65	135,2	155,7
4	100	0,008	138	-222	-84	15,1	405,6	434,9

Анализируя полученные в ходе измерений данные можно установить, соответствует ли фактический объем отсасываемого воздуха на исследуемых участках расчетному. В реальных аспирационных сетях этот параметр важен для исключения пылевыведения в производственное помещение и, как следствие, создания взрывоопасной концентрации пыли. Если фактический объем воздуха равен или в некоторой степени больше расчетного – сеть работает оптимально. Если же объем меньше – необходимо определить и устранить причину неисправности.

Как мы можем увидеть из таблицы 1, параметры работы аспирационной установки станда близки к проектным. Увеличение фактического расхода воздуха предположительно связано с негерметичностью фасонных деталей и отверстий для аэродинамических замеров, что вызывает подсос воздуха.

Делая вывод, необходимо дополнительно отметить, что аспирационные сети являются важным элементом предприятий ХПРС, так как они обеспечивают безопасность, увеличивают эффективность производственного процесса и создают комфортные условия в производственном помещении. Паспортизация аспирационных сетей направлена на выявление и своевременное устранение отклонений в их работе и должна быть обязательна для всех предприятий отрасли.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- ГОСТ 12.3.018–79 «Системы вентиляционные. Методы аэродинамических испытаний».
- Методики расчета аспирационных установок и взрыворазрядных устройств: Сб. документов / Федер. горн. и пром. надзор России (Госгортех-

надзор России). - [Офиц. изд.]. - М.: НТЦ «Пром. безопасность» Ростехнадзора России, 2002. - 203 с.: ил.; 29 см.

3. Приказ Ростехнадзора от 03 сентября 2020 г. № 331. Об утверждении Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Правила безопасности взрывопожароопасных производственных объектов хранения и переработки растительного сырья» ФНП в области промышленной безопасности от 03 сентября 2020 г. № 331

4. Терехова, О. Н. Вентиляционные установки и системы в пищевых производствах : учебное пособие для вузов / Терехова О. Н. - Санкт-Петербург : Лань, 2024. - 228 с. - ISBN 978-5-507-50057-4 : Б. ц. - Текст : непосредственный.

Ирина Константиновна Нестеренко – магистрант кафедры «Машины и аппараты пищевых производств» ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», e-mail: ira_lap@bk.ru

Давид Михайлович Куценко – студент кафедры «Машины и аппараты пищевых производств» ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», e-mail: david.kucenko@mail.ru

Ольга Николаевна Терехова – к.т.н., доцент кафедры «Машины и аппараты пищевых производств» ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», e-mail: onter@mail.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ МАГНИТНОЙ ПЛИТЫ НА ПОСТОЯННЫХ МАГНИТАХ

И. И. Казанин, Н. А. Иконников, А. М. Иконников, А. В. Балашов

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, г. Барнаул

Магнитные плиты являются ключевым элементом оснастки для шлифовальных, фрезерных и электроэрозионных станков, обеспечивая быструю фиксацию ферромагнитных заготовок без механического крепления. В данной статье проведен детальный анализ конструкции магнитных плит на постоянных магнитах, включая их основные компоненты. Для решения указанных проблем разработан прототип плиты на базе модели 7208-00 ГОСТ 16528-87. Практическая значимость работы заключается в предложении усовершенствованной конструкции магнитной плиты, обеспечивающей стабильное удержание заготовок и снижение производственного брака.

Ключевые слова: магнитные плиты, неодимовые магниты, прижимная сила, ANSYS Maxwell, метод конечных элементов, станочная оснастка.

Шлифование заготовок с плоскими, базовыми поверхностями эффективно осуществлять на магнитных плитах, представляющих собой станочное приспособление с магнитным силовым воздействием на закрепляемую заготовку. Их использование позволяет сократить как основное время на обработку за счет многоместности, так и вспомогательное время на установку и снятие заготовок [1, 2].

Несмотря на отмеченные преимущества производственный опыт эксплуатации механических магнитных плит показал, что на заготовки, установленные по периферии установочной поверхности плиты воздействуют недостаточные прижимные магнитные силы, что вызывает их перемещение или отрыв в процессе механической обработки. В то же время заготовки установленные в центральных областях установочной поверхности магнитной плиты надежно закреплены.

Так же в настоящее время отсутствуют методики расчета прижимной силы для определенной формы технологической поверхности заготовки.

В Алтайском государственном техническом университете им. И.И. Ползунова разработана методика расчета прижимных сил и методика проектирования силовых блоков магнитных плит.

Расчет прижимных сил реализуется методом конечных элементов.

Создаются конечноэлементная 3D модель обрабатываемой заготовки и магнитного блока. Далее задаются магнитные свойства материалов заготовки, постоянных магнитов и магнитопроводов. Рассчитывается прижимная магнитная сила.

По приведённой выше методике выполнялся расчет прижимной силы для экспериментальной детали, рисунки 1, 2, отраженной в ГОСТ 16528-87 Плиты прямоугольные магнитные. Общие технические условия.

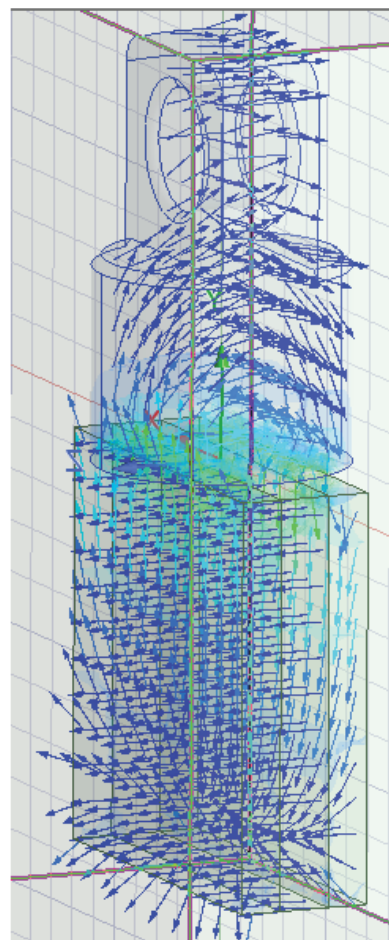


Рисунок 1 – Расчет прижимных сил

ИССЛЕДОВАНИЕ МАГНИТНОЙ ПЛИТЫ НА ПОСТОЯННЫХ МАГНИТАХ

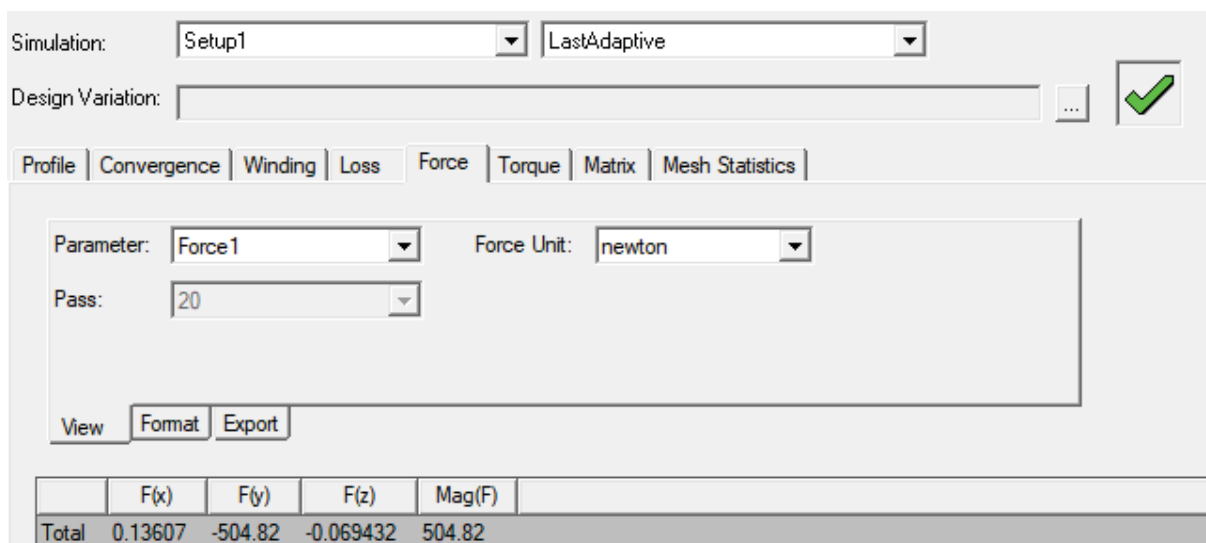


Рисунок 2 – Результаты расчета прижимной силы

Для оценки адекватности выполненных расчетов изготовленная экспериментальная деталь устанавливалась на магнитную плиту и в соответствии с ГОСТ 16528-87 определялась с помощью динамометра ДЭП/6-1Д-2У-2 прижимная сила. Расхождения значений рас-

четной прижимной силы с экспериментальной составило 9,6%.

В соответствии с техническим заданием машиностроительного предприятия была спроектирована магнитная плита для технического оснащения операции плоского шлифования ножа ледобура, рисунок 3.

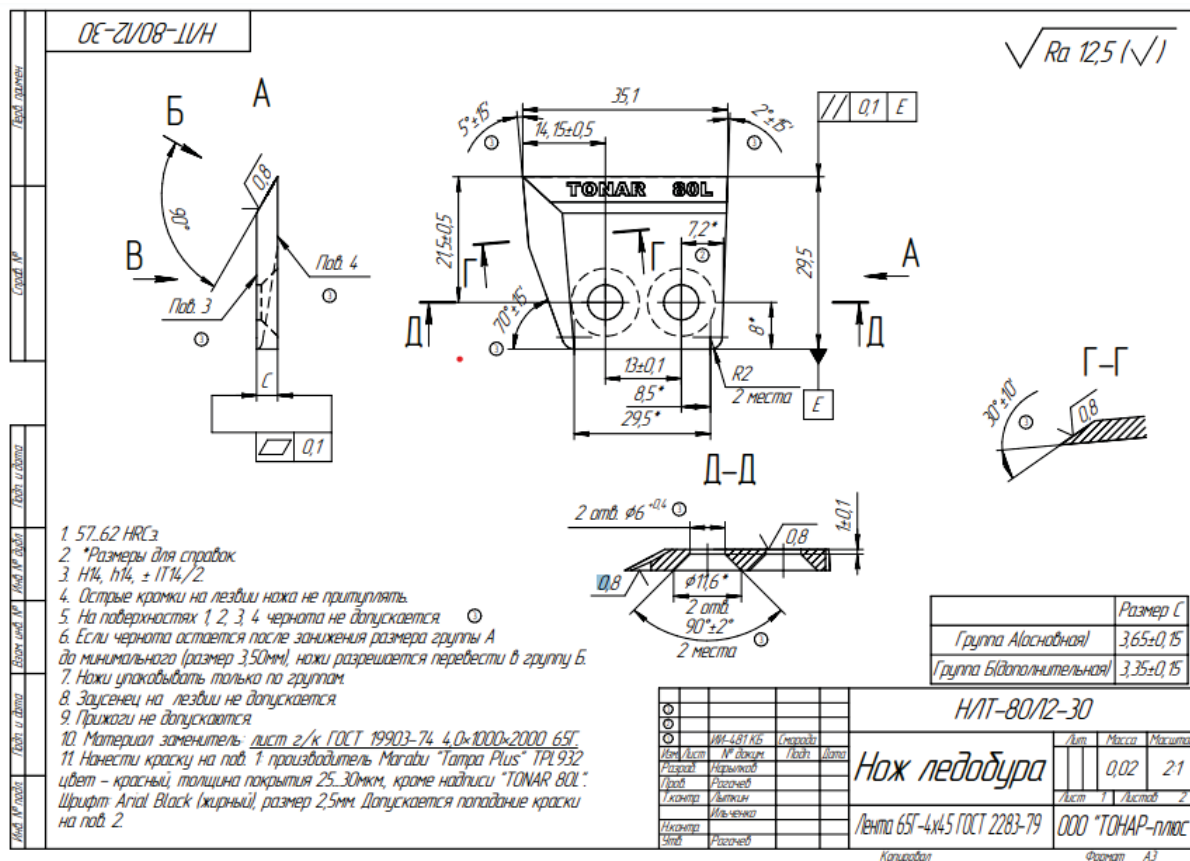


Рисунок 3 – Чертеж детали

Были спроектированы магнитные блоки для разрабатываемой магнитной плиты, позволяющие надежно закреплять заготовки ножей ледобуров, рисунок 4.

При проектировании магнитного блока вы определялись габаритные размеры магнитов и магнитопроводов для надежного закрепления заготовок по всей установочной

поверхности магнитного блока и отсутствия прижимной силы при выключении плиты.

Результаты определения зависимостей прижимной силы при включенной и выключенной плиты от габаритных размеров магнитов и магнитопроводов приведены на рисунке 5.

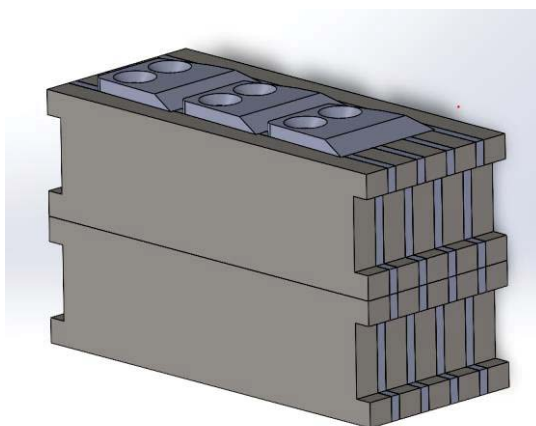


Рисунок 4 – 3D модель магнитного блока

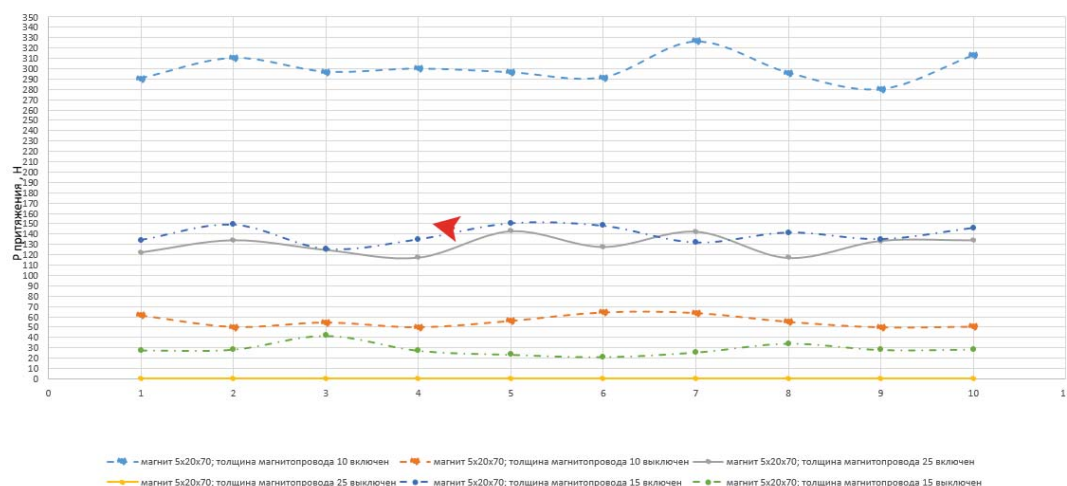


Рисунок 5 – Зависимости силы притяжения от размеров магнитов и магнитопроводов

Результаты расчетов позволили определить размеры магнитов и магнитопроводов.

По рассчитанным размерам магнитов и магнитопровода разработаны рабочие чертежи деталей. В настоящее время производится изготовление магнитной плоской плиты.

Таким образом:

1. Разработана методика расчета сил закрепления на магнитной плите, позволяющая определять геометрические параметры

магнитов и магнитопроводов, необходимые для надежного закрепления заготовок.

2. Спроектирован магнитный блок для операции плоского шлифования «нож ледоруба», позволяющий обеспечить надежное закрепление заготовок на всей установочной поверхности плиты.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шамов, Д. В. Некоторые особенности использования прямоугольных магнитных плит для крепления заготовок на плоскошлифовальных станках / Д. В. Шамов // Оригинальные исследования. – 2024. – Т. 14, № 3. – С. 93-98. – EDN FOTMGL.

2. Самаркин, А. И. Исследование температурных деформаций магнитных плит при плоском шлифовании / А. И. Самаркин, С. И. Дмитриев, Е. А. Евгеньева // Вестник Псковского государственного университета. Серия: Технические науки. – 2018. – № 7. – С. 3-11. – EDN YNAEJV.

Балашов Александр Владимирович – к.т.н., заведующий кафедрой «Технология машиностроения» ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», e-mail: bavagtu@mail.ru;

Иконников Алексей Михайлович – д.т.н, профессор кафедры «Технология машиностроения» ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», e-mail: iamagtu@mail.ru;

Казанин Илья Игоревич – студент ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», e-mail: domovenok-2001@mail.ru

Иконников Никита Алексеевич – студент ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», e-mail: ikonnikov-nik@inbox.ru

ВЫБОР МАРШРУТА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА СБОРКИ И СВАРКИ ОСНОВАНИЯ ДЕРЖАТЕЛЯ ОПОРЫ ДЛЯ ЛОТКОВ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ КАБЕЛЕЙ

И. С. Григорьев, Б. И. Мандров

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, г. Барнаул

Основание держателя опоры лотков для электрических кабелей является частью системы электропитания. На базовом предприятии изделие собирается по разметке с выверкой, что обуславливает высокий уровень трудоемкости сборки и низкий уровень точности сборки. Соединение деталей производится сваркой в углекислом газе. Этот способ сварки характеризуется высокой ресурсо- и трудоемкостью. Показано, что можно добиться лучших показателей трудоемкости и качества, если сборку изделия производить с помощью технологической оснастки, а способ сварки заменить на менее ресурсо- и трудоемкий, например, частично механизированной в смеси аргона с углекислым газом.

Ключевые слова: основание держателя опоры лотков для электрических кабелей, сборка по разметке с выверкой, сборочно-сварочная оснастка, сварка в углекислом газе, ресурсоемкость, трудоемкость, сварка в смеси аргона с углекислым газом.

В настоящее время значительная часть углеводородов добывается морской акватории с помощью плавучих платформ. Обеспечение электроэнергией плавучих платформ производится с помощью кабелей, располагаемых в специальных лотках, опирающихся на специальные держатели. Основание держателя опоры лотков для электрических кабелей (далее основание держателя опоры лотков) служит для размещения на за-

данных высотных отметках размещения кабелей, а также распределения нагрузки от самих опор, лотков и электрических кабелей. Основание держателя опоры лотков входит в состав держателя опоры электрических кабелей, которая совместно с другими деталями создает условия для размещения электрических кабелей.

Конструктивная схема основания держателя опоры лотков на рисунке 1.

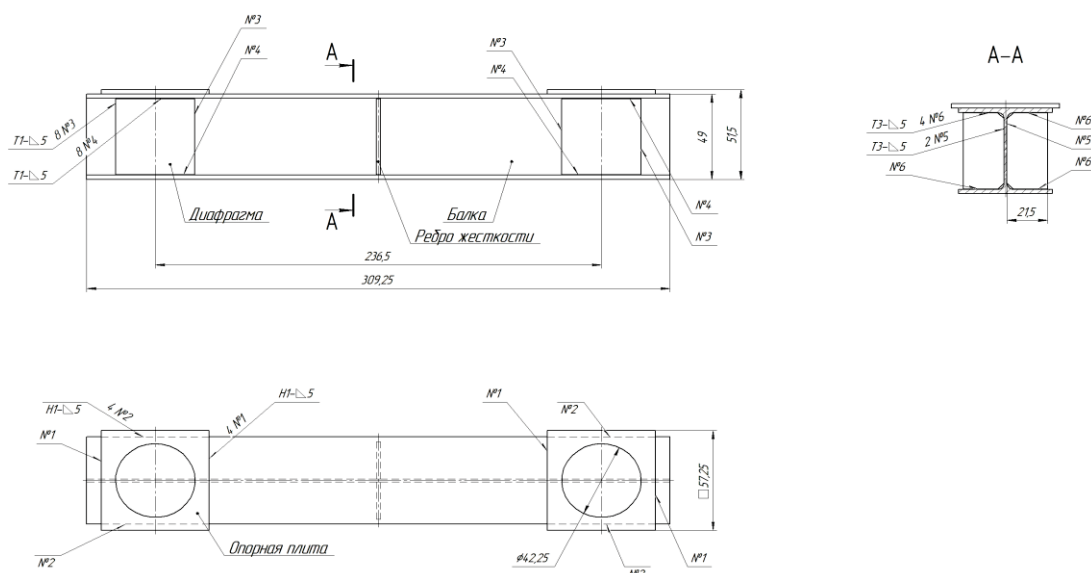


Рисунок 1 - Конструктивная схема основания держателя опоры лотков

ВЫБОР МАРШРУТА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА СБОРКИ И СВАРКИ ОСНОВАНИЯ ДЕРЖАТЕЛЯ ОПОРЫ ДЛЯ ЛОТКОВ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ КАБЕЛЕЙ

На базовом предприятии основание держателя опоры лотков для электрических кабелей собирается по разметке с выверкой. Такой метод сборки требует высокой квалификации от специалиста, выполняющего сборку и наиболее трудоемок из всех методов сборки под сварку [1].

Сварка конструкции на базовом предприятии производится способом частично механизированной сварки в среде углекислого газа. Применение сварки в углекислом газе сопровождается значительными потерями электродной проволоки, защитного газа, электроэнергии, а также повышенной трудоемкостью выполнения сварочных работ [2]. углекислого газа на смесь газов и разработки маршрута технологического процесса сборки и сварки опоры для лотков электрических кабелей, и применение технологической сборочно-сварочной оснастки.

Для решения вопроса о замене углекислого газа на смесь газов был проведен анализ базового способа сварки. Сварка в среде углекислого газа обладает рядом недостатков, такими как высокое разбрызгивание электродного металла, в следствии чего возникает повышенный расход электродной проволоки и защитного газа, повышается трудоемкость сварочных работ. Также повышается трудоемкость отделочных работ. В данной работе будут обсуждаться вопросы замены защитного газа на газовую смесь ISO 14715-M21-ArC-80/20 по ГОСТ Р ИСО 14175-2010. Применение данной смеси позволяет снизить разбрызгивание и, соответственно, расход газа и электродной проволоки, а также снизить трудоемкость как сварочных, так и отделочных работ. В тоже время, замена защитного газа и способа сварки не потребует замены сварочного оборудования на базовом предприятии.

Для решения вопроса о схеме сборки и маршруте сборки и сварки был проведен анализ технологичности конструкции основания держателя опоры лотков для электрических кабелей. В ходе анализа было выявлено, что ребра жесткости и диафрагмы устанавливаются на балку с двух сторон и привариваются к стенке и полкам балки соединениями типа T1 и T3. Опорные плиты устанавливаются сверху на полку балки и привариваются соединениями типа H1. Все сварные швы находятся в различных пространственных положениях, что вызывает необходимость кантовки конструкции, для выполнения сварных соединений в удобном положении. Для установки конструкции в удобное положение предлагается применить механическое оборудование, например, двухстоечный кантователь с ручным приводом.

Установка опорных плит осуществляется сверху на полку балки. Для этого применяются как неподвижные опоры, так и подвижные опоры, и зажимные устройства с возможностью откидывания в сторону. После установки опорных плит выполняются сварные соединения, находящиеся в нижнем положении.

Установка диафрагм и ребер жесткости осуществляется на стенку балки сверху, после поворота балки вдоль продольной оси на 90 град. двухстоечным кантователем. В качестве установочных элементов для этих деталей применяются подвижные опорные и зажимные устройства с возможностью откидывания для беспрепятственного съема конструкции. После установки двух диафрагм и ребер жесткости выполняются прихватки, установочные и прижимные элементы приспособления откидываются. Далее выполняются сварные соединения, находящиеся в нижнем положении.

С помощью двухстоечного кантователя балка поворачивается на 180 град. вокруг продольной оси и повторяются операции с установкой и сваркой диафрагм и ребер жесткости с другой стороны балки. Далее балка кантуется на 90 град. вдоль продольной оси таким образом, чтобы опорные плиты оказались внизу, затем выполняются сварные соединения, находящиеся в нижнем положении.

Заключение:

1. Показано, что сборка по разметке с выверкой является трудоемким процессом, требующим выполнения большого объема слесарных работ.

2. Предложен вариант схемы сборки основания держателя опоры лотков в оснастке, с загрузкой деталей сверху, обеспечивающий меньшую сложность оснастки.

3. Разработан маршрут сборки и сварки основания держателя опоры лотков с применением способа сварки с меньшей ресурсоемкостью, энергоемкостью и трудоемкостью.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мандров Б.И. Технологическая оснастка и механическое оборудование сварочного производства : учебное пособие / Б.И. Мандров, А.А. Попова. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : Вологда : Инфра-Инженерия. 2022. – 208 с.
2. Потапьевский А.Г. Сварка в защитных газах плавящимся электродом. Часть 1. Сварка в активных газах. Издание 2-е, переработанное. – Киев : «Екотехнологія», 2007. – 192 с.

Григорьев Илья Сергеевич – студент кафедры МБСП, e-mail: ilyagreat.gg@gmail.com
Мандров Борис Иванович – к.т.н., доцент, e-mail: polimerbim@mail.ru

ОБ ИЗГОТОВЛЕНИИ ЛИТЕЙНЫХ ВЫПЛАВЛЯЕМЫХ МОДЕЛЕЙ МЕТОДОМ FDM

Д. И. Разин, В. А. Красичков

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, г. Барнаул

Показаны возможности применения 3Д-печати для получения литейных выплавляемых моделей, как методами многоструйной печати, так и технологиями послойного наплавления. Проведен поиск экструдеров применяемых для печати пластичными материалами.

Ключевые слова: 3Д-печать, литейное производство, выплавляемые модели, ЛВМ, экструдер.

Открытие способов расплавления металлов и получения их сплавов примерно за 5000 лет до н.э., ознаменовало переход от кузнечной обработки материалов к литейному производству. При этом, появились как традиционные способы литья, например, «литье в землю», так и, способы, которые теперь мы называем специальными – литье в кокиль и литье по выплавляемым моделям (ЛВМ). Наибольшее распространение в этот и последующие периоды развития человеческой цивилизации получило традиционное литье, остальные виды литья сдерживали низкий уровень развития науки и техники, высокая стоимость изготовления оснастки и материалов, необходимых для реализации специальных способов литья, либо их низкие эксплуатационные характеристики. Например, единственным материалом для изготовления выплавляемых моделей довольно продолжительный период являлся пчелиный воск, который в настоящее время является нарицательным названием, обозначая современные модельные составы даже его не содержащие. Ситуация изменилась только к 40-м годам прошлого века с развитием химического производства, сделавшего возможным получить новые модельные составы для изготовления разовых моделей и связующие для получения керамических многослойных оболочковых форм. Это, сделало возможным изготовление деталей, практически не имеющих припуска на механическую обработку, с точностью размеров до 12 квалитета и шероховатостью поверхности до $Rz=20\mu m$.

Как правило, технологический процесс получения отливок литьём по выплавляемым моделям (ЛВМ) выглядит следующим образом: *разработка чертежа детали → разработка чертежа модельной оснастки → изготовление модельной оснастки → получение разовой выплавляемой модели → нанесение многослойной оболочки → удаление*

модели → прокатка керамической оболочки → заливка формы → обрубка и выщелачивание остатков керамической оболочки → термическая/химико-термическая обработка.

Очевидно, что одной из наиболее сложных и дорогостоящих операций при проведении технологической подготовки производства является изготовление модельной оснастки в виде металлических пресс-форм. Применение высокопроизводительных 10-позиционных формовочных автоматов в условиях современных литейных цехов позволяет существенно повысить производительность труда, но приводит к тому, что затраты на пресс-формы растут на порядок, что ограничивает область применения ЛВМ крупносерийным и массовым производством с одной стороны, и ограничивает номенклатуру отливок с другой. Поэтому в последнее время наметилась тенденция к использованию однопозиционных шприц-машин для впрыска модельного состава, что позволяет удешевить модельную оснастку, особенно, для единичного и мелкосерийного производства, разнообразить номенклатуру отливок. Кроме того, технологам для отработки технологии, перед тем как изготовить пресс-формы в металле часто приходится моделировать их из гипса, цемента, дерева, пластмасс и композитов из синтетических смол, эластичных материалов и легкоплавких сплавов. В ряде случаев технологам приходится даже идти на упрощение конструкции пресс-формы и увеличение припусков на механическую обработку, что сводит на нет весь смысл данного метода литья.

С появлением аддитивных технологий, появилась возможность существенно ускорить изготовление модельной оснастки для разовых выплавляемых или выжигаемых моделей, либо пропустить этот этап и обходиться вообще без нее – печатая сразу «восков-

ОБ ИЗГОТОВЛЕНИИ ЛИТЕЙНЫХ ВЫПЛАВЛЯЕМЫХ МОДЕЛЕЙ МЕТОДОМ FDM

ки» на 3Д-принтере. Уже более 10 лет существует ряд технологий быстрого прототипирования модельной оснастки и моделей для ЛВМ, работающих по технологиям многоструйной печати Multi Jet Printing/Modeling (MJP/MJM) или Drop on Demand (DoD) (рисунок 1). Главным отличием DoD от MJM является наличие специальной фрезы для постобработки каждого напечатанного слоя [1]. С одной стороны это дает лучшее качество, с другой – увеличивает время печати и расход материала. Кроме того, следует учитывать,

что для работы данных установок требуется не только моделирующий материал, но и материал для создания удаляемых поддержек. Учитывая, что о повторном использовании модельного материала (в случае использования водорастворимых поддержек об этом речь точно не идет) эксплуатация подобных установок для прототипирования представляется довольно затратной, а также, малая область печати ограничивает область применения данного способа ювелирным литьем.

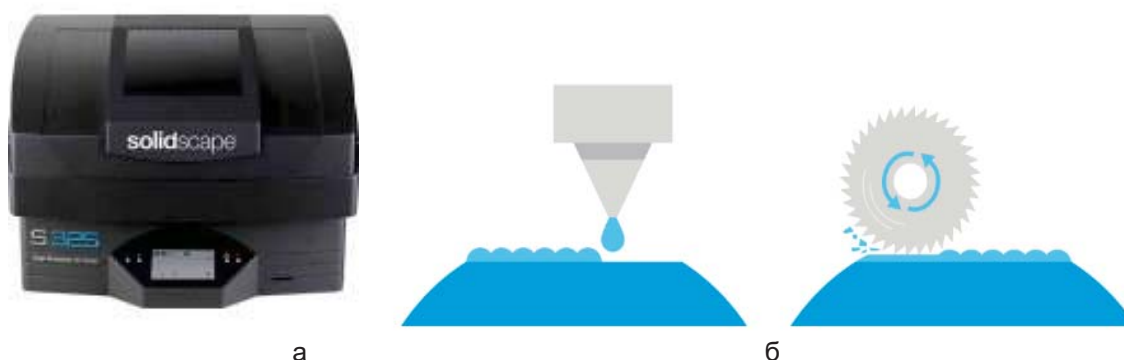


Рисунок 1 – 3D-печать по технологии DoD
а) 3D принтер SolidScape S325; б) принцип работы 3D-принтера по технологии DoD

Учитывая, что в условиях отработки технологии изготовления отливом методом ЛВМ, либо при изготовлении единичных моделей, отсутствие необходимого (достаточно дорого) АТ оборудования, необходимостью максимально сократить финансовые издержки, представляется целесообразным использование бытового сегмента 3Д-принтеров. Однако, здесь необходимо отметить, что существуют прутковые воскодерживающие материалы, которые разработаны единственным производителем – Filamentarno позволяющие печатать восковки на обычном 3Д-принтере. Здесь тоже существуют определенные проблемы, связанные с низкой температурой размягчения и печати материала, а также его повторным использованием, которое производителем не предусмотрено [2], а также внесением в настройки принтера изменений позволяющих работать с низкотемпературными филаментами.

Поиск существующих конструкций экструдеров показал наличие довольно большого количества разнообразных конструкций печатающих пастообразными материалами, но все они предназначены для материалов с низкой температурой плавления, как правило, шоколада, либо вообще не критичны к этому параметру (печать керамическими массами). Пожалуй, внимания заслуживает лишь проект WaxL3D позволяющий печатать расплавленными восковыми материалами, содержащий

в основе более ранний проект печати шоколадом «ChocoL3D» (рисунок 2) [3]. Однако, несмотря на то, что разработка конструкции экструдера идет с 2017г. у проекта до сих пор есть проблемы связанные устранением «детских болезней», кроме того, содержание публикации не позволяет создать данный экструдер для повторения (рисунок 3).



Рисунок 2 – Конструкция экструдера WaxL3D

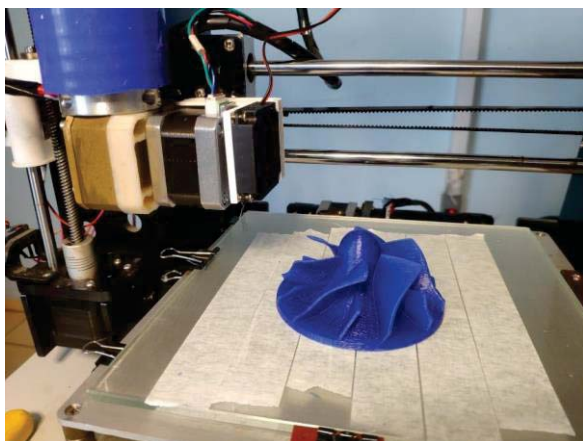


Рисунок 3 – Печать восковок с помощью экструдера WaxL3D

В связи с вышеизложенным представляется актуальным разработка собственного экструдера печатающего предварительно расплавленными воскодержащими модельными составами для 3Д-принтеров из бытового сегмента (рисунок 4).



Рисунок 4 – Экспериментальная конструкция экструдера для печати восковок

Экспериментальная конструкция экструдера для печати восковок была разработана в САПР «Компас» и в настоящее время готовится к изготовлению его основных частей на 3Д-принтере (рисунок 5).

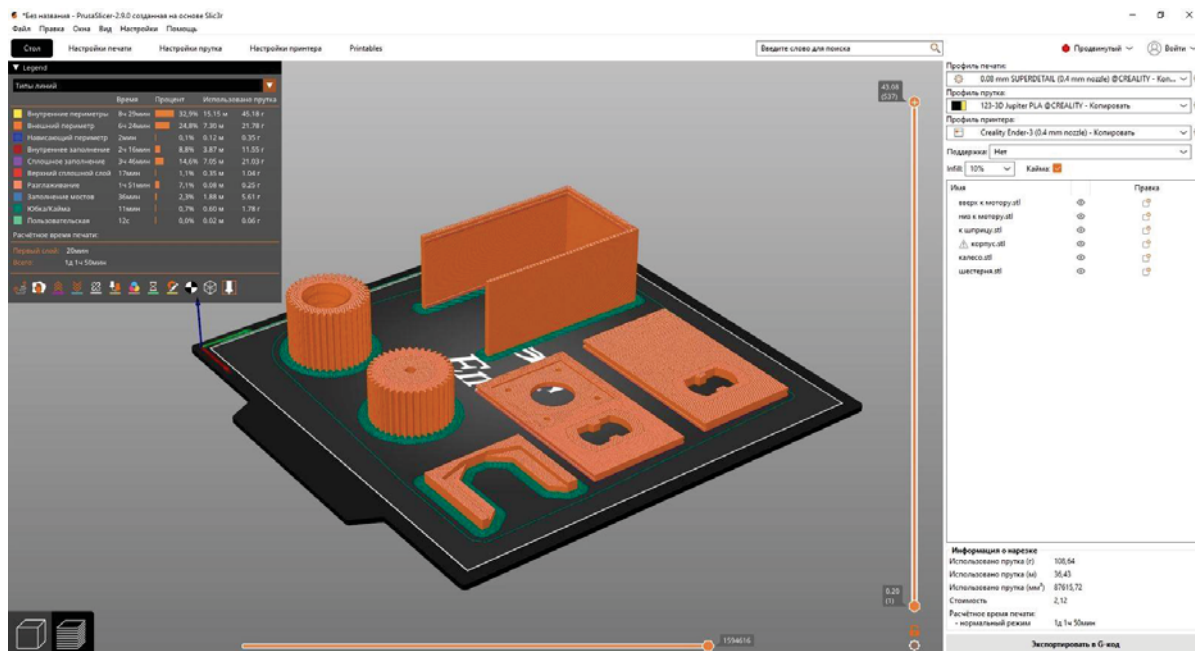


Рисунок 5 – Подготовка к печати на 3Д-принтере экструдера для печати восковок

ОБ ИЗГОТОВЛЕНИИ ЛИТЕЙНЫХ ВЫПЛАВЛЯЕМЫХ МОДЕЛЕЙ МЕТОДОМ FDM

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Печать воском на 3D-принтере. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://top3dshop.ru/blog/wax-3d-printing.html> (Дата обращения 05.04.2025)

2. 3D печать воском на FDM 3D принтере. Рекомендации и настройка на примере 3D принтера PICASO Designer X. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://3dtool.ru/stati/3d-pechat-voskom-na-fdm-3d-printere-rekomendatsii-i-nastroyka-na-primere-3d-printera-picaso-designer/> (Дата обращения 05.04.2025)

3. 3D печать воском – WaxL3D. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://3dtoday.ru/blogs/twinshadoww/3d-pechat-voskom-waxl3d> (Дата обращения 05.04.2025)

Разин Денис Игоревич – студент группы ТФОИ-21 Факультета специальных технологий ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», e-mail: mire.dor@mail.ru

Красичков Владимир Анатольевич – старший преподаватель, кафедры «Технология машиностроения» ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», e-mail: KrasichkovBA@mail.ru

АКТУАЛЬНОСТЬ РАЗРАБОТКИ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ПЧЕЛИНОГО УЛЬЯ С СИСТЕМАМИ МИКРОКЛИМАТА И СБОРА МЁДА

И. Н. Рубцова, К. Л. Петерникова

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, г. Барнаул

В работе рассмотрена актуальность разработки технологии производства пчелиного улья, оснащённого системами микроклимата и сбора мёда, для пчеловодов Алтайского края. Выявлена проблема трудоёмкости ручного процесса ухода за пасекой. Для решения проблемы рассмотрена разработка пчелиного улья с системами микроклимата и сбора мёда, а также технология его производства. Определены желаемые характеристики и потребительские качества продукта на основе метода морфологического ящика, что позволило сформировать технико-технологическое решение пчелиного улья в процессе рассмотрения множества вариантов. Представлены ожидаемые социальные эффекты от реализации инновационного проекта технологии производства пчелиного улья, оснащённого системами микроклимата и сбора мёда. Приведена структура возможных рисков и пути их минимизации. Охарактеризованы стадии системы управления инновационным проектом технологии производства пчелиного улья, оснащённого системами микроклимата и сбора мёда. Вывод отражает актуальность разработки технологии производства пчелиного улья с системами микроклимата и сбора мёда для снижения трудозатрат пчеловодов Алтайского края и сохранения популяции пчёл.

Ключевые слова: пчеловодство, сбор мёда, пчелиный улей, система микроклимата, снижение трудозатрат, популяция пчёл, пчелиная семья, микроклимат улья, пчеловоды Алтайского края, пчёлы, сельское хозяйство.

Пчёлы выполняют важную роль в поддержании пищевого разнообразия. Более трети растительных культур, потребляемых человеком, зависят от опыления этими насекомыми. В процессе опыления пчёлы повышают урожайность растений и их стойкость к заболеваниям, а также способствуют повышению питательной ценности, улучшению качества и увеличению сроков хранения урожая [1].

Пчёлы производят мёд, прополис, воск, маточное молочко и другие продукты, которые используются в пищевой промышленности, медицине и косметологии.

В последние десятилетия мировая популяция пчёл сокращается из-за потери среды обитания, изменения климата и чрезмерного использования агрохимикатов. По данным Министерства сельского хозяйства Российской Федерации в 2019 году численность пчелосемей в России составляла 3093,8 тысяч, в 2021 году – 2790 тысяч пчелосемей. Таким образом, за два года численность пчёл в России сократилась на 9,82% [2].

Трудоёмкий процесс ухода за домашними медоносными пчёлами является одной из причин снижения их популяции. Интенсивный ручной труд в пчеловодстве зачастую приво-

дит к нехватке времени и истощению физических ресурсов пчеловода, что может негативно сказаться на состоянии пчелиных семей, увеличивая риск их гибели от болезней, недостатка питания и других неблагоприятных факторов. Истощение ресурсов пчеловода может также привести к вынужденному сокращению числа пчелиных семей на пасеке.

Предложенным частичным решением проблемы является разработка пчелиного улья с системами микроклимата и сбора мёда, а также технологии его производства, что снизит трудозатраты пчеловодов Алтайского края при управлении пасекой и сохранит популяцию пчёл.

В результате проведения патентного поиска выделены два основных патента, взаимодействие с которыми необходимо для исследования:

- Патент 2134507. Устройство для регулирования микроклимата в улье / Зимитрович В.С., Прудников А.В., Прохорова А.Н. [3];

- Патент 2594526. Искусственный медовый сот и улей, его содержащий / Андерсон Седар Джозеф (AU), Андерсон Стюарт Ральф (AU) [4].

АКТУАЛЬНОСТЬ РАЗРАБОТКИ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ПЧЕЛИНОГО УЛЬЯ С СИСТЕМАМИ МИКРОКЛИМАТА И СБОРА МЁДА

Взаимодействие с представленными патентами основано на изучении, описании технологий и прим знаний для разработки собственной системы микроклимата и потенциальной разработки собственной системы сбора мёда при дальнейшем развитии проекта.

Определение желаемых характеристик и потребительских качеств продукта на основе метода морфологического ящика позволяет сформировать технико-технологическое решение пчелиного улья, в процессе рассмотрения множества вариантов.

Применение метода морфологического ящика для разработки пчелиного улья, оснащённого системами микроклимата и сбора мёда:

Признаки и варианты решения:

1. Система сбора мёда: автоматический сбор мёда (P_1^1); сбор мёда в сотах (P_1^2); сбор мёда с помощью экстракции (P_1^3).

2. Регулирование микроклимата в улье: система микроклимата на основе электрони-

ки (P_2^1); ручное регулирование микроклимата (P_2^2).

3. Защита пчёл от вредителей и болезней: отсутствие защиты (P_3^1); применение противоварроатозной сетки (P_3^2).

4. Способ производства: конвейерный (P_4^1); ручной (P_4^2).

5. Потребители: пчеловоды Алтайского края (P_5^1); пчеловоды других регионов России (P_5^2); пчеловоды других стран (P_5^3).

6. Стоимость: до 30000 рублей. (P_6^1); более 30000 рублей. (P_6^2).

7. Рамки для автоматического сбора мёда: рамки на основе собственных разработок (P_7^1); рамки «Flow» (P_7^2).

Применение метода с учётом определения желаемых характеристик представлено в таблице 1.

Таблица 1 – Применение метода морфологического ящика для формирования технико-технологического решения пчелиного улья с системами регулирования микроклимата и сбора мёда

Выбранный вариант	Обозначение
Автоматический сбор мёда	(P_1^1)
Система микроклимата на основе электроники	(P_2^1)
Отсутствие защиты от вредителей и болезней	(P_3^1)
Ручной способ производства	(P_4^2)
Потребители – пчеловоды Алтайского края	(P_5^1)
Стоимость улья до 30000 рублей	(P_6^1)
Рамки для сбора мёда «Flow»	(P_7^2)

Результат применения метода морфологического ящика – выбранное технико-технологическое решение: [$(P_1^1); (P_2^1); (P_3^1); (P_4^2); (P_5^1); (P_6^1); (P_7^2)$] – пчелиный улей с автоматическим сбором мёда с помощью рамок «Flow», с системой микроклимата на основе электроники, без системы защиты пчёл от вредителей и болезней, но предусматривающий возможность применения различных методов защиты, производимый вручную, применяемый пчеловодами Алтайского края, стоимость которого менее 30000 рублей.

Конструкция улья, оснащённого системами микроклимата и автоматического сбора мёда включает в себя следующие компоненты:

– Корпус улья: изготовлен из дерева, экологичен и обеспечивает хорошую изоляцию и защиту от внешних воздействий.

– Система микроклимата: включает в себя датчики температуры, влажности и уровня углекислого газа, а также систему вентиляции и обогрева. Система регулировки температуры внутри улья использует датчики температуры для определения текущей температуры. Затем система включает или выключает обогреватель или вентилятор, чтобы поддерживать заданную температуру и влажность.

– Система сбора мёда: состоит из контейнера для мёда, который устанавливается рядом с ульем, и системы перекачки мёда из улья в контейнер. Рамка, ячейки которой разбиты по вертикали, в процессе сбора мёда трансформируется, и мёд стекает по стеклянным трубкам в подставленный контейнер.

В рамках проекта проводится разработка технологии производства пчелиного улья с системами микроклимата и сбора мёда, направленной на достижение требуемых показателей качества и эксплуатационной надёжности конечного продукта, которые должны соответствовать ГОСТ 20740–75 «Ульи деревянные. Технические условия», содержащему требования к изготавливаемым ульям.

Технологический процесс производства пчелиного улья с системами микроклимата и сбора мёда включает в себя ряд операций, представленных ниже.

1. Изготовление конструкции улья. Первичная обработка древесины: на этом этапе доски раскраиваются с помощью циркулярной пилы. Выполняется подрезка пазов, обеспечивающих надёжное соединение элементов конструкции, подрезка торцов стыкующихся досок в открывающихся частях улья (для предотвращения попадания влаги), выполнение пропилов под нижний леток, высверливание верхнего летка, изготовление заглушки нижнего летка, замков для открывающихся частей улья, полочки для рамок «Flow».

Осуществляется сборка основных элементов улья. Дно состоит из деревянного съёмного щита, четырёх досок по бокам, ножек. При сборке проклеиваются пазы, места стыка соединяются саморезами. Корпус собирается из четырех боковых стенок. Каждая стенка состоит из досок, соединенных шпунтовым соединением. Магазин, предназначенный для рамок типа «Flow», имеет аналогичную корпусу конструкцию. Передняя стенка магазина оборудована крышкой с запорным механизмом для доступа к системе автоматического сбора мёда. Внутренние пазы для рамок «Flow» имеют разную глубину для обеспечения гравитационного оттока мёда в направлении отводной трубки. Магазин оснащен смотровым окном, позволяющим визуально контролировать степень заполнения рамок. Двускатная крыша обеспечивает защиту улья от атмосферных воздействий.

2. Сборка и установка системы микроклимата. Устанавливаются датчики темпера-

туры внутри и снаружи улья, датчик влажности внутри улья. Устанавливается обогреватель и вентилятор, источник питания, накопитель энергии, терморегулятор.

3. Установка рамок «Flow». Данное направление предусматривает только установку рамок «Flow» в подготовленный магазин.

Визуально представление технологического процесса производства пчелиного улья показано на рисунке 1.



Рисунок 1 – Технологический процесс производства пчелиного улья с системами регулирования микроклимата и сбора мёда

Технологический процесс описывает изготовление пчелиного улья, обладающего необходимыми функциональными характеристиками и обеспечивающего оптимальные условия для жизнедеятельности пчелиной семьи и эффективного сбора мёда.

При реализации инновационного проекта технологии производства пчелиного улья, оснащенного системами микроклимата и сбора мёда, достигается социальный эффект, затрагивающий экономическую, экологическую и социально-демографическую сферы.

Характеристика социального эффекта от реализации инновационного проекта:

1. Снижение трудозатрат пчеловодов при управлении пасекой: применение системы микроклимата и рамок «Flow» для автоматического сбора мёда в пчелином улье значительно сократит затраты времени и физических сил в процессах пчеловодства, связанных с контролем условий в улье и извлечением мёда. Сокращение ручного труда ведёт к потенциальному росту пчеловодческих предприятий.

АКТУАЛЬНОСТЬ РАЗРАБОТКИ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ПЧЕЛИНОГО УЛЬЯ С СИСТЕМАМИ МИКРОКЛИМАТА И СБОРА МЁДА

2. Сохранение популяции пчел: оптимизация микроклимата улья экономит энергетические ресурсы пчёл, увеличивая продолжительность их жизни, повышает устойчивость пчелиных семей к болезням за счёт снижения стрессовых факторов. Минимизация антропогенного воздействия при осмотрах, обработках и сборе мёда положительно влияет на здоровье пчёл.

3. Развитие агропромышленного комплекса Алтайского края: активное опыление сельскохозяйственных культур пчёлами, обусловленное ростом их популяции, приводит к повышению урожайности и улучшению качественных характеристик продукции, включая питательную ценность, вкусовые качества и сроки хранения.

4. Увеличение налоговых поступлений в региональный бюджет: повышение производительности в пчеловодстве и сельском хозяйстве способствует росту доходов пчеловодов и агропредприятий, что увеличивает налоговые поступления, способствует развитию малого и среднего бизнеса, а также расширяет экспорт пчеловодческой продукции.

Оперативное выявление и оценка рисков, связанных с вероятностью потерь при

инвестировании в производство новшеств, а также разработка соответствующих мер по их минимизации или устранению, являются важными задачами обеспечения устойчивости и эффективности проекта.

Структура рисков, характерных для производства пчелиного улья, оснащённого системами микроклимата и сбора мёда, отражена в таблице 2.

Для устранения или уменьшения влияния рисков на производство, необходимы дополнительные исследования, финансирование и обучение персонала. Для снижения или устранения внешних рисков проводятся маркетинговые исследования и применение современных экологических технологий.

Управление инновационными проектом технологии производства пчелиного улья с системами микроклимата и сбора мёда требует системного подхода.

Эффективность управления проектом зависит от организации и взаимодействия всех этапов проекта. В таблице 3 представлена характеристика стадий системы управления инновационным проектом.

Таблица 2 – Возможные риски инновационного проекта технологии производства пчелиного улья, оснащённого системами микроклимата и сбора мёда

Характеристика	Пути решения
Научно-технические риски	
Кадровый и ресурсный дефицит, препятствующий проведению исследований в сфере пчеловодства.	Привлечение государственного финансирования для научных исследований; сотрудничество НОО, предприятий, пчеловодов и общественных организаций.
Технико-технологические риски	
Риск несовместимости системы микроклимата и системы автоматического сбора мёда.	Анализ требований обеих систем; выбор совместимых компонентов; тестирование обеих систем в синтезе.
Организационно-экономические риски	
Сезонность продукта – спрос на пчелиные ульи высокий в весенне-летний период.	Учет сезонности в плане производства и сбыта, распределение прибыли.
Апробационные риски	
Изменение поведения пчёл вследствие новых условий внутри улья.	Проведение НИОКР, гибкая стратегия развития для своевременной адаптации производства.
Риски на фазе роста жизненного цикла продукта	
Сопротивления со стороны традиционного пчеловодства против внедрения новых технологий.	Сотрудничество между пчеловодами, учёными и общественными организациями; формирование спроса потребителей через ярмарки, выставки, научные конференции.

Таблица 3 – Характеристика стадий системы управления инновационного проекта технологии производства пчелиного улья, оснащённого системами микроклимата и сбора мёда

Стадия проекта	Характеристика
Исследование проблемы	Анализ проблемы, определение темы, цели, задач и гипотезы исследования, исследование рынка.
Разработка новшества	Разработка концептуального образа новшества, разработка модели товародвижения новшества, разработка технико-технологического решения новшества, разработка модели маркетинговых исследований, разработка карты технического уровня новшества, формирование технического описания новшества.
Разработка модели производства	Подготовка исходных данных для разработки модели производства, разработка инвестиционного плана проекта, разработка операционного плана проекта, определение финансирования проекта, анализ результатов моделирования производства.
Апробация проекта	Создание пробного образца продукта, его тестирование, внесение изменений
Практическая реализация проекта	Разработка системы контроля качества, идентификация и оценка рисков, разработка системы сбыта, оценка эффективности и экспертиза проекта, оценка инновационного потенциала, определение конкурентных преимуществ проекта, формирование интеллектуальной собственности
Прогноз дальнейшего развития	Инновационная диффузия проекта, рекомендации для дальнейшего развития

Таким образом, разработка технологии производства пчелиного улья, оснащенного системами микроклимата и сбора мёда, актуальна для решения проблемы трудоёмкости ручного процесса ухода за пасекой, так как снижается потребность в ручном труде при мониторинге и регулировании микроклимата улья, а также при сборе мёда.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Тихомиров, В. В. Пчеловодство для начинающих. Самое понятное пошаговое руководство на весь год [Текст] / Тихомиров, В. В. - Москва: Издательство «Эксмо», 2023 – 256 с.
2. Министерство сельского хозяйства Российской Федерации. Оперативная информация о ситуации в подотрасли пчеловодства по данным органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации по состоянию на 15.05.2023 г. [Электронный ресурс] / Министерство сельского хозяйства Российской Федерации: [сайт]. — Режим доступа: <https://mcx.gov.ru/upload/iblock/2af/zree0at00hqcrd5z8y8hj8sa4x8kqd40.pdf>
3. Патент 2134507 Российская Федерация, МПК А 01 К 47/06 А 01 К 47/00. Устройство для ре-

гулирования микроклимата в улье [Текст] / Зимитрович В.С., Прудников А.В., Прохорова А.Н.; заявитель и патентообладатель Кубанский государственный аграрный университет. – №97120644/13; заявл. 11.12.1997; опубл. 20.08.99. – 2 с.

4. Патент 2594526 Российская Федерация, МПК А 01 К 47/04 А 01 К 59/02. Искусственный медовый сот и улей, его содержащий [Текст] / АНДЕРСОН СЕДАР ДЖОЗЕФ (AU), АНДЕРСОН СТЮАРТ РАЛЬФ (AU); заявитель и патентообладатель ФЛОУБИИ АВСТРАЛИЯ ПТИ Лтд. – № 2014128162/13; заявл. 21.12.2012; опубл. 20.08.2016, Бюл. № 23. – 2 с.

Рубцова Ирина Николаевна - студентка гр. Ин-11 ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», e-mail: rubtsova.in81@mail.ru

Петерникова Ксения Львовна - старший преподаватель кафедры «Механика и инноватика» ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», e-mail: klmoiseenko@gmail.com

АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ДРЕВЕСНЫХ ОТХОДОВ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПЛИТ ПОКРЫТИЯ

И. В. Ковтун, Л. Н. Пантюшина, Е. В. Вербицкая

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, г. Барнаул

В статье рассматривается возможность применения отходов деревообрабатывающей промышленности в качестве утеплителя для небольших клефанерных плит покрытия.

Ключевые слова: строительство, ограждающие конструкции, плита покрытия, древесные стружки, древесная кора.

Стропильные системы становятся всё более популярными в строительстве, по причине простоты изготовления и надёжности эксплуатации. Стропила как правило устанавливаются с шагом порядка 1-1,5 метров и являются несущими конструкциями покрытия.

В качестве ограждающих конструкций стропильных покрытий мы предлагаем использовать маломерную утепленную клефанерную плиту. Она состоит из дощатого каркаса и фанерных обшивок, которые приклеены к рёбрам каркаса водостойкими клеями. В строительстве есть опыт применения клефанерных плит покрытия больших размеров (до 6 м) с утеплителем из минеральной ваты. Мы предлагаем использовать в качестве утеплителя материалы на основе экологически чистые материалы из отходов деревообрабатывающей промышленности (древесной коры и древесной стружки). Для фиксации древесной стружки или коры внутри каркасной плиты предлагается использовать клей ПВА или эпоксидную смолу (по результатам экономического сравнения).

Характеристики плиты:

- Размеры: 1000 мм х 500 мм.
- Каркас: изготовлен из сосновой доски 2-го сорта толщиной 50 мм с плотностью $\rho = 5 \text{ кН/м}^3$.
- Высота определяется теплотехническим расчетом.
- Обшивки: 7-слойная фанера ФСФ, сорта В/ВВ, плотностью $\rho = 6 \text{ кН/м}^3$.
- Промежуточный слой (утеплитель): пористый материал из древесной коры или древесной стружки, орашенный клеем ПВА или эпоксидной смолой. Толщина слоя утеплителя рассчитывается с помощью теплотехнического анализа.

Исходная форма древесной стружки в виде завитков с воздушными промежутками между ними обеспечивают хорошую тепло- и звукоизоляцию (Рисунок 1).

ПОЛЗУНОВСКИЙ АЛЬМАНАХ № 2 2025



Рисунок 1 – Древесная стружка. Общий вид



Рисунок 2 – Древесная кора. Общий вид



Рисунок 3 – Образцы двух экспериментов

Второй вид утеплителя – из коры толщиной не более 5 мм, которая тоже имеет кольцеобразную форму (Рисунок 2).

Чтобы изучить свойства утеплителя из древесной стружки или коры, мы провели два эксперимента.

Эксперимент первый.

Проводился с целью определить возможность применения в качестве связующего клея ПВА. Для этой цели, клей ПВА был разведен с водой в следующей пропорции 1:4. Затем, в первую стеклянную форму была помещена древесная стружка, а во вторую – древесная кора. После этого проводилось опрыскивание тонким слоем водного раствора клея ПВА (Рисунок 3).

Второй эксперимент.

В качестве связующего была использована модифицированная эпоксидная смола с полиэтиленполиаминовым отвердителем (Рисунок 3).

В результате экспериментов было выяснено, что раствор клея ПВА и эпоксидный клей одинаково надёжно фиксируют древесную стружку и древесную кору, что даёт возможность использовать такой материал в качестве утеплителя.

Характеристики древесных наполнителей утеплителя:

- толщина стружки варьируется от 0,1 мм до 1 мм, принято среднее значение 0,5 мм;

- толщина коры варьируется от 1 мм до 2 мм, принято значение 1 мм;

- толщина воздушных прослоек варьируется от 1 мм до 3 мм, среднее значение — 1,5 мм;

- среднее количество слоёв стружки на 1 метр высоты составляет 500 слоёв;

- среднее количество слоёв коры на 1 метр высоты составляет 400 слоёв.

R0 - теплопередача для ограждающих конструкций г. Барнаула. (2,62 (м² · °С)/Вт) [2]

Теплопроводность сосны поперек волокон:

$$\lambda_1 = 0,09 \text{ Вт/(м}^\circ\text{С)} [1]$$

Теплопроводность древесной коры:

$$\lambda_2 = 0,0475 \text{ Вт/(м}^\circ\text{С)}$$

Теплопроводность 7-ми слойной фанеры марки ФСФ:

$$\lambda_2 = 0,12 \text{ Вт/(м}^\circ\text{С)}, \text{ толщина – 15 мм. [1]}$$

Опираясь на полученные данные после теплотехнического расчёта была определена толщина утеплителя на основе древесной стружки и коры:

- Толщина утеплителя из древесной коры – 90 мм [3]

- Толщина утеплителя из древесной стружки - 170 мм [3]

Для сравнительного анализа теплотехнических свойств, предлагаемых утеплителей, в сравнение был включен традиционный утеплитель из минеральной ваты. Результаты теплотехнических расчетов приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты теплотехнического расчета

Теплотехнические параметры	Вид утеплителя		
	Из древесной стружки	Из древесной коры	Из минваты
Плотность, ρ_0 , кг/м ³	100	240	200
Толщина слоя утеплителя	0,17	0,09	0,2
Приведённое сопротивление теплопередаче	1,895	1,895	1,895
Расчетный температурный перепад	1,9	1,8	1,7
Минимальная температура на участках внутренней пов-ти наружных ограждений	19,7	19,7	19,7

Были определены разраты для изготовления одной маламерной клеефанерной плиты с разными видами утеплителями. Для оценки экономической эффективности предлагаемых утеплителей, были определены затраты для изготовления одной маламерной

клеефанерной плиты с разными видами утеплителями (таблица 2).

АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ДРЕВЕСНЫХ ОТХОДОВ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПЛИТ ПОКРЫТИЯ

Таблица 2 – Результаты технико-экономического сравнения вариантов

Строительный материал	Ед. изм.	Цена за ед. изм, руб	Объем, необходимый для изготовления одной плиты	Затраты на изготовление одной плиты, руб.		
				стружка	Мин. вата	Кора
Фанера толщиной 6 мм	1 шт.	290	0,5	145	145	145
Обрезная доска (2 сорт) 50х120х6000 мм	1 м ³	5900	0,03	177	-	177
Обрезная доска (2 сорт) 50х225х6000 мм	1 м ³	9750	0,0375	-	365,6	-
Древесная стружка	1 м ³	150	0,038	5,7	-	-
Древесная кора	1 м ³	380	0,038	-	-	14,44
Клей ПВА	1 кг	182	1,3	236,6	-	236,6
Эпоксидный клей	1 кг	724	0,5	362	-	362
Минеральная вата 610х1170х100 мм	1 упак.	1200	0,285	-	342	
Итого:				564,3; 689,7	852,6	573,04; 698,4

В результате сравнительного анализа утеплитель из древесной стружки или коры со связующим на основе клея ПВА или эпоксидного клея обладает отличными теплоизоляционными свойствами и может успешно конкурировать с существующими материалами для теплоизоляции.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. СП 50.13330.2012. Тепловая защита зданий. – М.: Стройиздат, 2012 - 98 с.
2. СП 131.13330.2012. Строительная климатология. – М.: Стройиздат, 2012 - 96 с.
3. СП 23-101-2004. Проектирование тепловой защиты зданий. – М.: Стройиздат, 2004 -145 с.

Ковтун Илья Владимирович – магистрант ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», e-mail: ilya.kovtun.2017@mail.ru.

Пантюшина Лариса Николаевна – к.т.н., доцент кафедры «Строительные конструкции» ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», e-mail: pantushinalarisa@mail.ru.

Вербицкая Елена Васильевна – старший преподаватель кафедры «Строительные конструкции» ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», e-mail: alenapantushina@mail.ru.

ПРИМЕНЕНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ВНУТРЕННИХ ГАЗОПРОВОДОВ: ИННОВАЦИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Д. С. Драгалин, Д. С. Морозова, И. А. Бахтина

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, г. Барнаул

Рассмотрены определение искусственного интеллекта в контексте моделирования газопроводов, преимущества использования искусственного интеллекта и примеры использования искусственного интеллекта в газовой отрасли.

Ключевые слова: искусственный интеллект, газопровод, моделирование, технологии, газовая отрасль.

С развитием технологий искусственного интеллекта (ИИ) и машинного обучения (ML) появляются новые возможности для оптимизации проектирования, эксплуатации и управления внутренними газопроводами. ИИ позволяет не только автоматизировать процессы, но и находить неочевидные решения, повышая эффективность и безопасность газовых систем. В этой статье рассмотрим, как искусственный интеллект применяется для моделирования внутренних газопроводов, какие задачи он решает и какие перспективы открывает для отрасли.

Искусственный интеллект представляет собой набор технологий с помощью которого анализируются данные, обучаются на основе данных и принимаются необходимые инженерные решения. Применение ИИ позволяет не только исключить «человеческие» ошибки при проектировании таких опасных систем как газопроводы, но и ускорить процесс их проектирования. В моделировании газопроводов ИИ используется для [1, 2]:

- Анализа больших объемов данных.
- Прогнозирования поведения системы.
- Оптимизации параметров.
- Обнаружения аномалий и предотвращения аварий.

Преимущества использования ИИ для моделирования внутренних газопроводов:

1. Точность прогнозирования:

ИИ анализирует исторические данные и текущие параметры, чтобы предсказать возможные изменения в работе газопровода.

2. Оптимизация параметров:

Алгоритмы ИИ могут находить оптимальные режимы работы газопровода, минимизируя энергопотребление и потери.

3. Обнаружение аномалий:

ИИ способен выявлять утечки газа, изменения давления и другие аномалии на ранних стадиях.

4. Автоматизация процессов:

ИИ позволяет автоматически проводить мониторинг и анализ данных, которые являются рутинными задачами при моделировании газопроводов.

Снижение затрат:

Оптимизация работы газопроводов с помощью ИИ снижает затраты на эксплуатацию и техническое обслуживание.

Применение ИИ для моделирования внутренних газопроводов

Искусственный интеллект используется для решения различных задач на этапах проектирования, эксплуатации и управления газопроводами:

1. Гидравлическое моделирование

ИИ анализирует данные о давлении, расходе и температуре газа, чтобы оптимизировать параметры работы газопровода.

2. Прогнозирование изменений в гидравлических режимах при изменении нагрузки.

3. Обнаружение утечек

Алгоритмы ИИ анализируют данные с датчиков и выявляют аномалии, указывающие на утечки газа. Использование нейронных сетей для классификации сигналов и определения местоположения утечек.

4. Прогнозирование нагрузок

ИИ предсказывает изменения в потреблении газа на основе исторических данных и внешних факторов (например, погоды или сезонности).

5. Оптимизация маршрутов

ИИ помогает выбрать оптимальную конфигурацию газопровода, учитывая архитектурные ограничения и требования безопасности.

6. Управление активами

ПРИМЕНЕНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ВНУТРЕННИХ ГАЗОПРОВОДОВ: ИННОВАЦИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ

ИИ анализирует состояние оборудования и прогнозирует необходимость технического обслуживания или замены [3].

Технологии, используемые в ИИ для моделирования газопроводов

1. Нейронные сети. Используются для анализа сложных данных, таких как показания датчиков или изображения с камер.

2. Машинное обучение. Алгоритмы ML обучаются на исторических данных, чтобы предсказывать будущие события, такие как изменения давления или утечки.

3. Глубокое обучение. Применяется для обработки больших объемов данных, таких как спутниковые снимки или данные LiDAR.

4. Обработка естественного языка (NLP). Используется для анализа текстовых данных, таких как отчеты о техническом обслуживании или нормативные документы.

Примеры использования ИИ в газовой отрасли (рисунок 1) [4].

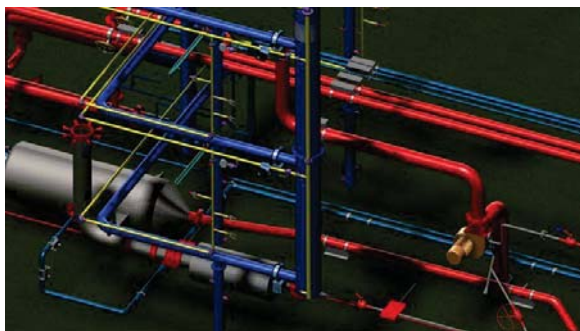


Рисунок 1 – Создание газопроводов

Компания «РН-Пурнефтегаз», входящая в состав НК «Роснефть», внедрила систему автоматизированного управления бурением, основанную на ИИ. Это позволило сократить время бурения скважин в среднем на 11,7 часов и принесло экономический эффект в размере около 1,7 миллиона рублей на каждую скважину. Система работает автоматически, опираясь на исходные параметры и внося корректировки в процесс бурения

Компания Google использует ИИ для оптимизации работы газовых сетей, снижая энергопотребление и выбросы.

Газовые компании в Европе: используют ИИ для анализа данных с умных счетчиков и прогнозирования потребления газа.

Несмотря на преимущества, внедрение ИИ в газовой отрасли сталкивается с некоторыми вызовами:

- Высокая стоимость внедрения: требуются инвестиции в оборудование и обучение персонала.

- Необходимость больших объемов данных: для обучения алгоритмов ИИ необходимы качественные данные.

- Сопротивление изменениям: не все компании готовы переходить на новые технологии.

Заключение.

Применение искусственного интеллекта для моделирования внутренних газопроводов – это важный шаг в развитии газовой отрасли. ИИ предлагает уникальные возможности для оптимизации работы газовых сетей, повышения их безопасности и снижения затрат. Несмотря на некоторые вызовы, ИИ становится неотъемлемой частью современных проектов, способствуя их устойчивому развитию.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бяшимов, П. Строительство и искусственный интеллект: преимущества и недостатки. Бяшимов П., Какабаева М., Довлетгельдыев Ы., Ораев М. // Международный научный журнал «Символ науки». – 2024. – С. 32 – 34.

2. Казанин, А.Г. Тенденции и перспективы развития нефтегазового сектора в условиях цифровизации: автореф. дис. канд. тех. наук, Москва, 2020. – 11 с.

3. Бунин, Н.С. Параметрическое конструирование сети газоснабжения в программном комплексе ZULUGIS 8.0. Бунин Н.С., Бахтина И.А., Басманов Н.Н. В сборнике: Современная техника и технологии: проблемы, состояние и перспективы. Материалы XII Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Рубцовский индустриальный институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», 2022. – С. 168-173.

4. ГОСТ Р 55472-2013. Трубопроводы газораспределительных сетей. Общие требования к проектированию и строительству. Дата введения 2014-01-01. – 31 с.

Драгалин Дмитрий Сергеевич – студент гр. 8Спгс-41, ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», e-mail: dimadragalin@mail.ru.

Морозова Диана Сергеевна – студент гр. С-33, ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», e-mail: dmorlezova@gmail.com

Бахтина Ирина Алексеевна – к.т.н., доцент кафедры «Инженерные сети, теплотехника и гидравлика», ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», e-mail: bia-altai@mail.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ СОБСТВЕННЫХ ДЕФОРМАЦИЙ И ПРОЧНОСТИ ПРИ СЖАТИИ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ, ВКЛЮЧАЮЩИХ ГЛИНИСТЫЕ МИНЕРАЛЫ И ВЫСОКОКАЛЬЦИЕВУЮ ЗОЛУ УНОСА

В. Н. Ющенко, А. О. Хребто

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, г. Барнаул

В рамках государственной программы осуществляется активное исследование возможностей применения золошлаковых отходов, образующихся на тепловых электрических станциях, в различных отраслях промышленности.

Эксперименты показывают, что в песчаных прессованных композиционных материалах с содержанием 10

-40% высококальциевой золы (ВКЗ) микротрещины появляются после 3-7 суток нормальной выдержки. Однако, предварительными исследованиями было установлено, что наличие примесей глины в песке смягчает деструкцию прессованных материалов на основе ВКЗ. В связи с этим, целью работы было измерение собственных деформаций и уменьшение их, а также определение прочности при сжатии прессованных композиционных материалов на основе ВКЗ с монтмориллонитовой глины (бентонита) и ВКЗ с каолиновой глиной (каолинит).

Ключевые слова: высококальциевая зола (ВКЗ), дорожное основание, оксид кальция, оксид магния, монтмориллонитовая глина, каолиновая глина, прессованные композиционные материалы, собственные деформации, прочность при сжатии, деструкция.

Зола тепловых электростанций привлекают к себе все возрастающее внимание, как в России, так и во многих зарубежных странах. В нашей стране на угольном топливе работают 172 ТЭЦ. При сжигании твердых видов топлива ежегодно образуется около 50 млн т различных золошлаковых отходов (ЗШО). Из них утилизируется и используется не более 10% золошлаков в год.

Являясь дешевым и практически неисчерпаемым источником сырья, зола широко используется в производстве вяжущих веществ, начиная с 1955 г.

Научные исследования показали, что зола и шлаки от сжигания твердых видов топлива представляют собой материалы, пригодные для применения во многих отраслях народного хозяйства, но не все топливные золы и шлаки способны непосредственно взаимодействовать с водой. Это характерно лишь для зол, содержащих свободные оксиды кальция и магния.

Наиболее эффективным путем утилизации и переработки золы является использование ее в качестве наполнителя в строительных материалах и изделиях [1].

Несмотря на то, что накоплен значительный опыт использования ЗШО, вопросы их рационального применения в строитель-

стве и других отраслях промышленности по-прежнему актуальны.

Так для строительства дорожных оснований с использованием высококальциевой золы следует учитывать, что наличие этого вещества как вяжущего нарушает целостность структуры. Для нейтрализации деструкции возможно использование глин.

Это обусловлено тем, что глина содержит различные минералы, которые могут реагировать с компонентами золы, образуя более стабильные соединения. Также глина может обладать адсорбционными свойствами, поглощая некоторые вещества, которые могут вызывать деструкцию. Кроме того, глина может изменять pH среды, что также может влиять на химические процессы, приводящие к деструкции материалов.

Также стоит брать во внимание то, что при создании любых способов укрепления грунтов для эффективного изменения их начальных характеристик важно принимать во внимание все аспекты, связанные с глинисто-коллоидной частью грунта, его обменной способностью и составом поглощающего комплекса, а также минералогический и химический состав и генетические особенности грунта.

Бентонитовыми глинами (бентонитами) принято называть тонкодисперсные глины,

ИССЛЕДОВАНИЕ СОБСТВЕННЫХ ДЕФОРМАЦИЙ И ПРОЧНОСТИ ПРИ СЖАТИИ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ, ВКЛЮЧАЮЩИХ ГЛИНИСТЫЕ МИНЕРАЛЫ И ВЫСОКОКАЛЬЦИЕВУЮ ЗОЛУ УНОСА

состоящие не менее чем на 60-70 % из минералов группы монтмориллонита, обладающие высокой связующей способностью, адсорбционной и каталитической активностью. В качестве примесей в бентонитах встречаются смешанно-слойные минералы, гидрослюда, полыгорскит, цеолиты, каолинит и др.

Бентонит представляет собой сложный минерал, состав которого определяется содержанием в глине монтмориллонита, имеющего формулу $\text{Si}_8\text{Al}_4\text{O}_{20}(\text{OH})_4 \times n\text{H}_2\text{O}$, где кремний может замещаться различными катионами (алюминием, железом, цинком, магнием, кальцием, натрием, калием и др.).

Монтмориллонит обладает слоистой кристаллической структурой, высокой дисперсностью и ярко выраженной способностью к адсорбции, обмену катионов и гидрофильностью. Его кристаллическая структура (трехслойный пакет) характеризуется способностью к изоморфным замещениям в пределах кристаллической решетки в октаэдрическом слое: $\text{Al}^{3+} \rightarrow \text{Mg}^{2+} \rightarrow \text{Fe}^{2+} \rightarrow \text{Zn}^{2+} \rightarrow \text{Li}^+$. Промежутки между слоями элементарных пакетов и межпакетные промежутки структуры монтмориллонита рассматриваются как пластинчатые микропоры. По особенностям пористой структуры монтмориллонит относится к слоистым силикатам с расширяющейся структурной ячейкой [2].

Каолинит, минерал класса силикатов, $\text{Al}_2(\text{Si}_2\text{O}_5)(\text{OH})_4$. Относится к силикатам слоистой структуры. Кристаллизуется в триклинной сингонии. Полиморфен с диккитом, накритом и галлузитом.

Каолинит — основной компонент многих глин. Образуется при каолинизации (выветривании и гидротермальном изменении полевошпатовых пород).

В основе кристаллической структуры каолинита лежат бесконечные листы из тетраэдров $\text{Si}-\text{O}_4$, имеющих три общих кислорода и связанных попарно через свободные вершины алюминием и гидроксидом. Эти листы соединены между собой слабыми связями, что обуславливает весьма совершенную спайность каолинита и возможность различного наложения одного слоя на другой, что, в свою очередь, ведёт к некоторому изменению симметрии всей кристаллической постройки [3].

Для композиции с компонентами 5-20% монтмориллонитовой глины, 10-40% каолиновой глины, 10-40% ВКЗ и песок речной II класса, тонкий, модуль крупности — 1,1 на приборе определена оптимальная влажность (Wопт) при максимальной плотности гранич-

ных составов 10%+10%, 20%+20% глины и ВКЗ, остальная влажность определялась методом интерполяции. Смеси прессовались при удельном давлении 15 МПа. с выдержкой 90 сек.

Для измерения собственных деформаций в образце цилиндрической формы 50x50 мм. по торцам приклеены металлические шарики на эпоксидный клей. Образцы выдерживались в нормальных условиях с ежедневным измерением длины электрическим микрометром.

Прочность образцов на сжатие определялась на 3, 7, 28, 56 сутки на гидравлическом прессе.

Проведенные испытания на сжатие показали, что среди образцов с 5% содержанием бентонита наибольшую прочность продемонстрировали образцы с 30% содержанием ВКЗ на 3 сутки в 1,52 МПа, но на 7 сутки значения этого состава снизились до 0,45 МПа, на 56 сутки образцы этого состава набрали прочность до 1 МПа, что на 0,65 МПа больше, чем в 28 сутки. Можно заметить, что на 3 сутки деструкция не успела повлиять на этот состав тем самым он успел набрать самую высокую прочность, но к 7 суткам расширения начали оказывать влияние на прочность отрицательно (рисунок 1). Наименьшую прочность в 0,25 МПа на 3 сутки показал состав с 5% содержанием бентонита и 10% содержанием ВКЗ, на 56 сутки этот состав показал значение в 0,9 МПа, что является вторым показателем среди составов с 5% содержанием монтмориллонитовой глины (рисунок 2). Такие характеристики получены в связи с тем, что для набора прочности недостаточно 10% ВКЗ, но в то же время на длительной дистанции значения удлинений были самыми минимальными (рисунок 1), что и говорит вторым показателем прочности. Удлинения оказались очень большими, что отрицательно сказалось на прочности образцов. Такие низкие прочностные характеристики обусловлены тем, что количества глины не хватает, чтобы предотвратить разрушение структуры, которое происходит из-за высококальциевой золы в составе образцов. Деструкция камня прослеживается на поверхности образцов, начинают расползаться трещины (рисунок 3). Потерю прочности на 7 сутки можно связать с увеличением удлинений и соответственно с нарушением структуры. На 56 сутки удлинения замедляются и можно наблюдать незначительный прирост прочности. Такие составы не являются пригодными для применения.

График зависимости удлинений от содержания ВКЗ и продолжительности твердения с 5% содержанием бентонита

$$L = (0,001) \cdot \text{ВКЗ}^2 + (-0,0021) \cdot T^2 + (0,01) \cdot \text{ВКЗ} \cdot T + (0,04) \cdot \text{ВКЗ} + (0,22) \cdot T + (-1,61)$$

Удлинения, мм/м

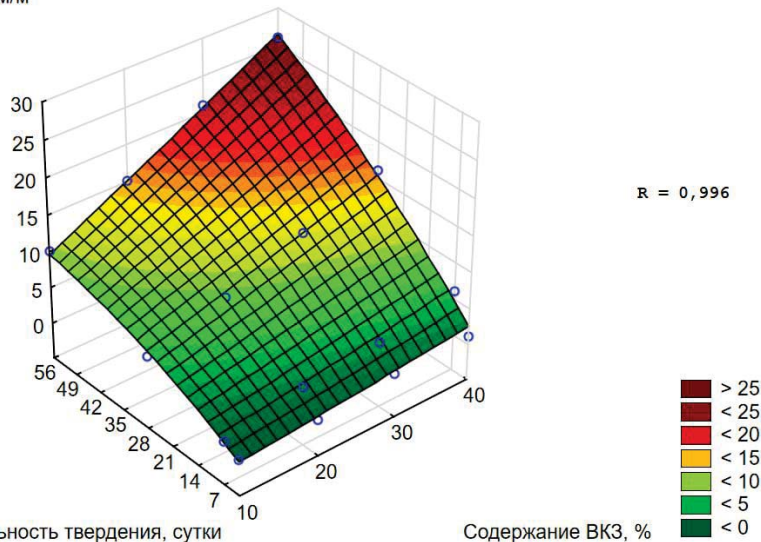


Рисунок 1 – График зависимости удлинений от содержания ВКЗ продолжительности твердения с 5 % содержанием бентонита

График зависимости прочности на сжатие от содержания ВКЗ и продолжительности твердения образцов с 5% содержанием монтмориллонитовой глины

$$R_{сж} = (-0,0014) \cdot \text{ВКЗ}^2 + (0,0005) \cdot T^2 + (-0,00035) \cdot \text{ВКЗ} \cdot T + (0,073) \cdot \text{ВКЗ} + (-0,0163) \cdot T + (-0,192)$$

Прочность при сжатии, МПа

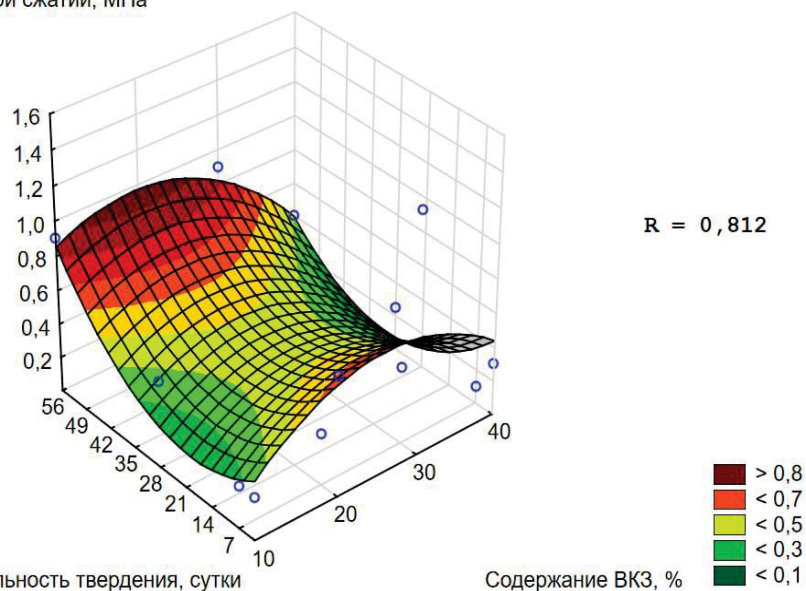


Рисунок 2 – График зависимости прочности при сжатии от содержания ВКЗ и продолжительности твердения с 5 % содержанием бентонита

ИССЛЕДОВАНИЕ СОБСТВЕННЫХ ДЕФОРМАЦИЙ И ПРОЧНОСТИ ПРИ СЖАТИИ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ, ВКЛЮЧАЮЩИХ ГЛИНИСТЫЕ МИНЕРАЛЫ И ВЫСОКОКАЛЬЦИЕВУЮ ЗОЛУ УНОСА



Рисунок 3 – Деформация расширения образца

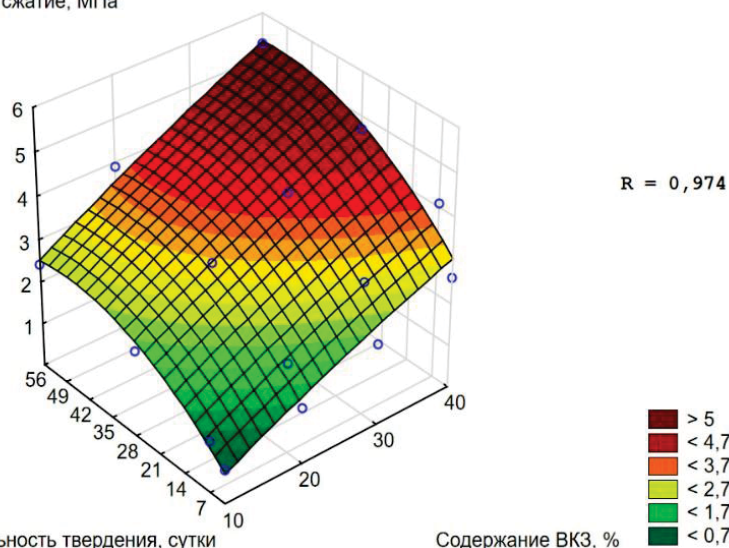
Составы с 15% содержанием монтмориллонитовой глины показывают медленный и постепенный рост прочности. На 56 сутки значения прочности показали следующее: 2,2 МПа, 3,8 МПа, 4,6 МПа, 5,6 МПа для 10 %, 20%, 30 % и 40 % ВКЗ соответственно (рисунок 4). В сравнении с прошлыми составами в которых используется 5% бентонита, составы с 15% содержанием показывают более стабильные значения, что связано с уменьшени-

ем удлинений (рисунок 5). Из графика видно, что на 3 сутки удлинения увеличиваются с повышением ВКЗ в составе стабильно, но совсем незначительно. К 56 суткам максимальные удлинения подходят к 6-8 мм/м, что в 5 раз меньше, чем с 5% содержания бентонита. Но такие удлинения еще могут отрицательно влиять на прочность.

График зависимости прочности на сжатие от содержания ВКЗ и продолжительности твердения с 15% содержанием бентонита

$$R_{сж} = (-0,0005) \cdot ВКЗ^2 + (-0,001) \cdot T^2 + (0,00032) \cdot ВКЗ \cdot T + (0,1) \cdot ВКЗ + (0,1) \cdot T + (-0,531)$$

Прочность на сжатие, МПа



Продолжительность твердения, сутки

Содержание ВКЗ, %

Рисунок 4 – График зависимости прочности при сжатии от содержания ВКЗ и продолжительности твердения с 15 % содержанием бентонита

График зависимости удлинений от содержания ВКЗ продолжительности твердения с 15 % содержанием монтмориллонитовой глины

$$L = (1,85-006) \cdot BK3^3 + (-3,121-006) \cdot T^3 + (-1,83-005) \cdot BK3^2 \cdot T + (1,9243e-005) \cdot BK3 \cdot T^2 + (0,036)$$

Удлинения L, мм/м

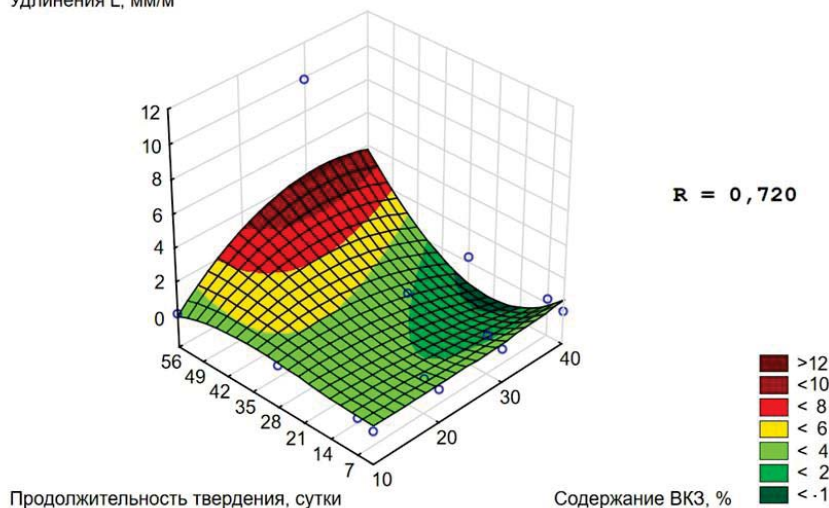


Рисунок 5 – График зависимости удлинений от содержания ВКЗ продолжительности твердения с 15 % содержанием бентонита

На рисунке 6 отражены показатели предела прочности при сжатии образцов в состав которых входит глина с 20% содержанием бентонита и 10-40% ВКЗ. На рисунке 7 видно, что максимальное удлинение не превышает 1,4 мм/м, это говорит о том, что деструкция уже не может влиять на прочность

образцов. На рисунке 6 видно, что на протяжении всего времени значения растут, из этого можно сделать вывод о том, что такое количество глины справляется с нейтрализацией деструкции и исключает сильные удлинения образцов (рисунок 7).

График зависимости прочности на сжатие от содержания ВКЗ и продолжительности твердения с 20% содержанием бентонита

$$R_{сж} = (-3,0167e-015) \cdot BK3^2 + (-0,00133) \cdot T^2 + (0,0012) \cdot BK3 \cdot T + (0,044) \cdot BK3 + (0,107) \cdot T + (0,25)$$

Прочность на сжатие, МПа

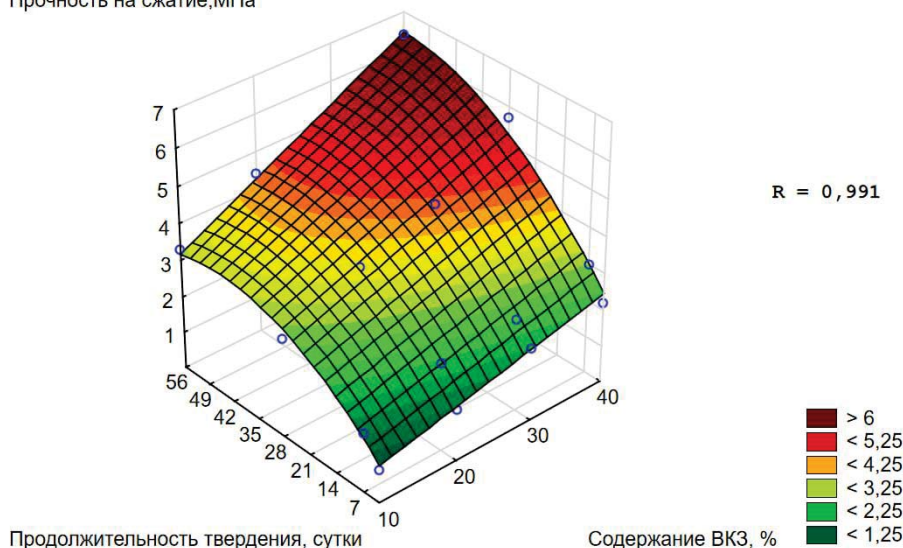


Рисунок 6 – График зависимости прочности при сжатии от содержания ВКЗ и продолжительности твердения с 20 % содержанием бентонита

ИССЛЕДОВАНИЕ СОБСТВЕННЫХ ДЕФОРМАЦИЙ И ПРОЧНОСТИ ПРИ СЖАТИИ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ, ВКЛЮЧАЮЩИХ ГЛИНИСТЫЕ МИНЕРАЛЫ И ВЫСОКОКАЛЬЦИЕВУЮ ЗОЛУ УНОСА

График зависимости удлинений от содержания ВКЗ и продолжительности твердения с 20% содержанием бентонита

$$L = (2,5e-005) \cdot BKZ^2 + (0,0002) \cdot T^2 + (0,0004) \cdot BKZ \cdot T + (0,0021) \cdot BKZ + (-0,0014) \cdot T + (-0,06)$$

Удлинения, мм/м

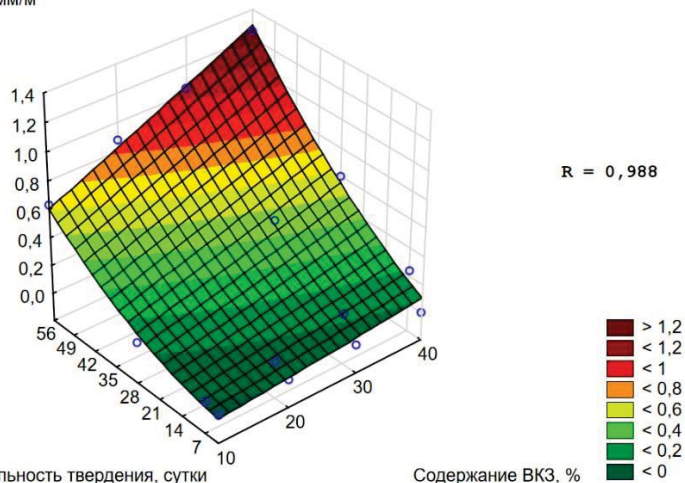


Рисунок 7 – График зависимости удлинений от содержания ВКЗ и продолжительности твердения с 20 % содержанием бентонита

Проведенные испытания на сжатие показали, что среди образцов с 10% содержанием каолиновой глины наибольшую прочность продемонстрировали образцы с 40% содержанием ВКЗ на 3 сутки в 1,1 МПа, но на 7 сутки значения этого состава снизились до 0,41 МПа, на 56 сутки образцы этого состава набрали прочность до 0,78 МПа. Наименьшую прочность с 10% содержанием каолиновой глины в 0,4 МПа на 3 сутки показал состав с 10% содержанием ВКЗ, на 56 сутки

этот состав показал значение в 0,5 МПа, образцы с 20% и 30% содержанием ВКЗ в составе 10% глины показывают близкие друг к другу значения (рисунок 8). На рисунке 9 показана зависимость удлинений, заметно как пропорционально времени твердения и увеличению дозировки ВКЗ увеличиваются удлинения. Такая конфигурация является неудовлетворительной, так как составы подвержены сильной деструкции из-за чего показывают низкий предел прочности при сжатии.

График зависимости прочности на сжатие от содержания ВКЗ и продолжительности твердения при 10% каолиновой глины

$$R_{сж} = (-0,00034) \cdot BKZ^2 + (0,000512) \cdot T^2 + (-0,00013) \cdot BKZ \cdot T + (0,0312) \cdot BKZ + (-0,026) \cdot T + (0,201455)$$

Прочность при сжатии, МПа

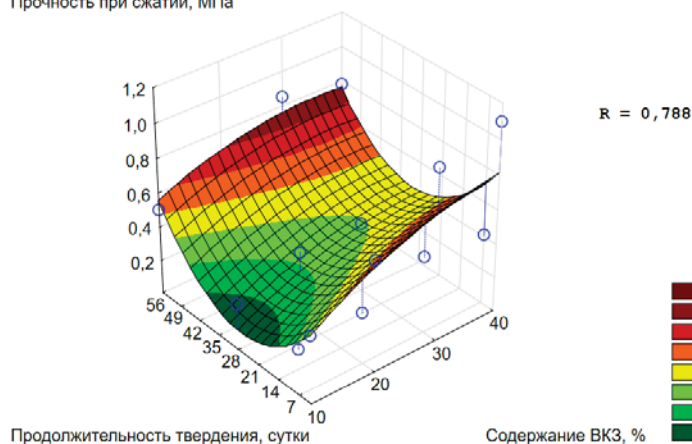


Рисунок 8 – График зависимости прочности при сжатии от содержания ВКЗ и продолжительности твердения при 10% содержании каолинита

График зависимости удлинений от содержания ВКЗ и продолжительности твердения при 10 % каолиновой глины

$$L = (-6,14 - 0,07) \cdot \text{ВКЗ}^3 + (6,48 - 0,07) \cdot T^3 + (7,51 \cdot 10^{-6}) \cdot \text{ВКЗ}^2 \cdot T + (-3,9 - 0,06) \cdot \text{ВКЗ} \cdot T^2 + (0,0055)$$

Удлинения L, мм/м

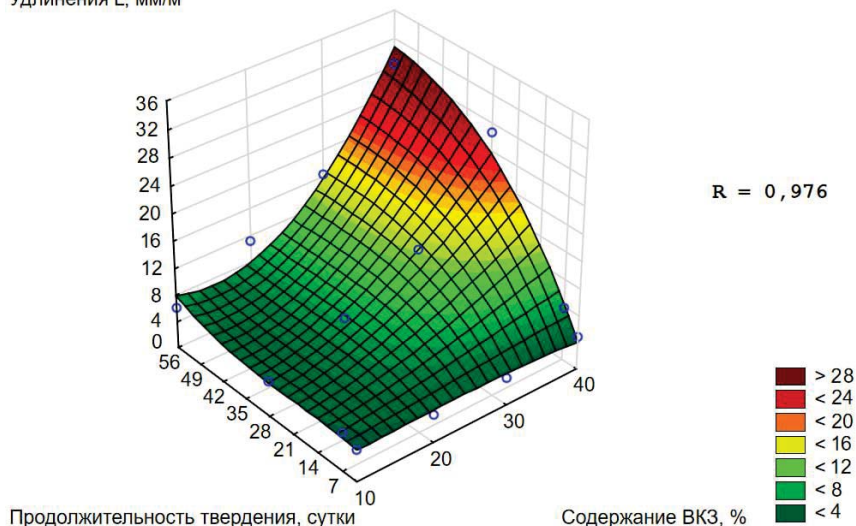


Рисунок 9 – График зависимости удлинений от содержания ВКЗ и продолжительности твердения при 10 % содержании каолинита

Среди составов с 30% содержанием каолиновой глины наибольшую прочность при сжатии (рисунок 10) на 3 сутки показали образцы с 40% ВКЗ – это 1,85 МПа, на 7 сутки значение увеличилось до 2 МПа. Тенденцию роста можно наблюдать и остальных образцов с 10-30 % содержанием ВКЗ. Это обу-

словлено, тем что добавление 30% каолиновой глины в 2 раза уменьшило удлинения (рисунок 11) и поспособствовало стабильному набору прочности.

График зависимости прочности на сжатие от содержания ВКЗ и продолжительности твердения с 30% содержанием каолинита

$$R_{сж} = (-0,00044) \cdot \text{ВКЗ}^2 + (-0,00021) \cdot T^2 + (0,00041) \cdot \text{ВКЗ} \cdot T + (0,1) \cdot \text{ВКЗ} + (0,03) \cdot T + (0,6)$$

Прочность на сжатие, МПа

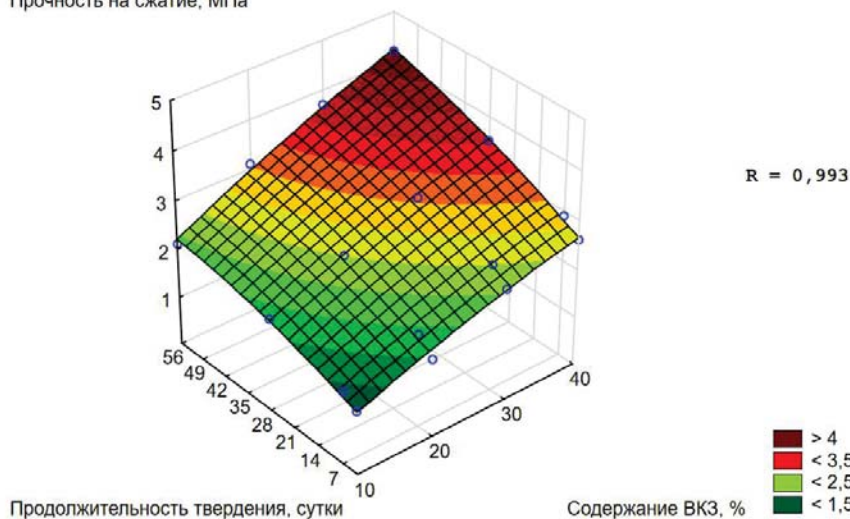


Рисунок 10 – График зависимости прочности при сжатии от содержания ВКЗ и продолжительности твердения при 30% содержании каолинита

ИССЛЕДОВАНИЕ СОБСТВЕННЫХ ДЕФОРМАЦИЙ И ПРОЧНОСТИ ПРИ СЖАТИИ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ, ВКЛЮЧАЮЩИХ ГЛИНИСТЫЕ МИНЕРАЛЫ И ВЫСОКОКАЛЬЦИЕВУЮ ЗОЛУ УНОСА

График зависимости удлинений от содержания ВКЗ и продолжительности твердения при 30 % каолиновой глины

$$L=(-1,045-0,07)*ВКЗ^3+(6,4-0,07)*Т^3+(5,61e-0,06)*ВКЗ^2*Т+(-3,92405e-0,06)*ВКЗ*Т^2+(0,018)$$

Удлинения L, мм/м

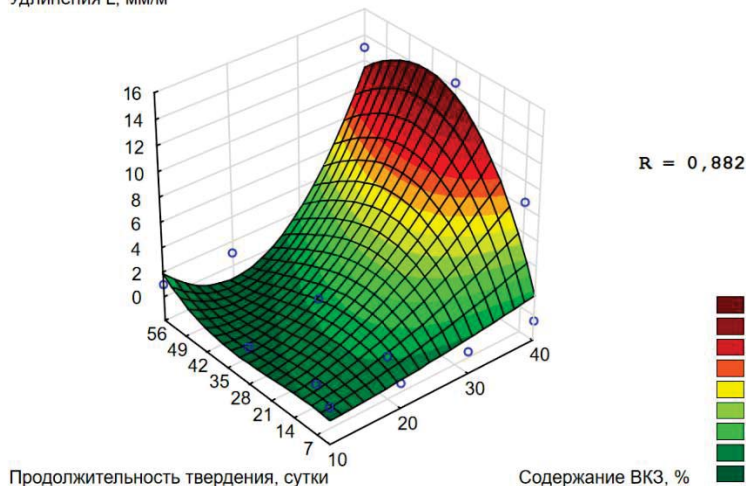


Рисунок 11 – График зависимости удлинений от содержания ВКЗ и продолжительности твердения при 30 % содержании каолинита

На рисунке 12 отражены значения предела прочности при сжатии для образцов в возрасте до 56 суток с 40% количеством каолиновой глины. Все составы показывают постепенный и стабильный рост прочности. Это

связано с тем, что такое количество каолиновой глины предотвращает разрушение тела образца и дает минимальные удлинения (рисунок 13), но в тоже время ВКЗ планомерно гидратирует и происходит набор прочности.

График зависимости прочности на сжатие от содержания ВКЗ и продолжительности твердения с 40% содержанием каолинита

$$R_{сж}=(0,00013)*ВКЗ^2+(-0,00070328)*Т^2+(0,0003)*ВКЗ*Т+(0,0121)*ВКЗ+(0,08)*Т+(0,99)$$

Прочность на сжатие, МПа

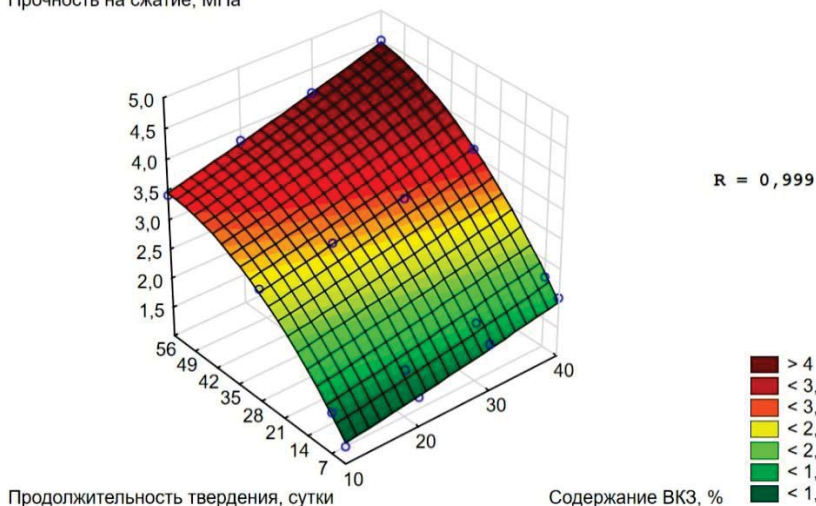


Рисунок 12 – График зависимости прочности при сжатии от содержания ВКЗ и продолжительности твердения при 40% содержании каолинита

График зависимости удлинений от содержания ВКЗ и продолжительности твердения с 40% содержанием каолинита

$$L = (-0,00064) \cdot \text{ВКЗ}^2 + (-0,0004) \cdot \text{y}^2 + (-0,0002) \cdot \text{ВКЗ} \cdot \text{T} + (0,05) \cdot \text{ВКЗ} + (0,0431122) \cdot \text{T} + (-0,7)$$

Удлинения, мм/м

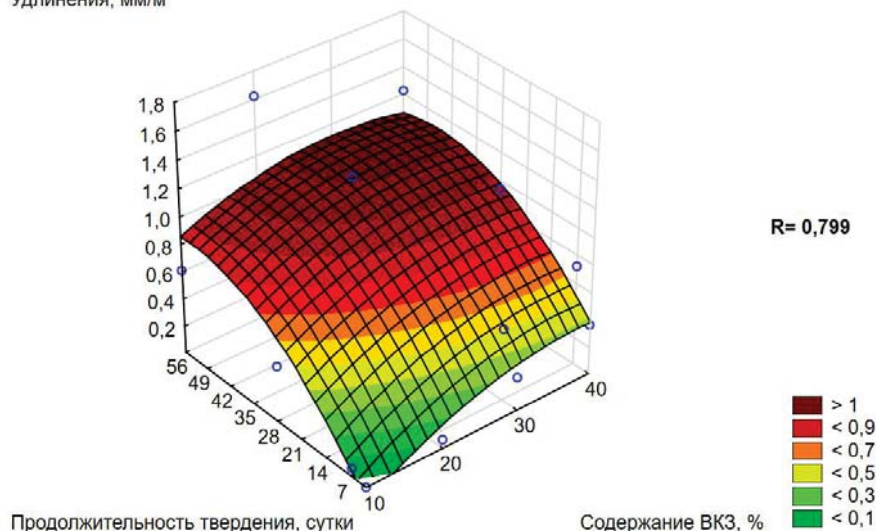


Рисунок 13 – График зависимости удлинений от содержания ВКЗ и продолжительности твердения при 40 % содержании каолинита

Заключение

1. В композиционном прессованном материале добавление ВКЗ приводит к деформациям и снижению прочностных характеристик укрепленного грунта приблизительно на 7 сутки.

2. Экспериментальным путем обнаружено, что количества бентонитовой глины 5%, 15% недостаточно для того, чтобы нейтрализовать деструктивные разрушения в образцах. Опытным путем было определено, что необходимым количеством монтмориллиновой глины является 20%. При таком процентном содержании глина нейтрализует деструкцию, которая происходит вследствие добавления ВКЗ. При этом прочность прессованных составов – максимальна и достигает 6,5 МПа, что достаточно для укрепленного грунта дорожного основания.

3. Экспериментальным путем было выявлено, что каолиновая глина в количестве 10%, 30% не справляется с нейтрализацией деструкции в теле золосодержащих образцов. В ходе эксперимента подобрано оптимальное количество каолиновой глины – 40 %. Такого количества достаточно для того, чтобы предотвратить удлинения и разрушение структуры образцов. Получен укреплен-

ный грунт прочностью 3,5-4,5 МПа и деформациями расширения около 1 мм/м.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Костин В.В. Применение зол и шлаков ТЭС в производстве бетонов. Новосибирск: НГСАУ – 2001 – 176 с.
2. Махкамова Д.Н., Содикова Ш.А., Усмонова З.Т. Бентонитовая глина, её физико-химическая характеристика и применение в народном хозяйстве // Universum: Технические науки : электрон.научн. журн. 2019. № 6(63).
3. Кадырбаков, И. Х. Области промышленного использования каолина / И. Х. Кадырбаков. — Текст : непосредственный // Молодой ученый. — 2024. — № 16 (515). — С. 63-65.

Ющенко Владислав Николаевич – студент группы С-15 ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова», e-mail: yvn1710@gmail.com;

Хребто Алексей Олегович - старший преподаватель, заместитель заведующего кафедрой «Строительные материалы и автомобильные дороги», ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова», e-mail: aleksei.hrebto@inbox.ru.

ПРИМЕНЕНИЕ АРМИРУЮЩИХ ПРОСЛОЕК ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ТРЕЩИНОСТОЙКОСТИ АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ ПОКРЫТИЙ ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Г. С. Меренцова, А. С. Зыбин

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, г. Барнаул

Приведены причины трещинообразования асфальтобетонных покрытий автомобильных дорог с установлением наличия слоев оснований дорожных одежд из цементобетона и асфальтобетона. Для снижения трещинообразования рекомендовано применение геосетки, снижающей концентрацию напряжений в покрытии. Приведены варианты использования геосетки для устранения трещинообразования при реконструкции автомобильных дорог.

Ключевые слова: трещинообразование, геосетка, асфальтобетонное покрытие, цементобетон, стеклосетка, дорожная одежда, отраженная трещина, укрепление цементом, реконструкция автомобильной дороги, асфальтобетон.

Введение

Образование трещин на автомобильных дорогах является одной из актуальных проблем. Трещины в дорожном покрытии не просто создают дискомфорт при езде, они серьезно ослабляют его структуру, что приводит к быстрому разрушению дороги. Поэтому крайне важно понимать, почему возникают трещины, как их вовремя обнаруживать и как эффективно предотвращать и ремонтировать, чтобы дороги служили долго и были безопасными.

Описание технологии

Армирование асфальтобетонных дорог геосеткой позволяет значительно улучшить их трещиностойкость. Эта технология может быть успешно применена как при создании новых дорожных покрытий, так и при проведении работ по реконструкции старых дорог [1].

Трещинообразование асфальтобетонных покрытий возникает при наличии слоев оснований дорожных одежд из цементобетона или материалов, укрепленных цементом. От этих оснований происходит копирование трещин в асфальтобетонное покрытие из-за достаточно хорошего сцепления между основанием и покрытием. Отраженные трещины возникают прямо над трещинами или швами и растут постепенно снизу вверх. Их можно опознать по нескольким характерным признакам. Во-первых, между ними обычно наблюдаются равномерные промежутки, похожие на швы. Во-вторых, такие трещины извилисты и имеют большую ширину раскрытия. В-

третьих, в местах выхода трещин на поверхность, особенно в зонах, испытывающих транспортные нагрузки, накапливается рыхлый, несвязанный материал из основания. Наконец, края отраженных трещин быстро разрушаются, особенно сильно страдают участки, подверженные вертикальным перемещениям плит или блоков основания.

Для снижения трещинообразования рекомендовано применение трещинопрерывающей прослойки, а именно геосетки, что позволяет снизить концентрацию напряжений в покрытии. Примером такого материала является геосетка отечественного производства ССНП 50/25-25, ССНП 50/50-25(400), ССНП 100/100-25(400). Их основные характеристики приведены в таблицах 1,2.

Этот выбор основан на её выдающихся свойствах: минимальное растяжение при разрыве, высокая устойчивость к образованию трещин, отсутствие деформации под нагрузкой (ползучести) и стойкость к химическим веществам.

Таблица 1 – Физико-механические показатели геосеток ССНП

Наименование	Величина
Относительное удлинение при разрыве	<4%
Допустимое отклонение ширины	±2%
Температурный диапазон применения	-100 ... +280 °C

Таблица 2 – Технические характеристики геосеток ССПН

Марка геосетки	Прочность на разрыв, кН/м		Размер ячейки, мм		Ширина рулона, см		Длина рулона, м
	Вдоль(ос-нова)	Поперек (уток)	Стандартный	Возможный	Стандартная	Возможная	
ССПН 50/25-25	50	25	25		157	100	50
ССПН 50/50-25(400)	50	50	25	12,42,50	400	100,200	100
ССПН 100/100-25(400)	100	100	25		400		100

Технология укладки

Рекомендуется следующая последовательность операций при устройстве асфальтобетонного покрытия с применением геосетки:

- подготовка основания (старого покрытия, имеющего температурные трещины при ремонте и реконструкции, слоя основания при новом строительстве);
- розлив органического вяжущего (для подгрунтовки основания);
- укладка, подкатка ручным катком и крепление полотен геосетки;
- устройство слоя асфальтобетонного покрытия.

Армирование дорожного покрытия геосеткой начинается с подготовки основания путем обработки битумным вяжущим. Ключевым фактором для эффективного перераспределения напряжений геосеткой является обеспечение адгезии между геосеткой и слоями асфальтобетона. Оптимальным решением для достижения этой цели является укладка геосетки на свежешелюженный нижний слой асфальтобетонного покрытия или слой, подвергшийся регенерации, что способствует максимальному сцеплению между слоями.

Общая длина укладки равна длине участка укладки асфальтобетонной смеси. Дистанцию по потоку от места укладки до асфальтоукладчика также необходимо ограничивать. Она назначается в зависимости от конкретных условий и не должно допускать наезда на уложенное полотно геосетки любых видов транспорта, чтобы не повредить или сместить его. Также необходимо устанавливать сигнальное ограждение по всей длине участка (где уложены полотна) со стороны, примыкающей к полосе движения.

Геосетку в рулонах привозят непосредственно перед укладкой и раскладывают

вдоль участка, располагая рулоны на расстоянии длины одного рулона друг от друга.

Монтаж полотен осуществляют раскатыванием рулонов вручную звеном из трех дорожных рабочих: один – 4 разряда и двое – 3 разряда или с помощью укладчика (машинист укладчика – 6 разряда – 1, дорожный рабочий 4 разряда – 1, дорожные рабочие 3 разряда – 2). При раскатывании первых метров, края (по ширине) полотна крепят к основанию двумя-тремя крепежными элементами (в зависимости от ширины полотна) длиной 120-130 см с шайбами размером 40х40 или 45х45 см в соответствии с рисунком 1 с интервалом 5 м, однако, если использовать для монтажа геосетки скобы, то шайбы допускается не применять в соответствии с рисунком 2.

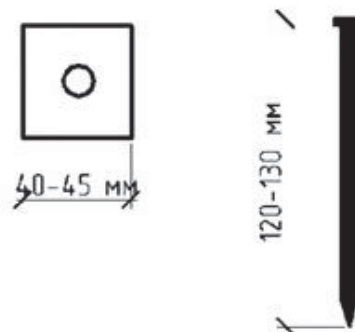


Рисунок 1 – Крепежный элемент с шайбой

В случае, если укладка геосетки производится на слой щебеночной смеси, обработанной неорганическим вяжущим. Если же геосетка укладывается на цементобетонное или асфальтобетонное покрытие, то ее крепление осуществляется дюбелями с шайбами в соответствии с рисунком 3 с помощью строительно-монтажного пистолета с интервалом 10 м.

ПРИМЕНЕНИЕ АРМИРУЮЩИХ ПРОСЛОЕК ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ТРЕЩИНОСТОЙКОСТИ АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ ПОКРЫТИЙ ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

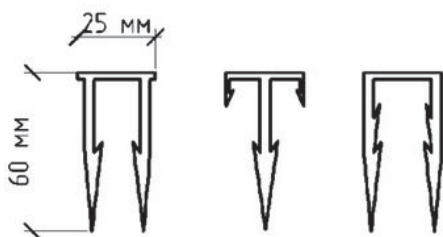


Рисунок 2 – Скобы для крепления полотен геосетки

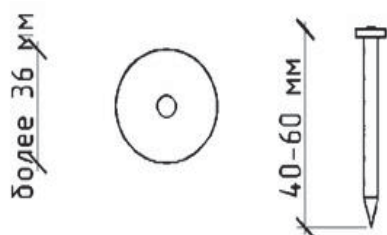


Рисунок 3 – Дюбель с шайбой для крепления геосетки

После разворачивания геосетки необходимо выровнять её полотно, слегка натягивая. Для фиксации и предотвращения смещения во время последующих работ, геосетку закрепляют дюбелями или скобами с интервалом 10-12 метров. Одновременно с этим, вслед за разворачиваемым рулоном, полотно прикатывают ручным катком, что позволяет сохранить небольшое предварительное натяжение геосетки. Геосетки крепят с перекрытием не менее 0,10 м в поперечном направлении и 0,15 – в продольном, обрабатывая эти места битумным вяжущим, если сцепление полотен не достигается предварительной подгрунтовкой основания. После закрепления полотен геосетки выполняют подкатку ручным катком для вдавливания геосетки в слой основания, тем самым обеспечивая надежное сцепление, а также для устранения небольших подъёмов полотен геосетки.

Доставка асфальтобетонной смеси к месту работ производится по геосетке, не допуская ее смещения и загрязнения. Разворот автомобилей-самосвалов должен осуществляться вне участка с прослойкой, а заезд и выезд по одной колее.

Если геосетка прилипает к колесам самосвала, необходимо подсыпать мелкий щебень в колею и уменьшить количество используемого вяжущего материала.

При укладке асфальтобетонного покрытия необходимо обеспечить плотное прилегание геосетки к основанию. Не допускается смещение геосетки, образование волн или складок при движении асфальтоукладчика. В противном случае следует увеличить расход битума.

Применение геосетки при реконструкции автомобильных дорог

Анализ рациональных направлений использования геосеток позволил установить наиболее целесообразные пути их использования. С учетом нормативных требований и типовых проектов реконструкции дорог, были разработаны конкретные варианты укладки геосетки в слой дорожной одежды и представлены на рисунках 4,5,6 [2].

1 вариант – армирование дорожной одежды для борьбы с отраженными трещинами. Это достигается путем укладки слоя стеклосетки на существующее цементобетонное покрытие по всей ширине дороги. Данная мера направлена на предотвращение образования трещин в новом асфальтобетонном слое. Схема расположения армирующего слоя из стеклосетки представлена на рисунке 1.

2 вариант – армирование стыка для предупреждения возникновения трещин при уширении дороги. Этот способ использования стеклосетки предназначен для усиления дорожного полотна в местах расширения дороги, как это предусмотрено проектом. Стеклосетку укладывают между старым и новым дорожным покрытием. Такая прослойка служит для предотвращения появления продольных трещин в месте соединения старой и новой частей дороги. Расположение стеклосетки в конструкции дорожного покрытия показано на рисунке 2.

3 вариант – армирование для усиления асфальтобетонного покрытия. Важно подчеркнуть, что предлагается уложить слой стеклосетки между новым асфальтом и существующим дорожным покрытием по всей ширине дороги. Это решение направлено на улучшение эксплуатационных характеристик асфальта: оно существенно уменьшит вероятность появления колеи и ям, а также повысит устойчивость покрытия к нагрузкам от проезжающего транспорта. Схема дорожной одежды с использованием этого метода представлена на рисунке 3.



Рисунок 4 - Армирование дорожной одежды для предотвращения возникновения отражённых трещин

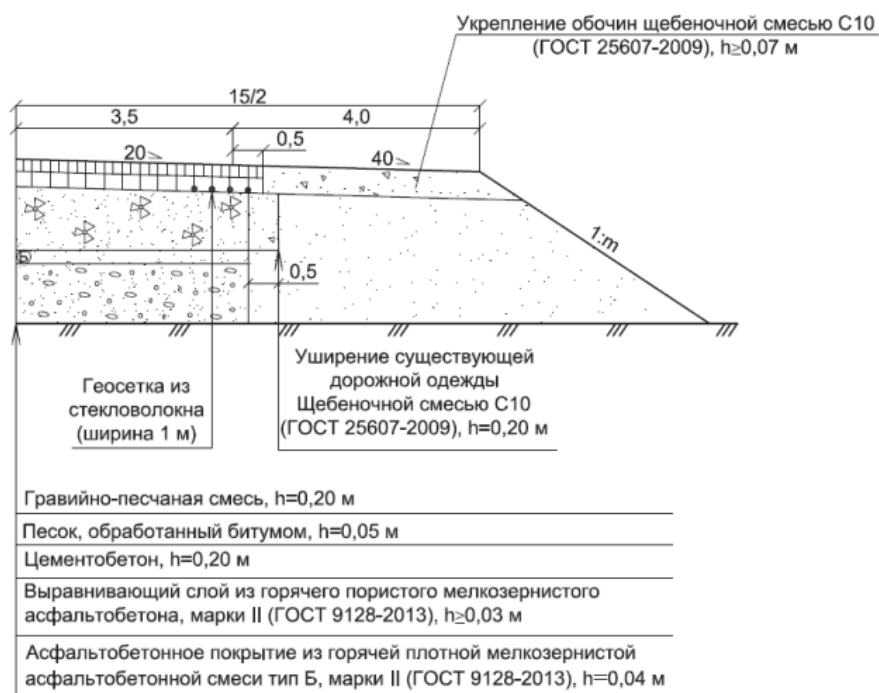


Рисунок 5 - Армирование стыка для предотвращения появления трещин при уширении дорожной одежды

ПРИМЕНЕНИЕ АРМИРУЮЩИХ ПРОСЛОЕК ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ТРЕЩИНОСТОЙКОСТИ АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ ПОКРЫТИЙ ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ



Рисунок 6 - Усиление конструкции дорожной одежды с использованием армирующей прослойки из стеклосетки

Обсуждение и выводы

Опыт применения геосеток в дорожном строительстве, как в России, так и за рубежом, показывает, что их использование позволяет увеличить срок службы дорожного покрытия вдвое. В результате, решается проблема трещинообразования в регионах с суровыми климатическими условиями и высокими колебаниями температур, а значит, экономятся огромные средства на последующем содержании автомобильных дорог.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ОДМ 218.5.001-2009 – Методические рекомендации по применению геосеток и плоских георешеток для армирования асфальтобетонных слоёв усовершенствованных видов покрытий при

капитальном ремонте и ремонте автомобильных дорог.

2. Меренцова Г.С. Повышение трещиностойкости и эксплуатационной надежности асфальтобетонных покрытий автомобильных дорог: монография [Текст]/Г.С. Меренцова; Алт.гос. Техн. Ун-т им. И.И. Ползунова. – Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2018. – 107 с.

Меренцова Галина Степановна – д.т.н., профессор кафедры СМиАД, ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», тел.: 89069650224, e-mail: adio-06@mail.ru;

Зыбин Артем Сергеевич – студент кафедры СМиАД, ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», тел.: 89628063619, e-mail: zybin-03@list.ru.

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ПРОЕКТИРОВАНИЯ И РАЗРАБОТКИ ПРОЕКТОВ ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

А. Е. Шпагина, В. Н. Лютов

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, г. Барнаул

В статье рассмотрены проблемы, связанные с ручным составлением ППР, такие как высокая трудоемкость, подверженность ошибкам, сложность внесения изменений и поддержания актуальности документации. Подчеркивается, что автоматизированные системы позволяют значительно сократить время, затрачиваемое на разработку ППР, минимизировать риски, связанные с человеческим фактором, и обеспечить более точное соответствие требованиям нормативных документов. Обсуждены преимущества использования программных комплексов для автоматизации ППР, включая возможность создания типовых решений, библиотек элементов и шаблонов, автоматическое формирование необходимых расчетов и графиков, а также интеграцию с другими информационными системами, используемыми в строительстве. Отмечено, что внедрение автоматизированных систем способствует повышению прозрачности и контролируемости процесса строительства, улучшению взаимодействия между участниками проекта и снижению затрат. В то же время, статья указывает на некоторые недостатки, связанные с внедрением автоматизированных систем, такие как необходимость инвестиций в программное обеспечение и оборудование, потребность в обучении персонала, а также возможные сложности с адаптацией к специфическим требованиям конкретных проектов. Подчеркивается, что успешное внедрение автоматизации ППР требует тщательного планирования, выбора подходящего программного обеспечения и обеспечения квалифицированной поддержки пользователей. В заключение, делается вывод о том, что автоматизация проектирования и разработки ППР является перспективным направлением развития строительной отрасли, способствующим повышению эффективности, качества и безопасности строительных работ. Рекомендуется дальнейшее изучение и внедрение автоматизированных систем, а также разработка стандартов и методик, обеспечивающих их эффективное использование.

Ключевые слова: строительство, организация стройплощадки, автоматизация, ППР, СПДС Стройплощадка, эффективность, актуальность, проектирование, программные продукты, рекомендации.

В современном строительстве, где сроки сжаты, а требования к качеству растут, автоматизация становится не просто желательным, а необходимым условием для успешной реализации проектов. Особенно остро стоит вопрос автоматизации процесса проектирования и разработки проектов производства работ (далее ППР). Традиционные методы, требующие значительных временных и трудовых затрат, часто приводят к задержкам, ошибкам и, как следствие, к увеличению стоимости строительства.

Актуальность автоматизации проектирования и разработки ППР, очевидна. Внедрение автоматизированных систем позволит существенно ускорить процесс проектирования, минимизировать риски, связанные с человеческим фактором, и оптимизировать использование ресурсов.

В соответствии с актуальными строительными стандартами и правилами, начинать строительные-монтажные работы можно только при наличии ППР. Ведение строительства без оформленного ППР является серьезным нарушением законодательства РФ. Так Госстройнадзор может наложить на исполнителя штраф за отсутствие ППР в установленном размере согласно ст. 9.4 п. 1 КоАП РФ. Точно также как и конкретные нарушения и несоблюдение регламентов ППР, влекут за собой вынесение административного предупреждения и наложения штрафа. Повторные нарушения влекут штрафные санкции в более большом размере, вплоть до прекращения строительных работ сроком до 3-х месяцев.

ППР представляет собой главный документ, который показывает, как лучше всего организовать и провести строительные рабо-

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ПРОЕКТИРОВАНИЯ И РАЗРАБОТКИ ПРОЕКТОВ ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

ты. В нём детально должны быть расписаны, какие методы и технологии будут использоваться, чтобы всё было безопасно и удобно.

То есть основная и главная цель ППР – это найти такие решения, которые позволят выполнить строительную работу качественно, с минимальными рисками и затратами. Это как подробная инструкция, которая помогает строителям работать эффективно и не тратить лишние деньги.

Согласно п. 6.6 СП 48.13330.2019 «Организация строительства» подготовкой ППР обязана заниматься организация, которая выполняет строительство. При этом если ППР выполняется на весь объект строительства, то его разрабатывает генеральный подрядчик, если же на отдельные работы (земляные, фундаментные, свайные, монолитные, бетонные, каменные, монтажные, кровельные, отделочные и другие), то обязанность ложится на подрядные организации, которые будут выполнять соответствующую работу [1].

В арсенале проектировщиков и разработчиков ППР ключевую роль играют специализированные программные комплексы, которые обеспечивают формирование графической и текстовой документации строительства в удобном, автоматизированном формате. Эти инструменты значительно повышают эффективность и точность процесса проектирования, минимизируя вероятность ошибок и оптимизируя сроки реализации строительных проектов.

На территории Российской Федерации не так много подходящих программных продуктов. Далее представлены программы для проектирования и разработки ППР, которые на сегодняшний день предлагает рынок услуг:

1. СПДС Стройплощадка – специализированный программный продукт для автоматизации проектирования и текстовой разработки ППР и ПОС, основой для наладки которой является nanoCAD.

2. Гектор: Проектировщик-строитель – программа для автоматизации решения задач организационно-технологического проектирования, на базе Компас-3D.

3. СПДС GraphiCS – приложение для автоматизации выполнения проектной и рабочей документации. Установка осуществляется на уже скачанный AutoCAD или AutoCAD Architecture.

4. Nextum – сервис для автоматизации разработки строительной документации по индивидуальным стандартам организаций, который является отдельной программой.

Программные продукты в строительстве имеют свои плюсы и недостатки. С одной стороны, они значительно ускоряют и автоматизируют процессы проектирования, расчётов, управления проектами и бюджетом. Однако, внедрение и поддержка специализированного ПО требует значительных инвестиций в обучение персонала и обновление оборудования. Также далеко не все программы интуитивно понятны, и сотрудникам требуется время, чтобы освоить их в полной мере, поэтому крайне важно тщательно разработать процесс внедрения новых программных продуктов в строительные компании [2].

Из всех предлагаемых программных продуктов для проектирования и разработки ППР наиболее интересной и доступной по функционалу является СПДС Стройплощадка на базе nanoCAD.

Программа имеет крайне большой функционал, так например:

- оформление строительного генерального плана;
- проектирование временных дорог;
- проектирование организации дорожного движения;
- генерация ведомостей и календарных графиков по выполняемым работам и применяемой технике;
- расчёт площади складирования и генерация соответствующего отчёта;
- выполнение расчётов и генерация отчётов по временному электро- и водоснабжению;
- подбор строительной техники на основании расчётов и параметров техники;
- отрисовка двумерных параметрических видов строительной техники;
- отрисовка рабочих и опасных зон;
- экспорт ведомости работ в формат XML, совместимый с «ГРАНД-Смета» [3].

Стоит не забывать, что проектирование ППР должно нести вариативный характер, что позволяет программе посредством автоматизации выполнять несколько альтернативных вариантов ППР с возможностью выбрать более приемлемый.

СПДС Стройплощадка ежегодно вносит корректировки в работу программного продукта, возможно так же пополнять базу своей техникой или оборудованием, в соответствии с тем, чем владеет строительная компания.

Выполнение ППР в СПДС Стройплощадке это гарантия соблюдения актуальных нормативно-правовых документов в сфере строительства.

Перевод строительных компаний на новый программный продукт – СПДС

Стройплощадка – это бесспорно серьёзный шаг, требующий тщательного планирования и последовательной реализации. Предлагаем следующие рекомендации:

1. Подготовка: сначала необходимо убедиться, что текущее оборудование в компании соответствует системным требованиям nanoCAD (важно, чтобы компания работала только с лицензионными программными продуктами). Далее производится закупка и установка самого дополнения СПДС Стройплощадка на предполагаемых рабочих местах.

2. Персонал: необходимо выделить отдельную команду из штатных единиц, которые непосредственно будут заниматься внедрением, это делается, чтобы не снижать текущий темп работы компании.

В дальнейшей перспективе, когда данная команда сможет распространить освоенное внедрение можно постепенно увеличивать, при необходимости, численный состав сотрудников. Это снизит риски и позволит привыкнуть к новому ПО.

3. Обучение персонала: необходимо, чтобы компания предоставила возможность обучения сотрудников работе с NanoCAD. Это можно осуществить посредством прохождения обучающих курсов в очном формате. Так же на пространствах интернета в открытом доступе и на платной основе имеются различные онлайн вебинары, семинары, видеоуроки и т.д.

На этом этапе для внедрения важно создать инструкции согласно обучающим материалам с доступом для каждого сотрудника.

4. Миграция данных: важно обеспечить перенос существующих проектов и библиотек на пространство новой программы.

Стоит отметить, что ранее многие строительные компании выполняли проектирование в программном комплексе AutoCAD, а сейчас nanoCAD даёт крайне важную функцию по переносу существующих проектов в свою среду корректно и без каких-либо искажений.

С 20 марта 2024 года Autodesk официально ввел запрет на использование AutoCAD и всех его дополняющих модулей на территории Российской Федерации. При этом на сегодняшний день запрещено пользоваться пиратскими и нелегальными версиями AutoCAD, кроме того, это уголовно наказуемо.

5. Тестовый вариант внедрения: после всех проведённых мероприятий ранее, необходимо провести тестовый или пилотный

проект в реальных рабочих условиях, то есть взять на разработку и проектирование ППР.

6. Оценка и поправка внедрения: по результатам первого разработанного ППР нужно оценить возможности новой системы. Важно проработать и устранить все проблемы, которые возникли при разработке, чтобы в дальнейшем избежать повторения ошибок и определить эффективность ПО.

Кроме того, необходимо регулярно собирать обратную связь с каждого штатного сотрудника, участвующего во внедрении, для внесения улучшений как самой рабочей среды, так и настройки самого программного продукта.

Важно понимать, что внедрение нового программного обеспечения в компанию – это вызов для каждого сотрудника, поэтому необходимо обеспечить постоянную поддержку коллег, обмен опытом и позитивный настрой, а это в свою очередь поможет быстрее освоить новую программу и увидеть её преимущества.

Необходимо понимать, что без обновления программных комплексов есть риск отстать от конкурентов, замедлить рабочий процесс и потерять в эффективности. Новая программа – это возможность оптимизировать рутину, автоматизировать задачи и освободить время для более ответственных дел, которые можно выполнить только благодаря профессионализму сотрудников.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. СП 48.13330.2019 «Свод правил. Организация строительства. СНиП 12-01-2004 - Текст: электронный [сайт]. - URL: https://helpeng.ru/public/normdoc/sp-new/sp_48.13330.2019.pdf (дата обращения: 27.03.2025).

2. Проект производства работ и его автоматизация. - Текст: электронный [сайт]. - URL: <https://cad.ru/blog/opyt-ispolzovaniya/proekt-proizvodstva-rabot-i-ego-avtomatizatsiya/> (дата обращения: 29.03.2025)

3. Нанософт. nanoCAD Стройплощадка. - Текст: электронный [сайт]. - URL: <https://www.nanocad.ru/products/ppr/> (дата обращения: 03.04.2025)

Шпагина Алина Евгеньевна – студент гр. С-11 ФГБОУ ВО АлтГТУ им. И. И. Ползунова, E-mail: alinaspagina94@gmail.com
Лютлов Владимир Николаевич – к.т.н, доцент кафедры «Технология и механизация строительства» ФГБОУ ВО АлтГТУ им. И. И. Ползунова, E-mail: vnlutov@mail.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ УТЕПЛЕННОЙ ШВЕДСКОЙ ПЛИТЫ В КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ АЛТАЙСКОГО КРАЯ

В. Е. Анненкова, Б. М. Черепанов

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, г. Барнаул

В данной статье рассказывается о применении фундамента по типу утепленная шведская плита в климатических условиях Алтайского края, приведены достоинства и недостатки, технология устройства плиты и сформулирован вывод о возможности её применения.

Ключевые слова: *утепленная шведская плита, энергоэффективный комплекс, морозное пучение, утепленная опалубка, экструдированный пенополистирол, геотекстильное полотно, морозное пучение, теплый пол, холодное водоснабжение, горячее водоснабжение.*

В условиях быстрого развития строительной отрасли застройщики проявляют интерес к инновационным технологиям, в частности в области фундаментных решений. Одним из таких является фундамент по типу утепленная шведская плита (УШП).

УШП представляет собой монолитный плитный фундамент мелкого заложения, оборудованный сетями коммуникаций: дренажом, канализацией, отопительной системой. В результате получается надежный, экономичный и энергоэффективный комплекс, который готов для укладки финишного напольного покрытия (рисунок 1).

Впервые такие фундаменты начали возводить в США в начале XX века. Впоследствии эту технологию переняли немцы, а затем и скандинавы. Шведские ученые усовершенствовали данную технологию, которая в настоящее время пользуется значительным спросом. Это объясняется тем, что для использования утепленной шведской плиты нет ограничений по типу и составу грунтов. Данный фундамент применим на участках со сложной геологической структурой и высоким уровнем залегания грунтовых вод [1].

УШП подходит для строительства в суровых сибирских регионах, в том числе в Алтайском крае, где сезонное промерзание грунта приводит к образованию сил морозного пучения. Стоит отметить, что на устройство плиты уходит от двух до четырех недель.

Работы по устройству фундаментной плиты начинаются с котлована. Далее с каждой стороны следует добавить около 1,2 метра для последующего устройства отмостки. Затем устраивают дренажную систему. Ее

помещают в фильтрующий слой из щебня или гравия, предварительно отделенных от грунта геотекстильным полотном.



Рисунок 1 – Устройство утепленной шведской плиты:

ХВС – холодное водоснабжение; ГВС – горячее водоснабжение; ТП – теплый пол; XPS – экструдированный пенополистирол

Завершается устройство дренажной системы колодцами. Дно и откосы котлована также покрывают слоем геотекстиля, который нужен для усиления основания под плиту и отделения ее от грунта. На геотекстиль укладывают подушку из крупнозернистого песка для равномерного распределения нагрузки на основание. Песок разравнивают и трамбуют с помощью виброплиты. Толщина подушки 30 – 40 см. В некоторых случаях подушка может быть выполнена послойно из щебня и песка.

Устройство дренажа является обязательным этапом. Если его не сделать, то во время сезонных паводков или сильных дождей подушка под фундаментом насытится водой. У основания будет снижена несущая

способность, из-за этого может произойти осадка фундамента или появятся трещины, что недопустимо.

В образовавшейся подушке выкапывают траншеи для укладки канализационных труб. Раструб трубы должен быть выше проектного уровня поверхности плиты. Для прочистки дренажа и канализации устраивают вертикальные выходы на земную поверхность.

Для обеспечения теплоизоляции фундамента используют плиты из экструдированного пенополистирола (ЭППС, XPS). Этот материал обладает практически нулевым водопоглощением, хорошо сохраняет тепло и имеет малый вес. Утеплитель укладывают в один или два слоя со смещением верхних плит относительно нижних для перекрытия стыков. По периметру здания также укладывается теплоизоляционный слой, который будет не только утеплять плиту, но и служить несъемной опалубкой для бетонных работ. Такое решение позволяет заглубить фундамент выше глубины промерзания грунтов. Для соединения между собой на плитах предусмотрены замки (выемки в виде четверти). Верхние и нижние слои скрепляются между собой с помощью пластиковых шурупов или клей пены. Общая толщина утеплителя 200 – 300 мм.

Системы холодного и горячего водоснабжения прокладывают в штробах, выполненных в ЭППС. Для минимизации теплопотерь трубы покрывают изоляцией из вспененного полиэтилена.

Следующим этапом строительства является монтаж арматурного каркаса. Для ребер применяют арматуру диаметром 10 -12 мм, вяжут отдельные каркасы, которые укладываются на специальные подставки. Остальная часть плиты армируется в один ряд металлической сеткой.

Поверх арматуры укладывают трубы системы «теплый пол», формируя конфигурацию, напоминающую спираль, что обеспечивает равномерное распределение тепла по помещениям. Для этого трубы должны располагаться как можно ближе к теплоизоляции. Предусматривают несколько контуров теплого пола, подключают их к одному или нескольким коллекторам. После укладки коммуникаций нужно обязательно выполнить испытание под давлением. Это помогает обнаружить дефекты для своевременного устранения.

Далее трубы заливают бетонной смесью. Этот этап рекомендуется выполнять за один раз. Уплотнение выполняют с помощью

глубинного вибратора. После затвердения поверхность затирается «вертолетом» [3].

Завершающим этапом является устройство отмостки. Она готовится послойно: для утепления используют ЭППС, как правило толщиной 50 мм, предусматривают гидроизоляцию, засыпают гравием или заливают бетоном. Утепленная отмостка вокруг фундамента снизит воздействия сил морозного пучения.

При установке труб в УШП необходимо предусмотреть дополнительные каналы, для возможной укладки новых коммуникаций.

На утепленной шведской плите можно строить дома из газобетона и пенобетона, кирпичные дома, дома из бруса.

При применении лёгких конструкций возможно возвести на фундаменте постройку до трех этажей.

Основными достоинствами фундаментной плиты являются:

1. Сокращение сроков строительства: устройство УШП осуществляется параллельно с монтажом инженерных коммуникаций. В среднем на такой фундамент уходит около месяца.

2. Отсутствие необходимости в глубоком котловане: благодаря своей утепленной конструкции УШП не требует устройства глубокого котлована. Это также предотвращает промерзание грунта и исключает воздействие сил морозного пучения на фундамент.

3. Энергоэффективность: интегрированный водяной пол в составе УШП обеспечивает экономию на отоплении от 20 до 30% по сравнению с радиаторным отоплением. Тепло, генерируемое системой, задерживается утеплителем плиты и равномерно распределяется по всему дому [2].

4. Универсальность: УШП может быть возведена практически на любом типе грунта.

5. Готовность к отделке: верхняя поверхность фундаментной плиты подготовлена для укладки чистового пола.

6. При монтаже конструкции не нужна большегрузная техника, что удешевляет процесс устройства фундамента.

К минусам УШП относятся:

1. Низкая ремонтопригодность. Заменить трубы, вмонтированные в фундамент будет проблематично, поэтому экономить на материалах не следует.

2. Невозможность сделать цокольный этаж. Для реализации подобных конструктивных решений предпочтительнее ленточный фундамент.

3. Сложность технологии: для возведения УШП необходимо привлечение высоко-

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ УТЕПЛЕННОЙ ШВЕДСКОЙ ПЛИТЫ В КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ АЛТАЙСКОГО КРАЯ

квалифицированных специалистов, поскольку технология требует наличия определённых навыков и знаний.

Если сравнить две технологии возведения фундамента: классическую монолитную плиту и УШП, то можно сделать вывод, что на начальном этапе монолит окажется меньше по стоимости, чем УШП, но на конечном этапе строительства может обойтись дороже.

Это объясняется тем, что УШП уже содержит много коммуникаций, а в монолитной плите такого нет. В утепленной шведской плите используется меньше бетона и арматуры, но больше утеплителя, когда в монолитной плите наоборот больше бетона и арматуры и меньше утеплителя.

Также к монолитной плите потребуется дополнительно коммуникации и стяжка, а в той же УШП стяжка не нужна, поверхность уже готова для укладки чистого пола.

Шведская плита с «теплым полом» дольше сохраняет тепло в помещении, по сравнению с традиционным монолитом – у него поверхность остывает в несколько раз быстрее.

Таким образом, можно сказать, что несмотря на дорогие коммуникации и материалы, плита УШП окажется выгоднее, чем монолитная железобетонная плита.

Сейчас в Алтайском крае технология возведения утепленной шведской плиты достаточно хорошо развита. В городе Барнауле есть десятки компаний, занимающихся строительством домов с фундаментом по типу УШП.

В среднем в Алтайском крае цена на утепленную шведскую плиту начинается от 100 тыс. рублей (плита 3х4) и может достигать до 1 миллиона рублей (плита 12х12).

При соблюдении технологии монтажа и бережном уходе фундаментная плита может прослужить более 50 лет, но при соблюдении следующих правил:

1. Использование только качественных материалов

2. Разработка детального проекта здания с точным указанием расположения несущих конструкций, перегородок, системы "теп-

лый пол" и трассировки инженерных коммуникаций.

3. Вовлечение в строительный процесс квалифицированных специалистов.

Таким образом, утепленная шведская плита является одним из энергоэффективных и технологичных решений. Она не только выполняет свои прямые обязанности – является надежным основанием для дома, но и служит местом прокладки инженерных коммуникаций. Также позволяет сэкономить на земляных работах, а при правильном подходе такая плита прослужит долгие годы. Изучив особенности устройства фундаментной плиты можно с уверенностью сказать, что такая технология подходит для климатических условий Алтайского края.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Утепленная шведская плита, фундамент по технологии УШП: плюсы и минусы – ТехноНИКОЛЬ. [Электронный ресурс]. URL: https://www.tstn.ru/protein/produkt/statya_15_uteplennaya_shvedskaya_plita_reshenie_3_v_1/?utm_referrer=https%3A%2F%2Fya.ru%2F (дата обращения 24.04.25)

2. Фундамент УШП – плюсы, минусы, этапы строительства – Домрусс. [Электронный ресурс]. URL: https://domruss.ru/articles/stroitelstvo_doma_iz_brusa_na_fundamente_ushp_plyusy_i_minusy?ysclid=m9vh3u6dpa453485427 (дата обращения 24.04.25)

3. Возведение фундамента УШП – основные этапы и особенности, которые нужно учитывать при возведении УШП. [Электронный ресурс]. URL: https://istkult.ru/blog/vozvedenie_fundamenta_ushp_o_snovnye_etapy/?ysclid=m9vgbfff05186409863 (дата обращения 24.04.25)

Анненкова Виктория Евгеньевна – студент ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», e-mail: victory.annenkova@yandex.ru;

Черепанов Борис Михайлович – к.т.н., доцент кафедры «Основания, фундаменты, инженерная геология и геодезия» ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», e-mail: bmcher@mail.ru

ПРИМЕНЕНИЕ ПРИРОДНЫХ ФЛОКУЛЯНТОВ ДЛЯ ОБЕЗВОЖИВАНИЯ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ

Д. П. Скорикова, Е. В. Бурлакова, О. М. Горелова

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, г. Барнаул

В работе проведены исследования по флокуляции донных отложений в рамках реабилитации озера Завьялово. Технология восстановления GEOTUBE® предполагает работу землесосного снаряда, откачку гидросмеси на карты намыва, смешение с подготовленным раствором флокулянта и закачку геотубы. Рассматривается перспектива использования ила в качестве органического удобрения. Исследовательская часть работы нацелена на подбор природного нетоксичного флокулянта, по эффективности не уступающего синтетическим аналогам.

Ключевые слова: обезвоживание осадков, природные флокулянты, реабилитация озер, измерение мутности, хитозан.

В рамках федерального проекта «Сохранение уникальных водных объектов» национального проекта «Экология» проходит реабилитация оз. Завьялово в Завьяловском районе Алтайского края. Технология включает изъятие донных отложений при помощи землесосных снарядов с дальнейшей транспортировкой на карты намыва или в геотубы. Для ускорения обезвоживания донных осадков к откачанной гидросмеси добавляют флокулянт.

Ил оз. Завьялово богат сапропелем, что позволяет рассмотреть его в качестве органического удобрения. При выборе флокулянтов для обезвоживания осадков необходимо учитывать, как эффективность, так и токсичность реагента, минимизируя негативное воздействие на окружающую среду. Синтетические полимеры зачастую являются экотоксикантами, а их наличие в почве оказывает пагубное воздействие на развитие растений [1]. Это будет ограничивать использование ила, обработанного реагентами данного типа, в качестве удобрения.

Природные высокомолекулярные вещества, в отличие от большинства синтетических органических полимеров, безвредны для человека и окружающей среды [2]. Чтобы расширить области использования донных отложений, предпочтительно рассмотреть обезвоживание ила при использовании природных флокулянтов. Подбор эффективного нетоксичного реагента позволит не только перевести отход в товарный продукт, но и исключит использование земель для размещения изъятых из озера осадков.

Для исследований по флокуляции изначально были выбраны синтетические поли-

меры ПолиДАДМАХ (ПДМ), Гринлайф К35 (ГК35) и полиакриламид (ПАА). Из природных аналогов предложено рассмотреть такие реагенты, как хитозан, желатин, крахмал картофельный и крахмал кукурузный.

Хитозан представляет собой природный аминополисахарид, являющийся продуктом деацетилирования хитина. Благодаря аминогруппам, он имеет свойства катионного полиэлектролита. Хитозан является универсальным сорбентом, который способен поглощать вещества разной природы, в связи с этим данное соединение имеет перспективы в водоочистке. При взаимодействии с загрязняющими частицами хитозан приводит к образованию флоккул за счет нейтрализации отрицательно заряженных коллоидов [3].

При проведении экспериментальных исследований по флокуляции донных отложений к 50 мл суспензии (пробы с озера) добавляли от 1 до 5 мл растворов флокулянтов. Ил перемешивали с реагентом, затем отправляли отстаиваться в течении получаса. Эффективность флокуляции оценивалась по мутности надосадочной воды.

При проведении первичных исследований по флокуляции наиболее эффективными реагентами оказались ПДМ и хитозан. Они в большей степени снизили мутность надосадочного слоя. Однако ил, смешанный с ПДМ, по результатам биотестирования оказался фитотоксикантом, проявил угнетающее действие на развитие редиса. Хитозан также негативно повлиял на биометрические показатели биотестеров, что можно связать с использованием азотной кислоты при приготовлении раствора флокулянта, которая повысила кислотность почвенного образца.

ПРИМЕНЕНИЕ ПРИРОДНЫХ ФЛОКУЛЯНТОВ ДЛЯ ОБЕЗВОЖИВАНИЯ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ

Одним из возможных вариантов приготовления раствора хитозана является использование слабой кислоты, например, лимонной. Другой же способ – создание композитного флокулянта, в препаративной форме которого мелкодисперсный хитозан будет равномерно распределен во всем объеме. Для приготовления реагента к навеске хитозана добавлялись загустители, такие как же-

латин (природный полимер) и полиакрилат кроссполимер-6. В таком составе хитозан остается нерастворенным, мелкодисперсным, но его суспензия характеризуется агрегативной устойчивостью.

Зависимости мутности воды от дозы введенного реагента для все исследованных флокулянтов представлены на рис. 1.

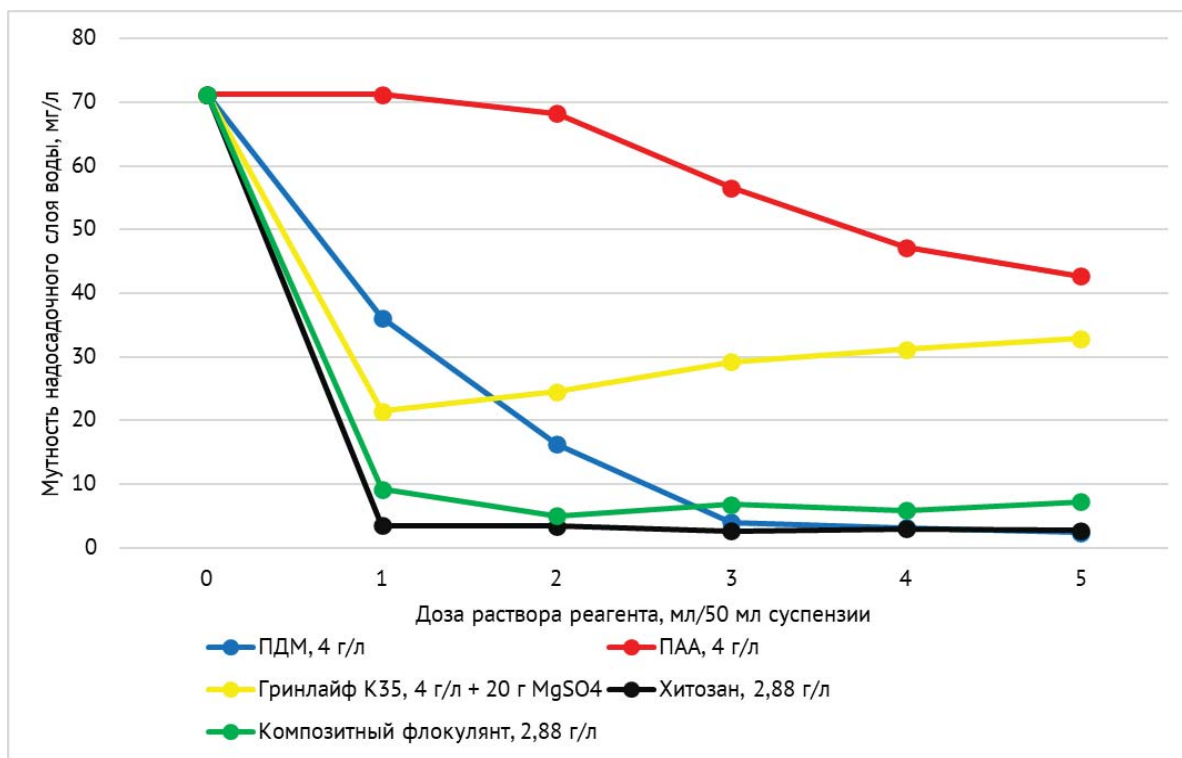


Рисунок 1 - Зависимость мутности надосадочной воды от дозы введенного флокулянта

Биотестирование - метод исследования, который использует живые организмы для оценки токсичности или безопасности химических веществ, материалов, продуктов, а также компонентов окружающей среды. Реакция растения-биотестера, количественно определенная, позволяет судить о наличии (отсутствии) экотоксикантов.

Обезвоженный осадок в количестве 10 г, исходный и смешанный с флокулянтами, добавляли в почвенный субстрат (100 г), после чего высаживали по десять пророщенных семян редиса. Для сравнения делали контрольный образец без добавления донных отложений. Выращивание редиса производили в течение 2 недель, по мере подсыхания образцы почвы увлажняли. Биометрические показатели биотестеров представлены на рис. 2.

На основании результатов исследований можно сделать вывод о том, что при высокой эффективности осветления ила, реагенты

ПолиДАДМАХ, хитозан и композитный флокулянт угнетают рост растений. При возможном использовании придонных осадков для озеленения или в сельском хозяйстве, следует отказаться от данных флокулянтов.

Природные высокомолекулярные вещества являются безвредными для окружающей среды, но применение кислоты и синтетического загустителя при создании растворов хитозана и композитного флокулянта оказали токсическое действие и вызвали угнетение редиса. Следовательно, целесообразно продолжить исследования по поиску веществ, способных растворять хитозан или придавать ему агрегативную устойчивость, но при этом не быть фитотоксичными.

Окончательное заключение о возможности использования ила оз. Завьялово в качестве сапропелевого удобрения можно будет сделать, проведя полный комплекс испытаний на соответствие ГОСТ [4].

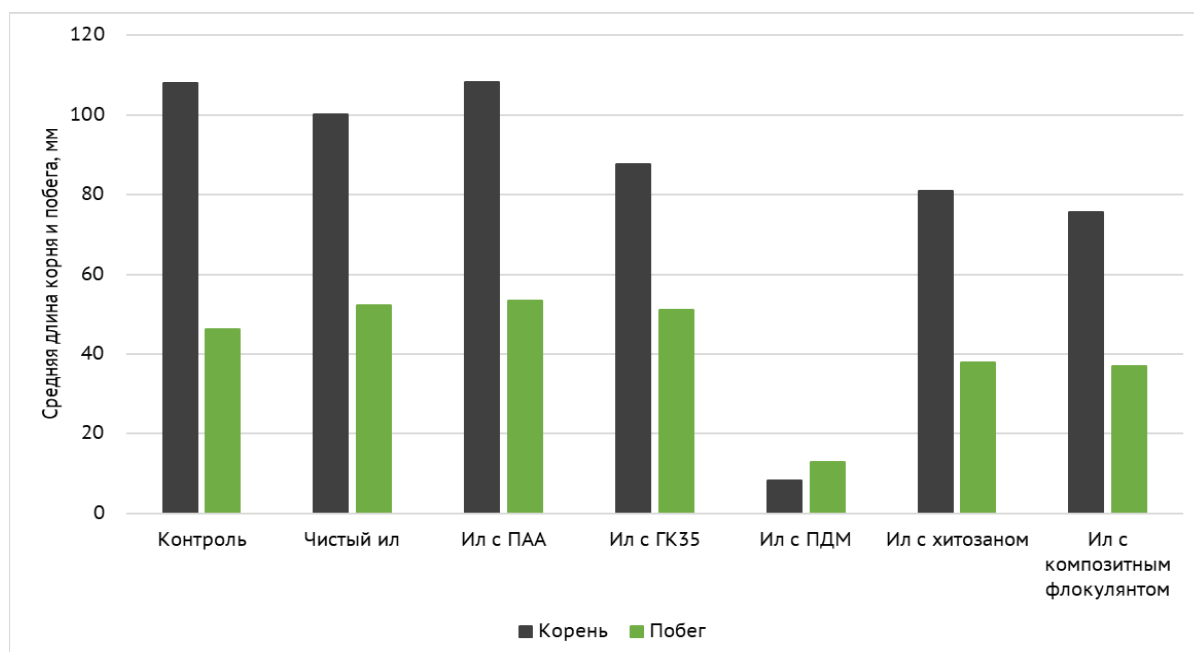


Рисунок 2 - Биометрические показатели редиса при оценке экотоксичности компонентов ила и флокулянтов

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Запольский А.К. Коагулянты и флокулянты в процессах очистки воды: Свойства. Получение. Применение. / А.К. Запольский, А.А. Баран // - Л.: Химия, 1987. – 208 с.
2. Ahmad K. Badawi. Natural-based coagulants/flocculants as sustainable market-valued products for industrial wastewater treatment: a review of recent developments / Ahmad K. Badawi, Reda S. Salama, Mohamed Mokhtar M. Mostafa // Royal Society of Chemistry. – 2023. - № 13. – P. 19335–19355.
3. Няникова Г.Г., Маметнабиев Т.Э., Калинин И.П., Гепецкая М.В., Комиссарчик С.М., Елдинова Е.Ю. Области применения хитозана // Известия СПбГТИ (ТУ). 2007. №2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/oblasti-primeneniya-hitozana> (дата обращения: 05.04.2025).
4. ГОСТ 54000-2010 Удобрения органические. Сапротели. Общие технические условия. Москва. Стандартинформ. 2011. – 12 с.

Скорикова Дарья Петровна – студент 4 курса Международной кафедры ЮНЕСКО «Инженерная экология» ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», тел. (3852) 24-55-19, e-mail: skorikova_daria@mail.ru

Бурлакова Елизавета Владимировна – студент 2 курса Международной кафедры ЮНЕСКО «Инженерная экология» ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», тел. (3852) 24-55-19, e-mail: burlakovalisa911@yandex.ru

Горелова Ольга Михайловна – к.т.н., доцент Международной кафедры ЮНЕСКО «Инженерная экология» ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», тел. (3852) 24-55-19, e-mail: osgor777@mail.ru

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВОЗМОЖНЫХ ПРИЧИН ВОЗНИКНОВЕНИЯ ДЕФЕКТОВ В АРМИРОВАННЫХ ШЛАНГАХ

И. В. Федоров, А. П. Лукианенко, Д. Д. Ефрюшин

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, г. Барнаул

В данной научно-исследовательской работе проведено изучение химического состава армированных поливинилхлоридных (ПВХ) шлангов с целью выявления причин их разрушения при хранении и эксплуатации. Исследование выполнено на образцах, предоставленных предприятием, где часть шлангов демонстрировала дефекты, несмотря на заявленное одинаковое сырье и технологию производства. Для анализа использовались методы органолептической оценки, исследования растворимости, элементного состава, плотности, твердости по Шору, ИК-спектromетрии и термической обработки. Результаты показали, что пластикат шлангов изготовлен из эмульсионного ПВХ с пластификатором диоктилсебацнатом, а армирующая спираль — из суспензионного ПВХ с добавлением мела и органического красителя. Выявленные дефекты, такие как газообразные включения и продольные трещины, связаны с нарушением технологии производства, включая отсутствие дегазации при совмещении компонентов. Низкая твердость пластика (68-70 усл. ед.) и овальный профиль спирали также способствуют снижению прочности изделий. Работа позволила установить ключевые причины дефектов и предложить рекомендации по корректировке технологического процесса для повышения качества и долговечности армированных ПВХ шлангов.

Ключевые слова: ПВХ шланги, армированные материалы, дефекты, химический анализ, диоктилфталат, диоктилсебацнат, эмульсионный ПВХ, суспензионный ПВХ.

Армированные поливинилхлоридные (ПВХ) шланги - одни из самых распространенных на рынке, благодаря цене и универсальности самого материала, который легко сочетается с различными присадками и приобретает широкий диапазон дополнительных свойств.

В ИЦ «ХимБиоМаш» (АлтГТУ им. И.И. Ползунова, г. Барнаул) обратились представители одного из предприятий г. Барнаула с образцами армированных ПВХ шлангов, некоторые из которых в процессе хранения и эксплуатации подверглись разрушению, а некоторые остались неизменными, однако поставщиком заявляется, что данные шланги выполнены из одинакового сырья по одинаковой технологии.

Цель проводимого исследования: выполнение научно-исследовательских работ по исследованию химического состава с целью идентификации материалов, из которых изготовлены ПВХ шланги, армированные ПВХ спиралью.

Задачи, поставленные для проведения исследования:

1. Исследование химического состава изделий, представленных Заказчиком, с целью идентификации материалов, из которых они изготовлены;

2. Анализ результатов проведенных исследований, установление типов материалов и возможных причин возникновения дефектов.

Наименование продукции: ПВХ шланги различного размера, армированные жесткой ПВХ спиралью (рисунок 1).

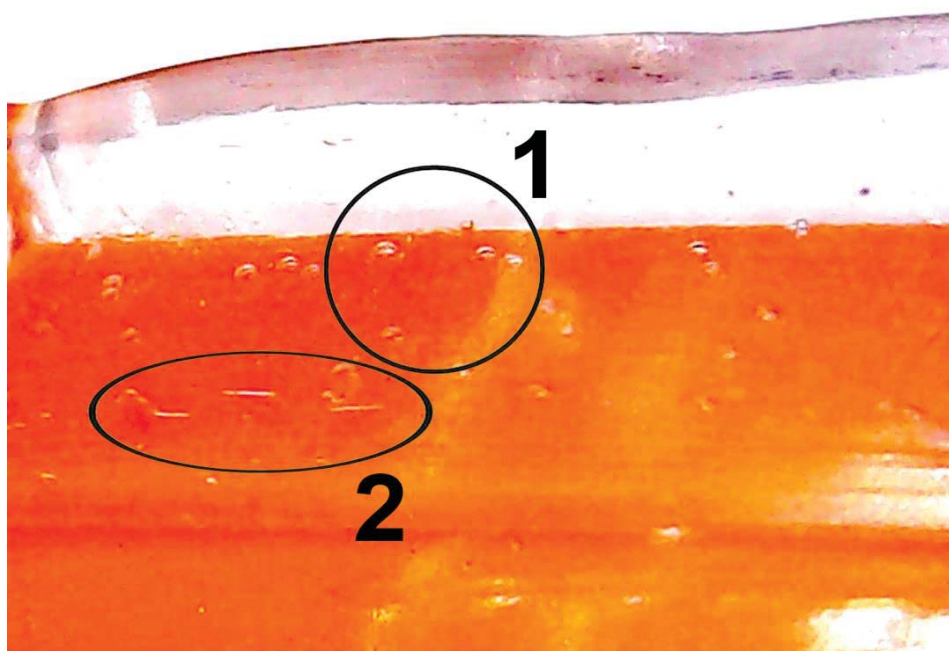
Образцы 1 и 3, армированные ПВХ спиралью оранжевого цвета, Заказчиком заявляются как проблемные, т.к. легко подвергаются разрушению. Сечение армирующей спирали вытянутое, овальное.

При ближайшем рассмотрении с использованием цифрового микроскопа было установлено, что образцы имеют дефекты в виде газообразных включений на поверхности раздела фаз «пластикат – армирующая спираль», а также продольные трещины вдоль оси армирующей спирали (рисунок 2).



1 – шланг с внутренним диаметром 63 мм; 2 – шланг с внутренним диаметром 30 мм (не имеет дефектов, образец сравнения); 3 – шланг с внутренним диаметром 25 мм

Рисунок 1 – Внешний вид изделий, представленных на анализ



1 – газообразные включения; 2 – продольные трещины вдоль оси армирующей спирали

Рисунок 2 – Внешний вид дефектов

Поскольку рассматриваемые образцы являются композиционными материалами, целесообразно рассматривать химический состав каждого из составляющих компонентов: пластика и армирующей спирали [1-5].

Для исследования пластика был произведен срез части образцов 1 и 3 с помощью

ножа. Часть представленных образцов проанализирована на растворимость и поведение в пламени.

Результаты исследования на растворимость и предварительной оценки природы полимера по особенностям поведения в пламени представлены в таблице 1.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВОЗМОЖНЫХ ПРИЧИН ВОЗНИКНОВЕНИЯ ДЕФЕКТОВ В АРМИРОВАННЫХ ШЛАНГАХ

Таблица 1 – Результаты исследования пластика

№ образца	Растворимость / набухание	Поведение в пламени
1_1, 3_1 (пластикат)	Умеренное набухание в этилацетате, ацетоне. Значительное набухание с последующим растворением в циклогексане и хлористом метиле. В концентрированной серной кислоте образец почернел, в водном растворе аммиака побелел	В пламени горелки горит ярко-оранжевым пламенем, коптит. При извлечении из пламени горения не поддерживает. При затухании испускает белый дым с кислым эфирным запахом. При взаимодействии с медью окрашивает пламя в ярко-зеленый цвет

Элементный анализ показал наличие углерода, водорода и галогенов (хлора).

ИК-спектр изучаемого образца (рисунок 3) полностью согласуется с базой данных как поливинилхлорид, пластификатор диоктилсебацат. Также о наличии данного пластификатора можно судить по яркому фруктовому запаху самого пластика и кислому эфирному запаху, испускаемому при извлечении пластика из пламени горелки.

При термической обработке образца в муфельной печи при температурах 600, 800 и 1000 °С установлено, что пластикат в своем составе не содержит минеральных наполнителей.

Анализ плотности изучаемого материала показал значение 1,2454 г/см³ [1].

Анализ твердости по Шору А показал значение 68-70 усл. ед. [5].

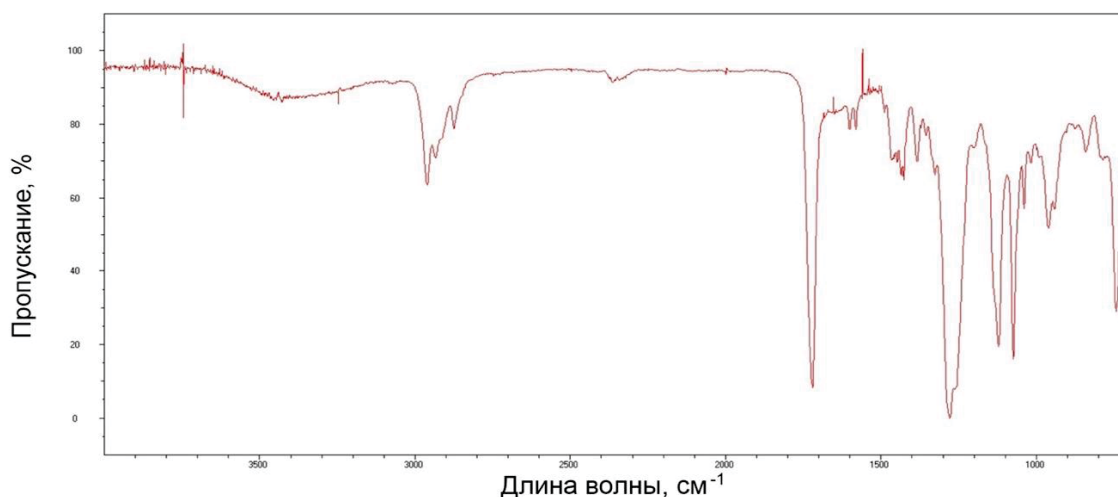


Рисунок 6 – ИК-спектр исследуемого пластика образцов 1 и 3

Для исследования армирующей спирали был произведен срез части образца с помощью ножа. Часть представленного образца проанализирована на растворимость и поведение в пламени.

Результаты исследования на растворимость и предварительной оценки природы полимера по особенностям поведения в пламени представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты исследования армирующей спирали

№ образца	Растворимость / набухание	Поведение в пламени
1_2, 3_2 (спираль)	Умеренное набухание в этилацетате, ацетоне. Слабое набухание в бензоле и толуоле. Значительное набухание с последующим растворением в циклогексане и хлористом метиле. В концентрированной серной кислоте образец почернел	В пламени горелки горит ярко-оранжевым пламенем, коптит. При извлечении из пламени горения не поддерживает. При затухании испускает белый дым с кислым запахом. При взаимодействии с медью окрашивает пламя в ярко-зеленый цвет

Элементный анализ показал наличие углерода, водорода и хлора.

При термической обработке образца в муфельной печи при температурах 600, 800 и 1000 °С установлено, что образец в своем составе содержит минеральный наполнитель мел в количестве 1,55 масс. %.

Анализ плотности изучаемого материала показал значение 1,3429 г/см³ [1].

Анализ твердости по Шору D показал значение 66-68 усл. ед. [5].

Итак, сопоставляя данные, полученные при исследовании представленных образцов органолептическим методом, определения растворимости (набухания), элементного состава, плотности, содержания наполнителей, а также ИК-спектроскопии можно сделать выводы, что представленные образцы (пластикат и армирующие спирали) выполнены из поливинилхлорида (ПВХ).

Пластичная часть образцов 1 и 3 (пластикат) выполнена из эмульсионного поливинилхлорида [2] с добавлением пластификатора – диоктилсебагината.

Поливинилхлорид эмульсионный (ПВХ-Е) – производится методом эмульсионной полимеризации.

Диоктилсебагинат (ДОС) – диоктиловый эфир себагиновой кислоты, ди-2-этилгексиловый эфир себагиновой кислоты – добавка, которая повышает морозостойкость ПВХ продукции, а также снижает ее хрупкость. Диоктилсебагинат (ДОС) редко применяется как основной пластификатор, чаще всего добавляется к другим (например, к диоктилфталату).

Армирующая спираль образца выполнена из суспензионного поливинилхлорида [3] с добавкой минерального наполнителя мела и органического красителя оранжевого цвета.

Поливинилхлорид суспензионный (ПВХ-С) – производится методом суспензионной полимеризации. ПВХ-С имеет сравнительно узкое молекулярно-массовое распределение, высокую степень чистоты, низкое водопоглощение, хорошие диэлектрические свойства, хорошую термостойкость и светостойкость.

В качестве наполнителя используется гидрофобный мел, необходимый в рецептуре для повышения прочности профилированного изделия.

Дефекты, обнаруженные в образце (газовые пузыри, трещины), связаны с нарушением технологии изготовления изделия, а именно не проведена дегазация в процессе совмещения пластиката и армирующей спи-

рали. При этом каждый отдельный дефект является концентратором напряжений, на месте его возникновения уменьшается адгезия на границе «пластикат – армирующая спираль», что снижает механическую прочность.

Следует отметить достаточно низкую твердость пластиката по Шору А (68-70 усл. ед.) – это может быть связано с повышенным содержанием диоктилсебагината, на что указывает яркий эфирный запах изделия. Низкая твердость пластиката может привести к повышенному абразивному износу внутренней и внешней поверхности изделия, снижая срок его службы.

Также следует отметить, что овальный профиль армирующей спирали конструктивно будет менее прочным, чем округлый профиль (как у образца №2).

Таким образом, экспериментальным путем установлено, что представленные образцы (пластикат и армирующие спирали) выполнены из поливинилхлорида (ПВХ), а также выявлены основные причины возникновения дефектов, которые приводят к разрушению образцов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 15139-68 (СТ СЭВ 891-78) Пластмассы. Метод определения плотности (объемной массы);
2. ГОСТ 14039-78 Поливинилхлорид эмульсионный. Технические условия;
3. ГОСТ 14332-78 Поливинилхлорид суспензионный. Технические условия;
4. ГОСТ 32794-2014. Композиты полимерные. Термины и определения;
5. ГОСТ 24621-2015 (ISO 868:2003) Пластмассы и эбонит. Определение твердости при вдавливании с помощью дюрометра (твердость по Шору).

Федоров Иван Васильевич – студент гр. ХТ-31 ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», e-mail: dsibh@mail.ru.

Лукианенко Андрей Павлович – студент гр. ХТ-31 ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», e-mail: dsibh@mail.ru.

Ефрюшин Данил Дементьевич – к.х.н., доцент кафедры «Химическая технология», ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», e-mail: dsibh@mail.ru.

ИННОВАЦИОННЫЕ НАПИТКИ ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ НА ОСНОВЕ ЛЕКАРСТВЕННЫХ ТРАВ И МЁДА

В. В. Агафонов, Л. А. Мочалова

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, г. Барнаул

Современный ритм жизни, стрессы, упадок сил, снижение иммунитета, а также ухудшение экологической обстановки ослабляют организм человека. Городское население особенно подвержено воздействию неблагоприятных факторов: загрязнение воздуха, несбалансированное питание, высокая нагрузка на нервную систему. Это приводит к росту спроса на натуральные средства для поддержания здоровья. Однако существующие продукты часто неудобны в использовании, имеют сложный состав или неестественные вкусовые добавки. Актуальность работы заключается в создании доступного, экологичного и эффективного решения для восполнения дефицита полезных веществ и профилактики заболеваний. Согласно проведённому опросу выбраны сборы направленного действия, пользующиеся большим спросом у городского населения. Для их производства и реализации разработаны: рецептура, план производства и маркетинговый план для выхода на рынок.

Ключевые слова: инновационный напиток, мёд, полезные вещества, брикетирование, экономическая эффективность.

Инновация продукта заключается в сочетании двух ключевых элементов. Элемент первый - брикетирование фито-компонентов, представляющее травяные сборы спрессованные в компактные круглые брикеты, сохраняющие максимум полезных свойств. Элемент второй – это натуральный мёд сорта «разнотравье», заменяющий сахар или искусственные подсластители, усиливающий действие трав.

Дополнительные инновационные аспекты:

- биоразлагаемая упаковка, снижающая экологическую нагрузку окружающей среды;
- комплектация деревянной ложкой и трубочкой для удобства приготовления и употребления напитка.

Производственные этапы и технология брикетирования представлены в следующей последовательности:

- сушка и измельчение трав — сырьё обрабатывается при температуре +32 - +35°C для сохранения витаминов;
- смешивание с мёдом — мёд выступает как натуральный связующий компонент;
- прессование — травяная смесь формируется в круглые брикеты под высоким давлением без термической обработки;
- упаковка — брикеты помещаются в биоразлагаемые бумажные кейс-пакеты с маркировкой назначения напитка.

Преимущества новшества - это компактность, длительный срок хранения, быстрое растворение в воде [1].

Современное общество всё чаще начинает заботиться о своём здоровье, во время высокоинтенсивной активности, человеческий организм подвергается стрессам, упадку сил, снижению иммунитета или беспокойству и бессоннице. Неблагоприятные факторы окружающей среды, плохое питание, недосыпание, приводит к ослаблению организма, важно своевременно поддерживать здоровье с помощью натуральных напитков. В зависимости от направленного действия они могут укреплять иммунитет, помогать в борьбе с простудой, бодрить или успокаивать. Одним из ключевых компонентов таких напитков является мёд сорта «разнотравье», который усиливает действие входящих в состав компонентов [2]. В качестве примера приведем состав двух напитков.

Состав противопростудного напитка.

1. Кипрей — обладает противовоспалительным и общеукрепляющим действием.
2. Липовый цвет — улучшает потоотделение, способствует снижению температуры.
3. Чабрец — помогает при заболеваниях дыхательной системы, облегчает кашель.
4. Мёд разнотравье — смягчает боль в горле, насыщает организм полезными веществами.

Полезные свойства напитка: помогает при первых симптомах простуды, ускоряет выздоровление, улучшает дыхательную функцию и облегчает кашель [3].

Состав успокаивающего напитка.

1. **Мелисса** – обладает седативными свойствами, помогает снять стресс и тревожность.

2. **Лаванда** – расслабляет, улучшает качество сна.

3. **Пустырник** – нормализует работу нервной системы, снижает артериальное давление.

4. **Мёд разнотравье** – способствует расслаблению, улучшает настроение.

Полезные свойства напитка: снимает нервное напряжение и стресс, улучшает качество сна и помогает при бессоннице, стабилизирует эмоциональный фон и поддерживает здоровье сердечно-сосудистой системы [4].

Каждый сбор будет сертифицирован и собран в экологически чистых регионах.

Продукт реализуется в формате готового к применению набора: брикет с травяным сбором и мёдом упакован в биоразлагаемый бумажный стаканчик; деревянная ложка для размешивания и пластиковая трубочка. Для приготовления достаточно залить брикет горячей водой — напиток заварится через 5 минут, после добавляется мёд. Формат идеален для использования в офисе, путешествиях или дома, сочетая удобство и эстетику.

Таким образом подчеркнем преимущества состава и формата подачи:

- отсутствие консервантов, искусственных добавок и сахара;
- биоразлагаемая упаковка и деревянная ложка;
- порционный формат, простота в приготовлении;
- качество продукта - синергия трав (собрано в Алтайском крае из 28 медоносных растений) и мёда сорта «разнотравье».

Для реализации новации был разработан бизнес-план. Цель проекта: создание и вывод на рынок противопростудного медового напитка с добавлением лекарственных трав, направленного на укрепление иммунитета и облегчение симптомов простуды. На первом этапе был собран, обработан и проанализирован большой пакет информации, включающий рынок спроса и предложений, конкурентов, сбыта продукции, риски и др. На основе этой информации были разработаны операционный, производственный, организационный, маркетинговый, финансовый планы, а также ценовая политика, стратегия продвижения продукта на рынке.

Расчеты проводились с помощью компьютерной программы «project-expert». Рассчитанная точка безубыточности (рисунок 1) показывает, что уровень риска производства нового продукта минимальный при заданных условиях.



Рисунок 1 – Расчёт точки безубыточности производства продукции

Точка безубыточности (рисунок 1) равна 360 единицам в натуральном выражении.

Были сделаны прогнозные расчёты (таблица 1) за период жизни инновационного проекта, расчёты показали, что окупаемость затрат будет получено через 17 месяцев при этом будет реализовано 12438 шт. продукции. Показатели экономической эффективности проекта представлены в таблице 1. Выручка за первый год составит 1300000 руб. Чистая прибыль составит 549 900 руб. Средняя норма рентабельности проекта 42,3% показывает, что проект финансово перспективный при прогнозируемом объеме продаж.

ИННОВАЦИОННЫЕ НАПИТКИ ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ НА ОСНОВЕ ЛЕКАРСТВЕННЫХ ТРАВ И МЁДА

Таблица 1 - Финансовые результаты

Показатели	2025 г.	2026 г.	2027 г.	2028 г.	2029 г.
Выручка, руб.	1300000	2210000	5304000	15381600	55373760
Затраты, руб.	715000	1215500	2917200	8459880	30455568
Прибыль до н/обл., руб.	585000	994500	2386800	6921720	24918192
Налог 6%, руб.	35100	59670	143208	415303	1495092
Чистая прибыль, руб.	549900	934830	2243592	6506417	23423100
Рентабельность продаж, %	42,3	42,3	42,3	42,3	42,3

Прогнозные расчеты показывают (таблица 1), что выручка постепенно растёт это связано с увеличением объёма продаж и изменении стоимости продукта с учётом инфляции. **Рентабельность продаж 42,3%** — достигается за счёт, постоянно растущей выручки, а рост выручки связан с увеличением объёма продаж и изменении стоимости продукта.

Таким образом расчёты показали, что бизнес план реален, достижим, следовательно проект, в основе которого лежит бизнес план, можно реализовать на практике.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Иванов А. А., Петрова С. В. Современные технологии брикетирования растительного сырья для пищевой промышленности. Пищевая инженерия и технологии. 2021. № 4(3). С. 45–53.
2. Смирнов О. И., Васильев П. К., Новикова Т. Л. Алтайский мёд: биохимический состав и функциональные свойства. Аграрный вестник Урала. 2020. № 12(5). С. 78–85.
3. Кузнецова Е. Г., Васюкова М. А. Фито-адаптогены в условиях мегаполиса: влияние на стрессоустойчивость и иммунитет. Вестник РУДН. Серия: Медицина. 2022. № 26(1). С. 112–120.
4. Рынок здорового питания в России: тенденции 2022–2023 гг. Аналитический отчёт НИИ «Роспищпром». — Москва, 2023.

Агафонов Владислав Викторович – магистрант группы 8М(о-з)-31 института экономики и управления ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова», e-mail: vv_agafonov@mail.ru, тел.: 8(963)519-3333

Мочалова Людмила Алексеевна – проф. экон. наук, кафедры «Менеджмент», ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», e-mail: mochalova-l@yandex.ru

АНАЛИЗ ПРОМЫШЛЕННОГО ПОТЕНЦИАЛА АЛТАЙСКОГО КРАЯ

В. Ю. Вараксина, Ж. М. Козлова

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, г. Барнаул

В статье рассмотрена проблема использования ресурсов и промышленного потенциала Алтайского края. Была приведена статистика изменений индексов промышленного производства в четырёх сферах и проанализирована статистика индекса промышленного производства по регионам Сибирского федерального округа.

Ключевые слова: Алтайский край, регион, промышленный потенциал, индекс промышленного производства, статистика, анализ, показатели, прирост, природные ресурсы, статистические данные, сектора экономики региона

Введение

Алтайский край — это один из крупнейших регионов России, который обладает значительным промышленным потенциалом. Промышленный потенциал — совокупность имеющихся в стране или регионе производственных мощностей и ресурсов, которые могут быть использованы для промышленного производства товаров и услуг. Промышленный потенциал включает в себя предприятия различных отраслей промышленности, их техническое оснащение, квалификацию рабочей силы, наличие природных ресурсов, инфраструктуру и другие факторы, которые могут влиять на развитие промышленности.

Актуальность проблемы анализа промышленного потенциала Алтайского края обусловлена несколькими ключевыми факторами:

- Необходимость диверсификации экономики: Алтайский край традиционно является аграрным регионом. Однако, для обеспечения устойчивого развития и повышения уровня жизни населения, необходимо активно развивать промышленный сектор, снижая зависимость от сельского хозяйства и создавая новые рабочие места. Анализ промышленного потенциала позволяет определить наиболее перспективные отрасли для инвестиций и развития.

- Конкуренция на внутреннем и внешнем рынках: Российская промышленность сталкивается с жесткой конкуренцией как со стороны отечественных, так и зарубежных производителей. Для успешной конкуренции необходимо постоянно повышать эффективность производства, внедрять инновационные технологии и улучшать качество продукции. Анализ промышленного потенциала позволяет выявить конкурентные преимущества ре-

гиона и разработать стратегии для их укрепления.

- Влияние геополитической ситуации: Изменения в геополитической обстановке оказывают существенное влияние на экономику страны и регионов. Анализ промышленного потенциала позволяет оценить риски и возможности, связанные с санкциями, изменением торговых потоков и другими внешними факторами, и разработать меры по адаптации промышленности к новым условиям.

- Реализация национальных проектов и государственных программ: Алтайский край активно участвует в реализации национальных проектов и государственных программ, направленных на развитие промышленности и экономики в целом. Анализ промышленного потенциала позволяет эффективно использовать ресурсы, выделяемые на эти цели, и достигать поставленных задач.

- Повышение инвестиционной привлекательности региона: Инвесторы, принимая решение о вложении средств, тщательно анализируют потенциал региона. Объективная и всесторонняя оценка промышленного потенциала позволяет привлечь инвестиции в перспективные отрасли и стимулировать экономический рост.

Таким образом, анализ промышленного потенциала Алтайского края является актуальной и необходимой задачей для обеспечения устойчивого социально-экономического развития региона, повышения его конкурентоспособности и улучшения качества жизни населения.

Производственный сектор играет ключевую роль в укреплении экономики Алтайского края и вносит свой вклад в общенациональное развитие. Он обеспечивает занятость

АНАЛИЗ ПРОМЫШЛЕННОГО ПОТЕНЦИАЛА АЛТАЙСКОГО КРАЯ

населения, способствует развитию инфраструктуры и повышению уровня жизни.

В статье мы рассмотрим: индекс промышленного производства Алтайского края и сопоставим индексы промышленного производства по основным регионам, после чего

сделаем выводы о потенциале промышленности в Алтайском крае.

Для наглядности, рассмотрим индекс промышленного производства на графике.



Рисунок 1 – Индекс промышленного производства за январь-декабрь 2023 г. к январю – декабрю 2022 г., % [1]

Изучив статистику, можно увидеть, что у двух из приведенных показателей замечен положительный прирост, а у других двух – прирост отрицательный. А именно, индекс обрабатывающего производства с 2022 по 2023 гг. изменился на +3,5% и в последний месяц 2023 г. составил 106,7%. Просмотрев график изменения индекса обеспечения электрической энергией, газом и паром и кондиционированием воздуха, также, в среднем, можно заметить положительное изменение в показателе, максимально, в характеристике индикатора замечен прирост на +18,4%, а на январь-декабрь 2023г. данный показатель составил 99,0%. В индексе водоснабжения (водоотведения), организации сбора и утилизации отходов, а также деятельности по ликвидации загрязнений, легко заметить резкий спад показателя и такой же резкий взлёт, что говорит нам о неустойчивости индекса, в последний рассматриваемый период показатель был равен 102,5%. Что касалось индекса добычи полезных ископаемых, показатели не утешительны, на протяжении всего периода мы видим отрицательный прирост показате-

ля, и только в самом конце периода коэффициент начал набирать обороты и остановился на отметке 93,0%, в итоге с 2022 по 2023 гг. максимальный показатель составил 125,7%, а минимальный 87,3%.

В январе – декабре 2023 года, по сравнению с январём-декабрём 2022 года, общий индекс промышленности составил 105,8%. Из них: добыча металлических руд составляет 86,8%, добыча прочих полезных ископаемых 99,6%, Обрабатывающие производство 106,7%.

Таким образом, наиболее развитой и стабильной отраслью в Алтайском крае является обрабатывающее производство. Этот сектор экономики включает в себя широкий спектр видов деятельности, таких как машиностроение, химическая промышленность, пищевая промышленность, легкая промышленность и другие. А самой наименее развитой отраслью является добыча полезных ископаемых. Несмотря на богатые природные ресурсы, такие как золото, серебро, медь и уголь, регион сталкивается с рядом проблем, включая устаревшую инфраструктуру, недо-

статок инвестиций и сложности в логистике. Эти факторы затрудняют развитие горнодобывающей промышленности и ограничивают её вклад в экономику края.

Рассмотрим и сравним индекс промышленного производства по регионам Сибирского федерального округа.

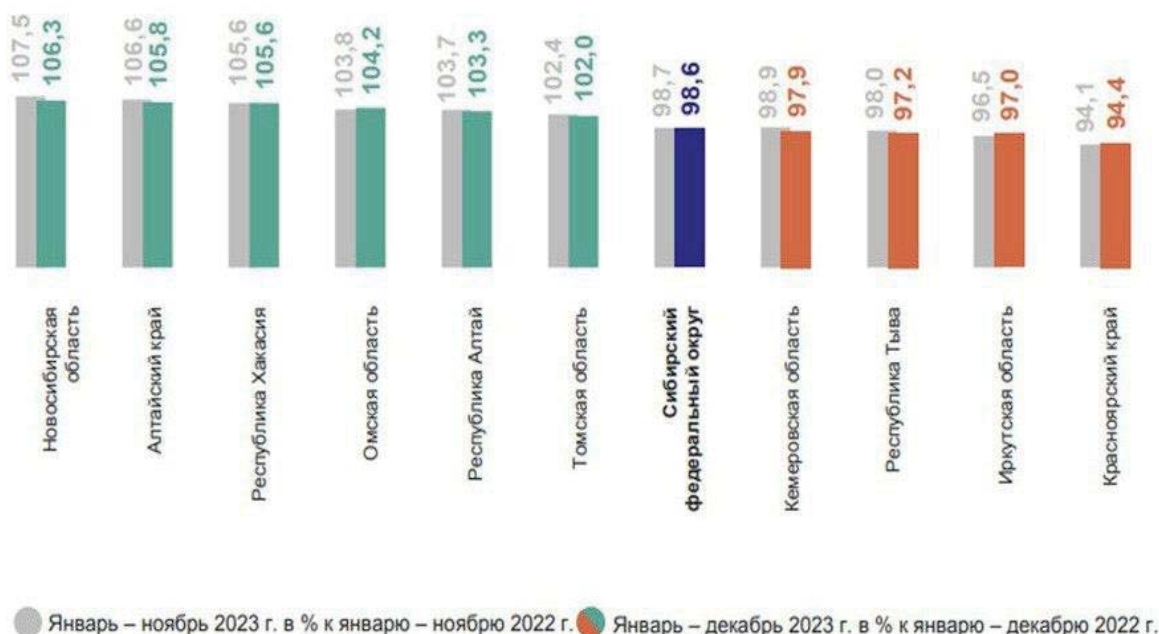


Рисунок 2 – Индексы промышленного производства по регионам СФО в динамике за январь – декабрь 2023 г. к январю – декабрю 2024 г. (%) [1]

Просмотрев данный показатель, можно сделать вывод о том, что Алтайский край, по сравнению с другими приведенными субъектами Российской Федерации, занимает лидирующие позиции, а именно, второе место, сразу после Новосибирской области. Регион с самым низким показателем индекса промышленного производства – Красноярский край. Общий индекс промышленного производства Российской Федерации на 2023 год составляет 103,5%. Индекс Сибирского федерального округа равен 98,6%. А в Алтайском крае индекс промышленного производства равен 105,8%. Таким образом, данный показатель превышает не только средние показатели по СФО, но и по всей России. Этот факт свидетельствует о высоком уровне развития промышленного сектора региона и его конкурентоспособности на национальном уровне.

Вывод

Алтайский край демонстрирует устойчивый рост промышленного производства, что подтверждается как статистическими данными, так и экспертными оценками. Ключевые

сектора экономики региона, включая машиностроение, химическое производство, пищевую промышленность и энергетический комплекс, оказывают существенное влияние на его экономическое развитие. Алтайский край целенаправленно работает над привлечением капиталовложений для обновления производственных активов и организации новых рабочих мест. Это, в свою очередь, стимулирует не только подъем экономики, но и повышает уровень жизни населения.

Значимую роль в достижении успеха играет поддержка со стороны правительства и местных органов власти. В регионе внедряются разнообразные программы и проекты, ориентированные на развитие промышленности, совершенствование инфраструктуры и повышение конкурентоспособности предприятий.

Успешная реализация этих инициатив невозможна без тесного взаимодействия между бизнесом, научным сообществом и органами власти. В регионе активно развиваются кластерные инициативы, объединяющие предприятия смежных отраслей для повыше-

ния эффективности и синергии. Особое внимание уделяется подготовке квалифицированных кадров, способных работать на современном оборудовании и внедрять инновационные технологии.

Алтайский край стремится не только к увеличению объемов производства, но и к повышению качества выпускаемой продукции. Предприятия активно внедряют системы менеджмента качества, соответствующие международным стандартам. Это позволяет им успешно конкурировать на внутреннем и внешнем рынках, расширяя географию поставок и укрепляя позиции региона как надежного поставщика высококачественной продукции.

Важным фактором устойчивого развития промышленности является диверсификация экономики. Алтайский край активно развивает новые направления, такие как производство экологически чистой продукции, развитие туризма и сферы услуг. Это позволяет снизить зависимость от традиционных отраслей и создать более устойчивую экономическую модель.

В перспективе, Алтайский край видит себя как современный, инновационный регион с развитой промышленностью, способной удовлетворить потребности внутреннего рынка и успешно конкурировать на международной арене. Для достижения этой цели регион намерен и дальше активно привлекать инвестиции, развивать инфраструктуру, поддерживать инновации и готовить квалифицированные кадры. Устойчивый рост промышленного производства является ключевым фактором повышения уровня жизни населения и обеспечения экономического благополучия Алтайского края.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Управление Федеральной службы государственной статистики по Алтайскому краю и Республике Алтай – [Электронный ресурс] — URL: Управление Федеральной службы государственной статистики по Алтайскому краю и Республике Алтай (дата обращения: 22.11.2024).

Вараксина Валерия Юрьевна – бакалавр кафедры «Производственный менеджмент», e-mail: varaksina.lera@bk.ru

Козлова Жанна Михайловна – к.э.н., доцент, e-mail: gannakozlova@mail.ru

РОЛЬ СПЕЦИАЛЬНЫХ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ЗОН В РАЗВИТИИ МЕЖДУНАРОДНОГО БИЗНЕСА В ОАЭ

Э. Р. Нарсулин, Э. И. Казитова

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, г. Барнаул

В статье рассматривается роль специальных экономических зон (СЭЗ) в экономике Объединенных Арабских Эмиратов (ОАЭ) и их влияние на ключевые макроэкономические показатели. Анализируются основные преимущества СЭЗ, включая налоговые льготы, упрощенные административные процедуры, 100 % иностранную собственность и развитую инфраструктуру. Рассматриваются данные, демонстрирующие значительный вклад СЭЗ в ВВП страны (около 30 %), объем привлеченных иностранных инвестиций (до 40 % от общего объема ПИИ), а также их роль в развитии несырьевых секторов экономики. Особое внимание уделяется крупнейшим СЭЗ, таким как DMCC, DIFC и JAFZA, и их специализации в торговле, финансах и логистике. Рассматривается влияние СЭЗ на занятость (создание более 500 тыс. рабочих мест) и диверсификацию экономики ОАЭ. Статья подтверждает, что специальные экономические зоны являются ключевым инструментом превращения ОАЭ в глобальный деловой и торговый центр, снижая зависимость страны от нефтяного сектора и способствуя устойчивому экономическому росту.

Ключевые слова: СЭЗ, ОАЭ, международный бизнес, иностранные инвестиции, налоговые льготы, торговые связи.

Специальные или свободные экономические зоны (СЭЗ), фризоны – это специально выделенные территории с особым экономическим режимом, созданные для привлечения инвестиций, развития промышленности, торговли и технологий. Их история насчитывает несколько веков. Первым упоминанием о СЭЗ в мировой истории можно считать город с развитой портовой инфраструктурой древних Финикийцев - Карфаген, из-за послаблений в торговле и отсутствия пошлин город стал очень важным узлом в международном бизнесе древнего средиземноморья.

СЭЗ является одним из наиболее известных, масштабных и широко используемых инструментов привлечения прямых инвестиций (в том числе, иностранных) в приоритетные виды экономической деятельности.

Специальные экономические зоны позволяют предприятиям, которые организуют производство на этих территориях, заполучить и воспользоваться рядом преимуществ в международной конкурентной борьбе. В частности, оказывается возможным как локализация производства внутри страны, так и выход на близлежащие региональные рынки.

Вплоть до 1960-х - до нефтяной эры, земли, где ныне расположены ОАЭ, существовали довольно скромно. Экономика их

была низко диверсифицирована: добыча жемчуга, рыбный промысел, питавший прибрежные поселения, и каботажная торговля. Доходы от жемчужного промысла, которые составляли до 95% общих доходов шейхств, резко сократились в 1930-х годах под влиянием Великой депрессии и искусственно выращенного японского жемчуга. Рыболовство и сельское хозяйство в оазисах не обеспечивали эмираты продовольствием. И только шейхство Дубай, за счет своей свободной гавани Крик, и либеральной политики шейхов привлекал торговцев со всех концов света, превращаясь в оживлённый перекрёсток между Индией, Ираном и Восточной Африкой.

Политически эти земли пребывали под сенью британского протектората, известные как "Договорные государства". Здесь не было единого правителя, каждое шейхство было самостоятельным. Экономика была проста: банковская система отсутствовала, расчеты велись бартером, или индийскими рупиями. Налоги ограничивались таможенными пошлинами. Иностранные инвестиции отсутствовали, экономическая активность была скована, а британский контроль не давал возможности реализации самостоятельной экономической политики.

Торговые традиции Дубая, его открытость для иностранной торговли, особенно товаров из Ирана и Индии, развитие морской логистики – стали основой для будущего развития специальных экономических зон. После открытия нефтяных месторождений в период с 1958 по 1966 год, и образования ОАЭ в 1971 году, эти исторические особенности, профинансированные нефтяными доходами, позволили создать первую свободную зону Jebel Ali в 1985 году и превратить страну в глобальный торговый и финансовый центр. Таким образом, несмотря на кажущуюся примитивность донефтяной экономики, именно в этот период сформировались культурные и коммерческие предпосылки создания экономически эффективных СЭЗ в ОАЭ [1].

Эпоха нефти и уверенных шагов к диверсификации (1960-1980-е годы) – время, когда в истории ОАЭ был создан образ будущего экономического чуда. В конце 1950-х – начале 1960-х годов из недр земли хлынули нефтяные реки, навсегда изменившие облик этого края. Открытие месторождения Умм-Шаиф в Абу-Даби в 1958 году и фонтаны черного золота, забившие в Дубае на месторождении Фатех в 1966 году, стали предвестниками новой эры. Эти знаковые события совпали с рождением федеративного государства: в 1971 году семь эмиратов объединились, образовав Объединенные Арабские Эмираты.

Нефтяной бум и последовавший за ним рост национального благосостояния, особенно после нефтяного кризиса 1973 года, когда цены резко взлетели, увеличившись вчетверо, поставил страну перед новыми вызовами. Но дальновидные правители эмиратов, в первую очередь шейх Зайд бен Султан Аль Нахайян в Абу-Даби и шейх Рашид бен Саид Аль Мактум в Дубае, уже тогда понимали, что нефтяные запасы – не вечный дар, а зависимость от одного ресурса – ахиллесова пята экономики [3].

В 1970-х годах началось движение к диверсификации – первые, но решительные шаги по созданию альтернативных нефти отраслей. Особую активность в этом направлении проявил Дубай, изначально не столь богатый нефтью, как его столичный сосед. В 1972 году распахнул свои ворота Порт Рашид – первый современный порт эмирата, а в 1979 году стартовало строительство гигантского Порта Джебель Али, который стал самым большим рукотворным портом в мире. Портовая инфраструктура в ОАЭ создана для становления ведущей экономикой в регионе: возводимый в пустыне, вдали от жизненно

важных артерий города, порт казался бесперспективной и не стоящей времени и средств задумкой Эмиратов. Но уже в 1980-х годах он доказал свою эффективность, превратившись в ключевой центр реэкспортной торговли в регионе.

Параллельно прокладывались новые пути диверсификации. В 1985 году была создана авиакомпания Emirates, сделавшая ставку на транзитные перевозки, связав восток и запад. Стали появляться роскошные отели, такие как Dubai International Hotel (1979), закладывая фундамент туристической индустрии. В различных эмиратах создавались промышленные зоны, предлагавшие льготные условия для бизнеса, хотя до полноценных специальных экономических зон было еще далеко.

Подлинным прорывом стало создание в 1985 году первой специальной экономической зоны Jebel Ali Free Zone (JAFZA) рядом с портом Джебель Али. Она предложила условия, невиданные доселе в регионе: 100% иностранную собственность бизнеса (в отличие от "материковой" части, где требовался местный спонсор), полное отсутствие налогов на прибыль и импорт, упрощенную процедуру регистрации предприятий и льготные условия аренды земли. Первые годы JAFZA были отмечены осторожностью инвесторов, присматривавшихся к новому формату. Управление портом, осуществляемое компанией DP World, воспринималось некоторыми как фактор конкуренции. Переломным стал 1990 год, когда правительство Дубая передало управление зоной независимой компании. После этого JAFZA распахнула свои двери для гигантов международного бизнеса, таких как Mercedes, Swarovski и Sony.[2]

Этот период стал определяющим в формировании современной экономики ОАЭ. Нефтяные доходы послужили мощным стартовым капиталом для грандиозных инфраструктурных проектов. Дубай, изначально находившийся в тени добывающего нефте-ресурсы Абу-Даби, раньше других осознал необходимость диверсификации, сделав ставку на торговлю, логистику и создание максимально благоприятных условий для предпринимателей. Опыт JAFZA стал эталоном для всех последующих специальных экономических зон страны, доказав, что экономика ОАЭ способна процветать и без нефтяных вливаний. Именно в этот период были сформулированы ключевые принципы, сделавшие СЭЗ ОАЭ столь привлекательными для международного бизнеса: разрешение на 100% иностранную собственность, налоговые

каникулы, ориентация на реэкспорт и логистику, а также упрощенное администрирование. К концу 1980-х годов ОАЭ перестали быть исключительно "нефтяным государством". Здесь были заложены основы для экономического взлета 1990-2000-х годов, когда сеть специальных экономических зон начала быстро расти.

В 1990-2000-е годы Объединенные Арабские Эмираты пережили не просто развитие, а настоящее перерождение, превратившись из страны, где единственным свободным экономическим уголком в стране была зона JAFZA, в настоящий рай для инвесторов и привлечения международного капитала, для глобального бизнеса с сетью из более чем 40 специализированных СЭЗ. Этот феноменальный взлет стал возможен благодаря дальновидной политике правителей государства, благоприятной мировой экономической среде, а также изменению конъюнктуры глобальных цен на товары и услуги Эмиратов. После успеха Jebel Ali Free Zone в конце 1980-х, в 1995 году была создана Dubai Airport Free Zone (DAFZA) – первая в регионе авиационная зона, которая привлекла логистических гигантов и производителей авиационных узлов. Но подлинный качественный скачок произошел на рубеже тысячелетий, когда в 1999 году, возникли Dubai Internet City, ставший ответом на цифровой шторм, и Dubai Media City, распахнувший свои двери для международных медиакорпораций.

2000-е годы ознаменовались еще более дерзкими экспериментами: в 2002 году начал функционировать Dubai International Financial Centre (DIFC) – первый на Ближнем Востоке финансовый центр, соответствующий мировым стандартам; в 2004 году появился технологический парк Dubai Silicon Oasis, а в 2006 – новаторский медицинский кластер Dubai Healthcare City. Отличительной чертой этого периода стала определенная специализация новых зон: если JAFZA оставалась универсальным солдатом, то новые СЭЗ сосредоточились на конкретных отраслях – финансах, технологиях, медиа, здравоохранении. Это позволило создать уникальные экосистемы, где для каждой индустрии были созданы идеальные условия для роста и процветания. Параллельно шлифовалась нормативная база: в 2004 году DIFC имплантировал английское право, создав независимую судебную систему, что стало революционным актом для региона и сыграло решающую роль в привлечении крупных международных финансовых корпораций [4].

Инфраструктурные мегапроекты того времени поражали воображение: Dubai Internet City вырастал, как центр прогрессивных идей в регионе древних традиций и укладов жизни, Dubai Healthcare City был задуман как автономный "город в городе", с исследовательскими лабораториями и передовыми клиниками. Результаты оказались ошеломительными: к 2010 году в СЭЗ ОАЭ обосновались более 6 тысяч компаний, включая таких титанов, как Microsoft, IBM, Oracle в Dubai Internet City; CNN, BBC, Reuters в Dubai Media City; Goldman Sachs и Morgan Stanley в DIFC. Объем торговли, проходящий через эти зоны, превысил сумму в 100 миллиардов долларов, было создано более 200 тысяч рабочих мест, а вклад несырьевых секторов в ВВП страны взлетел с 5% до 30%. Однако бурный рост не обошелся без трений – между эмиратами разгорелась нешуточная борьба за инвестиции, возникло дублирование функций, а традиционный бизнес, оставшийся "на материике", оказывал давление, требуя справедливых условий игры. Тем не менее, к исходу 2000-х ОАЭ уверенно закрепились в роли регионального бизнес-хаба, убедительно доказав, что нефть – это не единственный ключ к процветанию, а тщательно выстроенная система СЭЗ способная стать мощнейшим локомотивом экономической диверсификации.

Современный этап развития специальных экономических зон ОАЭ (с 2010-х годов по настоящее время) – это не просто продолжение истории успеха, а качественно новый взлет, преобразование экономической модели. Эпоха экстенсивного роста, когда зоны множилось, уступает место глубинной трансформации: меняется суть, наполнение и функциональное предназначение. Сегодня ОАЭ переосмысливают саму концепцию СЭЗ, превращая их из привычных льготных юрисдикций в кипящие инновационные экосистемы, нацеленные на построение экономики будущего.

Ключевой особенностью этой новой эры стала технологическая революция, прокатившаяся по системе специальных зон. В 2020 году Дубай создал первую в мире блокчейн-зону, а уже в 2022 году начал работу Dubai Future District – специализированная площадка для компаний, чья деятельность связана с прорывными технологиями четвертой промышленной революции. Эти смелые инициативы подкрепляются активным развитием передовой инфраструктуры для искусственного интеллекта, анализа больших данных и квантовых вычислений. Особый интерес вызывает появление нишевых зон, таких

как Food Tech Valley для агроинноваций и Dubai Science Park для биотехнологий, что знаменует переход от универсальных СЭЗ к узкоспециализированным технологическим кластерам, выстроенные под конкретные отрасли.

Параллельно с технологическим прорывом набирает обороты "зеленая" трансформация специальных зон. Яркие примеры – Dubai Green Zone (2016) и Masdar City в Абу-Даби – задают новые, амбициозные стандарты устойчивого развития. Эти проекты не ограничиваются предоставлением льгот "зеленым" компаниям, а создают целостные, самодостаточные экосистемы для ESG-бизнеса с современной исследовательской базой и специализированными регуляторными режимами. Важно подчеркнуть, что экологическая повестка органично переплетается с цифровой трансформацией – многие новые СЭЗ изначально проектируются как "умные" города с минимальным углеродным следом, демонстрируя гармонию между технологическим прогрессом и заботой об окружающей среде. [2]

Законодательная база специальных зон также претерпела значительные изменения, отражая новые реалии и амбиции. Введение федерального корпоративного налога в 2023 году (с сохранением льгот для "квалифицированного дохода" в СЭЗ) стало важным шагом на пути к гармонизации экономического пространства страны. Одновременно появились инновационные форматы работы: виртуальные лицензии для цифровых кочевников, гибкие гибридные трудовые режимы, автоматизированные сервисы регистрации бизнеса. Особого внимания заслуживает Abu Dhabi Global Market (ADGM), который с 2015 года уверенно развивается как полноценный цифровой финансовый центр с собственной, независимой правовой системой, основанной на принципах английского права.

Экономические результаты этой трансформации впечатляют: к 2023 году в более чем 50 СЭЗ ОАЭ зарегистрировано около 15 000 компаний, которые обеспечивают приблизительно 35% ненефтяного ВВП страны и создали около 500 000 высококвалифицированных рабочих мест, что свидетельствует о растущей значимости СЭЗ в диверсификации экономики. Приток прямых иностранных инвестиций за последнее десятилетие превысил внушительные 150 миллиардов долларов. Яркими примерами успеха стали Dubai CommerCity (первая в регионе специализированная зона электронной коммерции, чей оборот превысил 2 миллиарда долларов за

первые два года) и Sharjah Research Technology and Innovation Park (флагманский проект в области Industry 4.0), демонстрирующие инновационный потенциал ОАЭ.

Однако в настоящее время перед ОАЭ стоят новые вызовы. Обострение глобальной конкуренции, особенно со стороны Саудовской Аравии, требует постоянного обновления инфраструктуры и бизнес-моделей СЭЗ. Не менее сложной задачей становится поддержание хрупкого баланса между традиционными секторами экономики и перспективными инновационными направлениями. В ответ на эти вызовы ОАЭ уже приступили к разработке концепций следующего поколения – "метазоны" (цифровые надстройки над физическими СЭЗ, стирающие границы между реальным и виртуальным миром), специализированные площадки для стремительно развивающейся космической индустрии, а также новые форматы международного сотрудничества в рамках прогрессивных инициатив, таких как "Экономика Добра" [3].

В настоящее время специальные экономические зоны ОАЭ – это яркий пример эволюции от классических офшорных моделей к сложным, многогранным инновационным экосистемам. Этот динамичный переход не только позволяет сохранить конкурентные преимущества страны как глобального бизнес-хаба, но и уверенно позиционирует ОАЭ в качестве ключевой площадки для формирования экономики будущего, где технологии, устойчивое развитие и глубокая специализация становятся главными драйверами роста и процветания.

На 2024 год в Арабских Эмиратах функционирует более 40 СЭЗ. Основная часть СЭЗ расположена в Дубае, но также можно свободно организовать бизнес в эмирате Шарджа, Рас-аль-Хейма, Фуджейра, Аджман, Умм-аль-Кувейн, Абу-Даби. В бизнесе ОАЭ наиболее часто используется понятие фризона (от англ. свободная экономическая зона) – специальные районы Объединенных Арабских Эмиратов, где действуют свои внутренние законы и налоговые правила. В таких СЭЗ или фризонах:

- Разрешено 100% иностранное владение компаниями.
- Предприятия СЭЗ ОАЭ освобождены от уплаты налогов на доход и прибыль, полученную от аналогичных структур в СЭЗ.
- Регистрация бизнеса не требует участия местного агента, как при формировании бизнеса на материковой части Эмиратов.
- География деятельности компании – только внутри СЭЗ. Но есть и некоторые ис-

ключения, когда предприятие СЭЗ может вести бизнес с партнерами и клиентами с материковой части ОАЭ.

- Иностранные учредители имеют право оформить визу резидента ОАЭ на себя и своих сотрудников, что зависит от площади арендуемого помещения и ряда факторов.

Также существуют и другие преференции в бизнесе для иностранных инвесторов:

- Хороший сервис и дополнительные услуги для новых компаний в специальных зонах, которые конкурируют между собой и стремятся предложить лучшие условия для новичков.

- Положительная репутация и спокойная экономическая среда, которая способствует развитию бизнеса на мировом рынке.

- Нет требований к резидентству учредителя фирмы, ее акционерам и директорам. Это могут быть физические и юридические лица нерезиденты ОАЭ.

- Фирмы СЭЗ ОАЭ могут открывать счета в эмиратах и свободно репатриировать прибыль иностранным инвесторам без ограничений.

- Наличие двойной лицензии или работа через местного агента дает право вести бизнес с местными предприятиями ОАЭ, а не только с фирмами, сформированными внутри СЭЗ или за рубежом.

- Нулевой или низкий корпоративный налог на прибыль ОАЭ.

Таблица 1 – Характеристики некоторых СЭЗ в ОАЭ

Характеристики	Jebel Ali Free Zone (JAFZA) – крупнейшая фризона Дубая	Dubai South Free Zone / DWC – Южный Дубай	Dubai Multi Commodities Center (DMCC) –Дубаей
Разрешенные направления деятельности	различные сферы бизнеса	авиационная промышленность, торговля, общепит, образование, информационные технологии	бизнес, торговля и коммерция
Запрещенный бизнес		финансовая / инвестиционная деятельность от имени третьих лиц	
Срок регистрации бизнеса	3–4 недели	2–4 недели	3–4 недели
Типы лицензий	торговая, сервисная, производственная	торговая, образовательная, сервисная, промышленная, на логистику	торговая, промышленная, сервисная лицензии
Уставный капитал	определяет учредитель бизнеса		от 50 000 дирхамов
Типы создаваемых структур – организационно-правовые формы	новая компания (единичная FZE или FZCO), филиал, дочернее предприятие	общество с ограниченной ответственностью, филиал	ООО / дочерняя компания, филиал, представительство

Специальные экономические зоны (СЭЗ) стали одним из ключевых драйверов экономического роста ОАЭ, обеспечивая значительный вклад в основные макроэкономические показатели страны [2]

СЭЗ играют критически важную роль в привлечении иностранных инвестиций, аккумулируя около 40% всех прямых иностранных инвестиций (ПИИ) в ОАЭ. В 2023 году общий объем ПИИ в стране составил 23 миллиарда долларов, при этом финансовый центр ADGM в Абу-Даби привлек более 10 миллиардов долларов активов под управление. Особенно значителен вклад СЭЗ во внешнеторговую деятельность: зона JAFZA обеспечивает 24% всего экспорта ОАЭ на сумму свыше 90 миллиардов долларов, через DMCC проходит около 35% мирового физи-

ческого золота, а через СЭЗ страны в целом осуществляется 20% мирового реэкспорта.

Важным социально-экономическим эффектом СЭЗ стало создание более 500 тысяч рабочих мест по всей стране. Финансовый центр DIFC обеспечивает занятость 38 тысяч специалистов, а IT-зона Dubai Silicon Oasis - еще 10 тысяч сотрудников. Налоговые льготы, включая 100-процентное освобождение от корпоративных налогов в большинстве зон, способствовали регистрации более 30 тысяч новых предприятий в 2023 году [2].

Эти цифры демонстрируют, что специальные экономические зоны превратили ОАЭ в глобальный деловой и торговый хаб, значительно снизив зависимость экономики от нефтяного сектора. СЭЗ обеспечивают треть ВВП страны, сотни миллиардов долларов

торгового оборота, десятки тысяч рабочих мест и почти половину всех иностранных инвестиций, подтверждая свою роль как одного из основных факторов экономического успеха ОАЭ. Участие международного бизнеса в свободных экономических зонах (СЭЗ) ОАЭ в 2025 году остается крайне выгодным благодаря уникальным налоговым льготам, упрощенному администрированию и доступу к глобальным рынкам. Одним из ключевых преимуществ является нулевая ставка корпоративного налога для компаний, работающих в СЭЗ и не ведущих деятельность на локальном рынке ОАЭ, а также отсутствие НДС на экспортные операции при соблюдении определенных условий. Кроме того, бизнес освобождается от налогов на прибыль, дивиденды, может свободно репатриировать капитал, что делает ОАЭ одной из самых привлекательных юрисдикций для международных инвесторов.

Административные преимущества включают возможность 100% иностранной собственности без необходимости привлечения местного партнера, что выгодно отличает ОАЭ от многих других стран региона. Процедура регистрации компании в СЭЗ занимает всего 3–7 дней с минимальными бюрократическими барьерами, а инвесторы получают право на полную репатриацию прибыли без ограничений.

Географическое положение ОАЭ обеспечивает компаниям, зарегистрированным в СЭЗ, доступ к ключевым рынкам Азии, Африки и Европы, а наличие соглашений о свободной торговле с GCC, Индией, Израилем и другими странами дополнительно расширяет возможности для бизнеса. Крупнейшие логистические хабы, такие как порты Дубая и Абу-Даби, делают ОАЭ идеальным центром для международной торговли.

Экономические прогнозы на 2025 год подтверждают устойчивый рост ОАЭ: ожидается увеличение ВВП на 4–5%, а объем торговли через СЭЗ может превысить 200 млрд долл. с ежегодным ростом на 8–10%. Количество компаний в СЭЗ ОАЭ к 2025 году, по

оценкам, превысит 15 000, что на 15% больше, чем в 2023 году.

Дополнительными стимулами для бизнеса являются гибкие визовые режимы, включая долгосрочные резидентские визы для инвесторов, развитая инфраструктура с поддержкой инновационных технологий (AI, блокчейн, fintech), а также высокий уровень политической стабильности и безопасности.

Таким образом, в 2025 году ОАЭ через СЭЗ остаются одним из самых выгодных направлений для международного бизнеса, особенно для компаний в сферах IT, логистики, e-commerce, fintech и энергетики, планирующих расширение на рынки Ближнего Востока, Азии и Африки. Сочетание налоговых льгот, простоты ведения бизнеса и стратегического расположения делает СЭЗ ОАЭ оптимальным выбором для минимизации затрат и максимизации глобальных возможностей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Gulf News UAE Free Zones Attract Record FDI in 2023. URL: www.gulfnews.com
2. The Report: UAE 2023 (Chapter on Free Zones) / Oxford Business Group. URL: www.oxfordbusinessgroup.com
3. Jebel Ali Free Zone (JAFZA) Economic Impact Report 2022-2023. URL: www.jafza.ae
4. Гудзенко А. Е. Роль зон свободной торговли в развитии экспорта ОАЭ // Российский внешнеэкономический вестник. 2021. №4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/rol-zon-svobodnoy-torgovli-v-razviti-eksporta-oe>.

Нарсулин Эдуард Романович – студент направления «Экономика», ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», e-mail: nursylined@gmail.com

Казитова Эмилия Ивановна – ст. преподаватель ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», e-mail: milkazitova@mail.ru

ТУРИСТИЧЕСКИЙ НАЛОГ КАК ИНСТРУМЕНТ ПОВЫШЕНИЯ ФИНАНСОВОЙ БЕЗОПАСНОСТИ АЛТАЙСКОГО КРАЯ

А. А. Лепилов, Э. И. Казитова

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, г. Барнаул

Согласно обобщению правоприменительной практики Ростехнадзора отсутствие в статье рассмотрены особенности туристического налога и эффекты от его введения в регионах РФ и в Алтайском крае, представлен расчет фискальных доходов от введения туристического налога в Алтайском крае.

Ключевые слова: туристический налог, внутренний туризм, финансовая безопасность, регион.

Алтайский край — один из ключевых туристических регионов России, привлекающий миллионы путешественников ежегодно своими природными заповедниками, горными ландшафтами и культурным наследием. Однако рост туристического потока сопряжен с повышенной нагрузкой на инфраструктуру, экосистемы и бюджет региона. Для повышения финансовой безопасности региона Алтайский край в числе 55 российских регионов ввел туристический налог. Туристический налог должен стать инструментом, который не только обеспечит дополнительные поступления в бюджет, но и позволит сбалансировать экономические и экологические интересы. Важно, чтобы сбор не дублировал существующие платежи (НДС, налог на доходы физических лиц) и имел четкую целевую направленность. Например, собранные средства могут направляться в специальный фонд для финансирования экологических программ или ремонта дорог.

Туристический налог — это целевой сбор, взимаемый с лиц, временно проживающих на территории региона с туристическими целями [1]. Его основная задача — компенсировать расходы на обслуживание инфраструктуры (дороги, утилизация отходов, охрана природных парков) и создать резерв для развития туристической индустрии. Туристический налог взимается в России с 01 января 2025 года. Туристический налог является местным налогом, введен Налоговым кодексом РФ (НК РФ), устанавливается нормативными правовыми актами представительных органов муниципальных образований и обязателен к уплате на территории этих муниципальных образований. Туристический налог заменил ранее действовавший курортный сбор [2].

С 1 января 2025 года в Алтайском крае нормативными правовыми актами представи-

тельных органов туристический налог установлен на территории 174 муниципальных образований. Такое решение приняли 9 крупных городов края, среди которых Барнаул, Бийск, Новоалтайск, Рубцовск, Алейск, Заринск, Горняк, Белокуриха и Яровое, а также сельсоветы, на территории которых находятся туристические достопримечательности. Например, это Айский и Сростинский сельсоветы, Чарышский и Змеиногорский округа. Налог оплачивают организации и физические лица, оказывающие услуги физическим лицам по предоставлению мест временного размещения: гостиницы, отели, хостелы, апартаменты, а также санатории [2].

Согласно статье 418.3 НК РФ, средства размещения, в которых услуги по проживанию будут облагаться налогом, должны находиться в собственности и быть включенными в реестр классифицированных средств размещения. В Алтайском крае из 600 гостиниц и хостелов на данный момент в реестр включены только 423. Более 80 объектов, которые будут платить налог, расположены в Барнауле [3].

Муниципальные образования сами устанавливают ставку в пределах, определенных НК РФ. Максимальная ставка в 2025 году установлена на уровне 1% от стоимости услуг по размещению (то есть от стоимости номера вне зависимости от количества проживающих гостей), далее она равномерно увеличится до 5% в 2029 году. При этом установлена минимальная сумма налога, подлежащая к уплате — 100 рублей за сутки. Учитывая то, что 100 рублей соответствуют налоговой базе (стоимости проживания) в 10 000 рублей в сутки, эффективная ставка налога в местах размещения со стоимостью номеров менее 10 тыс. рублей будет более 1%. Так, при стоимости номера 2 000 рублей, эффективная ставка составит 5%. Следовательно, налоговая

ТУРИСТИЧЕСКИЙ НАЛОГ КАК ИНСТРУМЕНТ ПОВЫШЕНИЯ ФИНАНСОВОЙ БЕЗОПАСНОСТИ АЛТАЙСКОГО КРАЯ

нагрузка на отели средних и невысоких ценовых категорий будет выше, чем на отели, работающие в высоких ценовых категориях. Кроме того, включение в стоимость услуг по размещению дополнительных услуг, например, питание, тренажерный зал и других, увеличивает налог. В Алтайском крае в 2025 году ставка налога установлена в размере 1% во всех муниципальных образованиях, кроме г. Белокуриха, где размер ставки установлен на уровне 0,35% [4].

Муниципальные образования могут устанавливать собственные налоговые льготы, например, в некоторых регионах установлены льготы для жителей этих муниципалитетов, в которых взимается налог. Однако, так как налоговой базой туристического налога является стоимость размещения (стоимость номера), а плательщиком сам отель (в отличие от курортного сбора, где плательщиком выступал каждый гость), то для применения льгот определяющим является, с кем заключается договор. Так, если услуга предоставляется физическому лицу, имеющему право на льготу, то стоимость услуги в налоговую базу не включается. В Алтайском крае два муниципалитета: Гуселетовский сельсовет Романовского района и Тюменцевский сельсовет Тюменцевского района ввели льготы для отдельных категорий лиц: для сопровождающих организованных групп детей для участия в проводимых спортивных, военно-патриотических, познавательных, обучающих, событийных, культурно-массовых мероприятиях; для супругов и детей участников специальной военной операции и членов многодетных семей и детей до 7 лет [4].

Опыт введения курортного сбора показывает, что подобные налоги принимаются положительно, если их ставки обоснованы, а расходы прозрачны, например, в Сочи ставка курортного сбора находилась в пределах 10–50 рублей с человека за сутки проживания, в зависимости от сезона. Для муниципалитетов Алтайского края важно найти баланс: ставка должна быть достаточно низкой, чтобы не снижать туристический поток, и исключить попытки сокрытия налоговой базы, при этом достаточной для покрытия предполагаемых расходов.

В Алтайском крае предполагается использовать поступления от туристического налога на финансирование следующих направлений:

- Инфраструктура — 40% (ремонт дорог, обустройство парковок);
- Экология — 30% (очистка рек, борьба с лесными пожарами);

- Продвижение региона — 20% (маркетинг, цифровизация туристических услуг);
- Резервный фонд — 10% [5].

В Алтайском крае в эксперименте по взиманию курортного сбора участвовал город Белокуриха. За пять лет было собрано более 272 млн. рублей, которые были направлены на благоустройство общедоступной инфраструктуры. Эксперимент завершился в декабре 2024 года, а с 2025 года в городе Белокуриха стал взиматься туристический налог.

Безусловно, туристический налог обеспечит дополнительные поступления для местных бюджетов. Рассчитаем на основе данных за 2023 год финансовый эффект от введения туристического налога в Алтайском крае.

Предположим, что количество туристов в Алтайском крае составит не менее 1,7 млн человек, при средней продолжительности пребывания — 5 суток, тогда с учетом ставки налога на уровне 100 рублей/сутки (усредненный показатель), получим дополнительные налоговые поступления в местные бюджеты Алтайского края в размере 850 000 000 рублей в год.

Формула расчета: Доход = Количество туристов × Среднее количество суток × Ставка = 1 700 000 человек × 5 суток × 100 руб. = 850 000 000 руб. в год.

Размер поступлений в конкретный местный бюджет будет зависеть от интенсивности туристического потока и количества мест размещения. Соответственно, муниципалитеты будут заинтересованы в создании последних и привлечении большего количества туристов на более длительные периоды.

Дополнительные налоговые поступления от туристического налога обеспечат укрепление финансовой безопасности региона, повысив финансовую самостоятельность муниципальных образований региона. Так, например, в 2024 году дефицит консолидированного бюджета Алтайского края составил более 27 млрд. рублей, учитывая, что из них 15 млрд. рублей — это дефицит краевого бюджета, то совокупный размер дефицита бюджета муниципальных образований региона составил 12 млрд. рублей. Дополнительные 0,85 млрд. рублей от туристического налога позволят покрыть около 7% дефицита, а в некоторых муниципалитетах покрыть его полностью.

Введение туристического налога в Алтайском крае — не только инструмент повышения финансовой безопасности региона, при условии оптимального его использования туристический налог станет не просто фискальным инструментом, но и инвестицией в

будущее региона: улучшение инфраструктуры повысит привлекательность для туристов, а экологические программы сохранят уникальные ландшафты. Ключевые условия успеха — прозрачность использования средств и диалог с бизнес-сообществом. Учитывая опыт других субъектов РФ и гибкость налогового законодательства, Алтайский край может стать примером сбалансированного развития туризма и экономики.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Туристический налог. URL: https://www.nalog.gov.ru/rn22/taxation/taxes/tourist_tax/ (дата обращения 15.04.2025)
2. Алтайский край внедряет туристический налог: что это значит для гостей и бизнеса. URL: <https://ombudsmanbiz22.ru/news/1870> (дата обращения 15.04.2025)
3. Туристический налог / Управление Алтайского края по развитию туризма и курортной деятельности. URL:

<https://tourism.alregn.ru/deyatelnost/turisticheskiy-nalog/> (дата обращения 15.04.2025)

4. Ставки туристического налога по регионам на 2025 год. Алтайский край. URL: <https://its.1c.ru/db/taxtour/content/94/hdoc> (дата обращения 15.04.2025)

5. Стратегия развития туризма до 2035 года. URL: <http://government.ru/docs/37906/> (дата обращения: 15.04.2025).

Лепилов Алексей Александрович – студент направления «Экономика», ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», e-mail: aleksej.lepilov_2004@mail.ru

Казитова Эмилия Ивановна – ст. преподаватель ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», e-mail: milkazitova@mail.ru

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ СТРОИТЕЛЬСТВА СОЛНЕЧНЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ НА ПРИМЕРЕ ЭНЕРГОСИСТЕМЫ РЕСПУБЛИКИ АЛТАЙ

К. Р. Кагарманова, А. А. Кузема, И. А. Поляков

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, г. Барнаул

В данной статье рассмотрен вопрос внедрения солнечных электростанций в энергетические районы и их эффективность на примере энергосистемы Республики Алтай. Проведен анализ факторов, ограничивающих их повсеместное внедрение, а именно климатические факторы. Исследование посвящено анализу энергетической системы Республики Алтай с учетом ее современного развития и внедрения солнечных электростанций (СЭС). С помощью программы RastrWin3 выполнено моделирование и оценка параметров системы, в том числе потерь мощности и уровней напряжения. Проведены две группы расчетов: первая — при равномерной разгрузке существующих СЭС, вторая — при их частичном или полном отсутствии. Исследование подчеркивает важность учета солнечной генерации для повышения эффективности и надежности энергосистемы региона.

Ключевые слова: энергосистема, солнечные электростанции, интенсивность солнечного света, электрическая нагрузка, электроэнергетический режим, возобновляемые источники энергии, декарбонизация, электроэнергетика, потери электроэнергии, диапазон регулирования, потери.

В настоящее время в России генерируемые мощности представлены тепловыми электростанциями (ТЭС), которые составляют более 60% от общего объема генерации. [1] ТЭС работают за счет сжигания угля или природного газа, что негативно влияет на экологию из-за выброса большого количества углекислого газа. Менее пагубным влиянием обладают, солнечные электростанции (СЭС). Также по сравнению с запасами угля и горючего газа, которые ограничены, данные электростанции используют возобновляемый источник энергии (ВИЭ), что предупреждает рост цен, связанный с усложнением добычи ископаемых в будущем. Однако доля генерируемых мощностей, СЭС не превышает 7% от общего количества генерируемой электроэнергии.

На сегодняшний день уровень развития данных технологий не позволяет солнечным электростанциям вырабатывать мощности, сопоставимые с мощностями, генерируемыми ТЭС, что в свою очередь отрицательно сказывается на их развитии и возможности усовершенствования. Кроме того, одним из главных ограничивающих факторов для широкого развития СЭС являются несоответствие потребляемых мощностей и возможности генерации электроэнергии в связи с климатическими и географическими особенностями

регионов. Для эффективной работы СЭС необходимы регионы с высоким уровнем солнечной инсоляции и большим количеством световых дней в году. На этой основе было проведено исследование, на примере энергосистемы Республики Алтай. Актуальность темы исследования обусловлена тем, что за период с 2015 год по настоящее время в рамках энергосистемы Республики Алтай наблюдается бурное развитие электросетевого комплекса, рост нагрузок в связи с развитием туристического кластера и игровой зоны, что привело, в том числе, к внедрению целых комплексов солнечных электростанций.

Цель работы – оценить эффективность строительства солнечных электростанций на примере энергосистемы Республики Алтай.

Объект исследования – энергетический район Республики Алтай с солнечными электростанциями.

Методы исследования – анализ информации, выполнение расчётов.

Для решения поставленных задач была сформирована расчётная модель в программе RastrWin3 на основе фрагмента нормальной схемы электрических соединений энергосистемы Республики Алтай, который ограничен узловой ПС 110 Чергинская, принятой в качестве источника, с двумя тупиковыми от-

1) Чергинская – Барагашская – Усть-Канская – Абайская – Усть-Коксинская;

2) Чергинская – Тенгинская – Онгудайская –
Ининская – Акташская – Кош-Агачская.

В состав рассматриваемого энергетического района входят 6 солнечных электростанций различной установленной мощности, а именно:

- Усть-Коксинская СЭС: 40 МВт.
- Ининская СЭС: 25 МВт,
- Усть-Канская СЭС: 5 МВт,
- Онгудайская СЭС: 5 МВт,
- Кош-Агачская СЭС 1: 5 МВт,
- Кош-Агачская СЭС 2: 5 МВт.

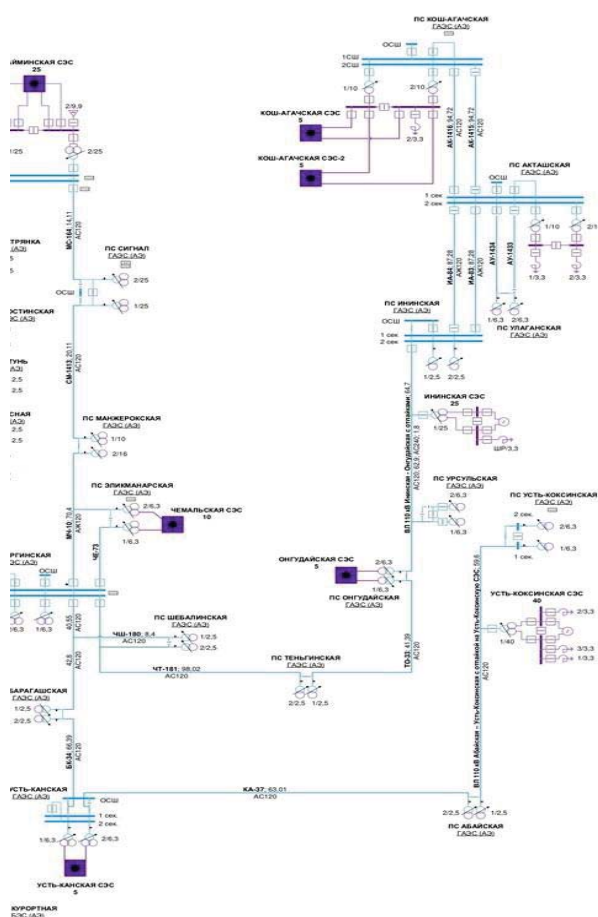


Рисунок 1 - Выбранный фрагмент энергосистемы Республики Алтай

Сформированная расчётная модель состоит из моделей отдельных её элементов:

1) Генераторов, моделирующих солнечных электростанций. Модель генераторов описывается: Задаваемой активной мощностью и величиной требуемой величины поддерживаемого напряжения в точке подключения

ния – параметр V_{zd} . В процессе регулирования генератор меняет реактивную мощность в пределах PQ диаграммы, принятой в модели в соответствии информацией, представленной авторами М.Е. Чернобровым, А.В. Прохоровым в докладе на базе Филиала АО «СО ЕЭС» ОДУ Сибири на тему «Особенности моделирования солнечных электростанций для решения задач регулирования напряжения и реактивной мощности в установившихся режимах электроэнергетической системы» (рисунки 2).

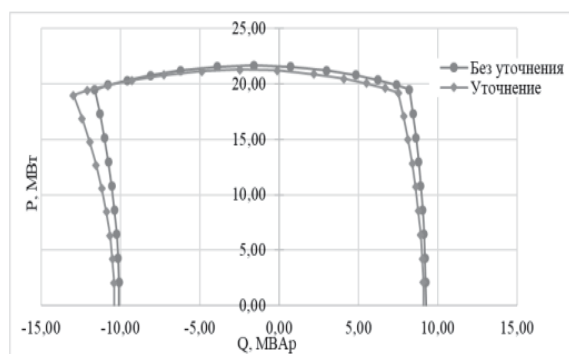


Рисунок 2 - PQ диаграмма СЭС, используемая
в модели

2) Линий электропередач. Модель ЛЭП представлена в виде П-образной схемы замещения, в которой активная проводимость (потери на корону) не рассматриваются для класса напряжения 110 кВ. В итоге учтены продольные параметры – активное сопротивление r , индуктивное сопротивление x , емкостная проводимость b . Параметры схемы замещения определены на основе удельных значений r_0 , x_0 , b_0 в соответствии с маркой соответствующих проводов.

3) Трансформаторов, которые учтены их активными и реактивными сопротивлениями g и x , зависящими, в основном, от их полной мощности. Потерями на намагничивание (т.е. моделированием проводимости трансформаторов) на данный момент было решено пренебречь.

Графическое изображение полученной модели представлено на рисунке 3.

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ СТРОИТЕЛЬСТВА СОЛНЕЧНЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ НА ПРИМЕРЕ ЭНЕРГОСИСТЕМЫ РЕСПУБЛИКИ АЛТАЙ

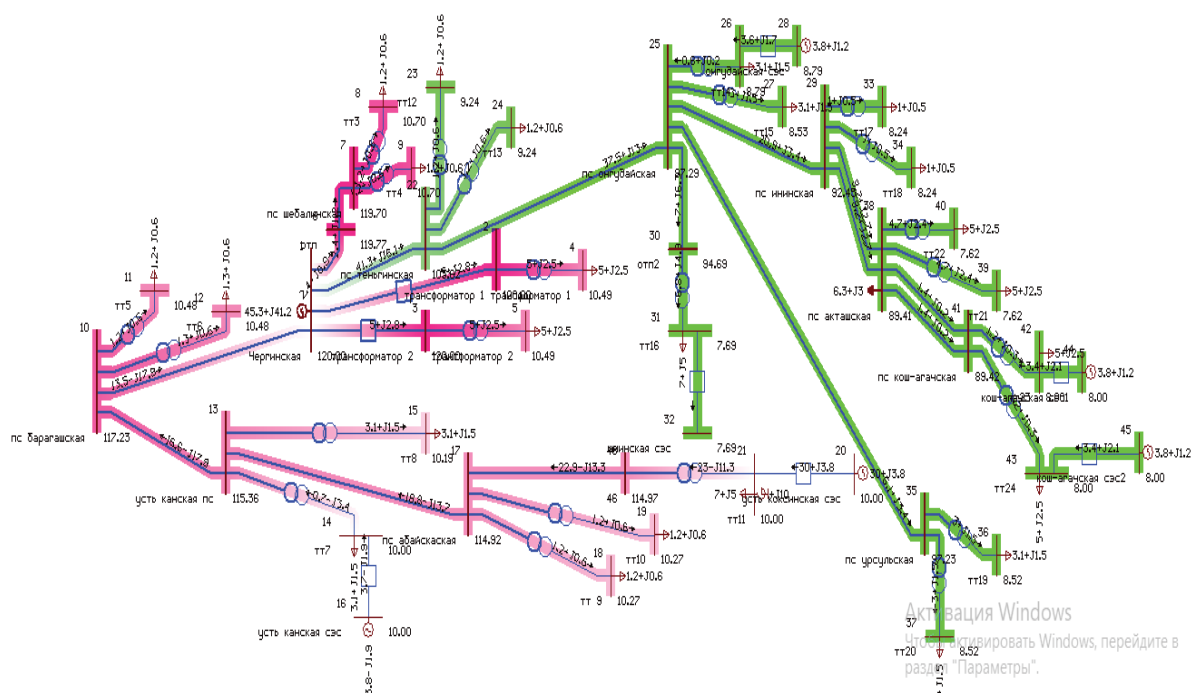


Рисунок 3 - Графическая модель, разработанная в программе RastrWin3

Модель включает в себя 46 узлов, 47 ветвей и 6 генераторов. Активная мощность рассматриваемого района составляет 90 МВт.

Для оценки эффективности строительства солнечных электростанций на примере энергосистемы Республики Алтай с использованием разработанной модели были выполнены две группы расчётов. В качестве критериев эффективности рассмотрены потери мощности в линиях электропередач и трансформаторах, а также уровни напряжения в сети у конечных потребителей – на ПС 110 кВ Усть-Коксинская, ПС 110 кВ Кош-Агачская.

Суть первой группы расчётов заключается в рассмотрении влияния загрузки имеющихся на текущий момент СЭС на параметры электроэнергетического режима.

Следует отметить, что максимальная загрузка СЭС зависит от интенсивности солнечного света и, отчасти, является случайной величиной. Так, при загрузке всех СЭС на 100% расчётные значения потерь в первом и втором районах и уровни напряжения представлены в таблице.

N	Описание	Нагрузки СЭС, Мвт						ΔP МВт 1 район	ΔP МВт 2 район	U, кВ	
		1	2	3	4	5	6			К-А	У-К
1	Загрузка СЭС 100%	40	5	5	25	5	5	5.38	4.83	97.2	113.28
2	Загрузка СЭС 75%	30	3.75	3.75	18.75	3.75	3.75	3.34	2.20	104.23	115
3	Загрузка СЭС 50%	20	2.5	2.5	12.5	2.5	2.5	4.89	0.77	98	114.23
4	Загрузка СЭС 25%	10	1.75	1.75	6.25	1.75	1.75	5.31	0.17	94	113.15
5	Загрузка 0%	0	0	0	0	0	0	-	-	-	-

Рисунок 4 – Результаты первой группы расчетов

Исходя из результатов расчетов, следует, что СЭС, являясь источником реактивной мощности, позволяют поддерживать уровни напряжения. Для полноценного использования их как регулятора уровней напряжения требуется их некоторая искусственная или программная разгрузка для обеспечения диапазона регулирования по реактивной мощности. Также, СЭС позволяют минимизировать потери в дефицитных районах. В районах, где установленная мощность СЭС превышает потребление, их загрузка на полную мощность приводит к повышению потерь в схеме выдачи.

Вторая группа расчётов выполнена для анализа параметров электроэнергетического режима в случае фактического отсутствия одной или нескольких из рассматриваемых выше СЭС.

Таблица 1 – Результаты второй группы расчетов

Состав СЭС	Напряжение	Потери
	U, кВ	dP, МВт
Без Усть-Коксинской	99.2	4.5
Без Кош-Агачской СЭС2	95.7	7.3
Без Кош-Агачской СЭС1 и СЭС2	78.0	11.8
Без Ининской СЭС	89.4	10.7
Дополнительное отключение любой СЭС вместе с указанными выше вариантами, в т.ч. полное отсутствие СЭС	Режим не балансируется	

Исходя из анализа результатов 2 группы расчетов можно сделать вывод, что в отсутствии СЭС невозможно прохождение максимума нагрузок рассматриваемого энергорайона.

Выводы

1. В отсутствии СЭС невозможно прохождение максимума нагрузок рассматриваемого энергетического района;
2. СЭС, загруженные по активной мощности на 100%, теряют возможность регулирования уровней напряжения по причине исчерпания диапазона регулирования по реактивной мощности;
3. СЭС позволяют минимизировать потери в дефицитных районах. В районах, где установленная мощность СЭС превышает потребление, их загрузка на полную мощность приводит к повышению потерь в схеме выдачи;
4. СЭС, являясь источником реактивной мощности, позволяют поддерживать уровни напряжения. Для полноценного использования их как регулятора уровней напряжения требуется их некоторая искусственная или программная разгрузка для обеспечения диапазона регулирования по реактивной мощности;
5. Внедрение технологий HVDC в энергосистему России позволит увеличить долю солнечных электростанций за счет повыше-

ния экономической эффективности энергопередачи в результате снижения потерь при преобразовании и транспортировке электроэнергии, а также себестоимости генерирующих установок из-за уменьшения количества используемого оборудования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Системообразующие субъекты электроэнергетики России // EES EAEC URL: <https://www.eeseaec.org/sistemoobrazuushie-subekty-elektroenergetiki-rossii> (дата обращения: 28.03.2025).
2. Энергия ветра // Ассоциация развития возобновляемой энергетики URL: <https://rreda.ru/industry/acquaintance/res-wind/> (дата обращения: 30.03.2025).

Кагарманова Ксения Романовна – студент группы Э-24 Энергетического факультета ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», e-mail: kagarmanova04@internet.ru

Кузема Амина Александровна – студент группы Э-24 Энергетического факультета ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», e-mail: kuzymaaa@yandex.ru

Поляков Иван Александрович – к.т.н., доцент кафедры «Электроснабжение промышленных предприятий» ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», e-mail: polyakovia@altgtu.ru

ВЗАИМОСВЯЗЬ ПОТЕРЬ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ И НАПРЯЖЕНИЯ НА УЧАСТКЕ СЕТИ

Е. М. Антонова, Б. С. Компанеец

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, г. Барнаул

В данной статье рассмотрена практическая значимость снижения уровня потерь электрической энергии, указан один из используемых методов. Проведен анализ зависимости уровня потерь от уровня напряжения на участке электрической сети, содержащий воздушную линию электропередач, трансформатор и отходящую линию. Получено уравнение суммарных потерь для указанного участка сети. Получено выражение для оптимального уровня напряжения в точке b при постоянном уровне нагрузок S_1 и S_2 . Отмечено, что полученная зависимость не является достаточной для регулирования и внедрения данного метода. Указаны принятые исходные данные: марка провода питающей воздушной линии, марка трансформатора, номинальная мощность и потребляемая мощность трансформатора и отходящей линии. Произведен расчет значений потерь электроэнергии, а также уровня напряжения в точке регулирования (а). Полученные данные сведены в общую таблицу, на основе которых выявлена зависимость потерь электроэнергии от напряжения в точке регулирования. Построена графическая модель указанной зависимости. Сделаны выводы о корректности теоретических расчетов. Указана необходимость введения дополнительных ограничений в связи с требованиями к качеству электрической энергии при практической реализации данного метода.

Ключевые слова: электроэнергетика, электрические сети, потери электроэнергии, регулирование напряжения, снижение потерь электроэнергии, электроснабжение, энергетика, математическое моделирование, система электроснабжения, энергоэффективность.

Снижение уровня потерь электроэнергии является одной из основных задач в сфере электроэнергетики. Одним из методов борьбы с потерями является регулирование напряжения сети. [1]

Рассмотрим участок сети, представленный на рисунке 1.

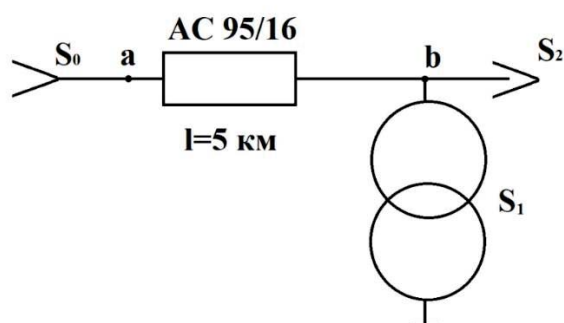


Рисунок 1 – Участок сети общего вида

Данный участок сети включает в себя собственное полное сопротивление линии, трансформатор известной мощности и отходящая линия, потребляющая некоторое количество мощности. В точке а происходит ре-

гулирование напряжения сети, точка b является узловой.

Для участка сети, представленного на рисунке 1, справедливо следующее выражение для суммарных потерь:

$$\Delta P_0 = \Delta P'_{кз1} \left(\frac{S_1}{S_H} \right)^2 \left(\frac{U_H}{U_b} \right)^2 + \Delta P'_{хх1} \left(\frac{U_b}{U_H} \right)^2 + (S_1 + S_2)^2 \frac{r_1}{3U_b^2}, \quad \#(1)$$

где r_1 – активное сопротивление линии, U_b – фактическое напряжение в точке b, S_1 – нагрузка потребителей, подключенных к трансформатору Т1, S_2 – нагрузка отходящей линии.

Напряжение, соответствующее минимальному значению потерь при постоянных нагрузках S_1 и S_2 :

$$U_b = \sqrt[4]{\frac{3\Delta P'_{кз1} U_H^4 \left(\frac{S_1}{S_H} \right)^2 + (S_1 + S_2)^2 r_1 U_H^2}{\Delta P'_{хх1}}} \quad \#(2)$$

Полученная зависимость потерь электроэнергии от напряжения в точке b не явля-

ется достаточно для внедрения данного метода в систему электроснабжения, так как регулирование происходит в точке а. Исходя из этого, возникает необходимость получения зависимости величины потерь от напряжения в точке а:

$$\Delta P_0 = f(U_a)$$

Была также получена зависимость напряжения в точке а от величины напряжения в точке b:

$$U_a = U_b + \frac{P_l r_1 + Q_l x_1}{U_b} + j \frac{Q_l r_1 - P_l x_1}{U_b} \quad \#(3)$$

где P_l и Q_l – активная и реактивная мощность линии, r_1 и x_1 – активное и реактивное сопротивление линии.

Примем следующие исходные данные: трансформатор Т₁ ТМ-250/10, длина линии 5 км, марка провода АС-95/16. Номинальное напряжение – 10 кВ, номинальная мощность, передаваемая по линии S_n 250 кВт, нагрузки S_1 и S_2 соответственно 0,1 S_n и 0,15 S_n . На основе этих данных возможно рассчитать численные значения потерь электроэнергии на участке сети, напряжение в точках а и b. Полученные значения сведены в таблицу 1.

Таблица 1 – Расчет значений потерь электроэнергии, напряжения в точках а и b

P	U _b	U _a
227687500	5,00	29532,93
5699,59	1000,00	1147,64
1452,65	2000,00	2073,82
699,07	3000,00	3049,21
474,16	4000,00	4036,91
412,69	5000,00	5029,53
424,52	6000,00	6024,61
478,77	7000,00	7021,09
562,54	8000,00	8018,45
669,67	9000,00	9016,40
796,92	10000,00	10014,76
942,44	11000,00	11013,42

Для того, чтобы найти зависимость потерь от напряжения в точке а, по данным таблицы необходимо построить график, представленный на рисунке 2.



Рисунок 2 – Зависимость $\Delta P(U_a)$

Проведя анализ графика, можно сделать вывод о том, что существует некоторая точка экстремума, соответствующая минимальным потерям в сети электроснабжения, что подтверждает теоретические расчеты. Однако необходимо учитывать, что при практической реализации данного метода регулирование напряжения возможно только в заданных пределах не более 5% от номинального напряжения, что накладывает строгие ограничения и требует дальнейших исследований.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Воротницкий В.Э., Калинкина В.А., Апраткин В.Н. Мероприятия по снижению потерь электроэнергии в электрических сетях энерго-снабжающих организаций // Энергосбережение. - 2000. - №3. - С. 53-54.

Антонова Елизавета Максимовна – студент, e-mail: elizabetha25@yandex.ru;

Компанеец Борис Сергеевич – к. т. н., заведующий кафедрой «Электрификация производства и быта» ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», e-mail: kompbs@mail.ru

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ НА ОСНОВЕ ГИБРИДНОГО ШАГОВОГО ДВИГАТЕЛЯ

А. Г. Сваровский

Новосибирский государственный технический университет, г. Новосибирск

В данной работе исследована возможность позиционирования гибридного шагового двигателя (ГШД), его конструкция и особенности моделирования в среде разработки SimInTech. Проведено математическое описание, учитывающее динамику вращения и его характеристики. Разработана модель для выбранного ГШД, что позволяет анализировать его поведение в различных режимах работы. Рассмотрены варианты управления, в зависимости от которых будут меняться показатели качества системы, такие как точность позиционирования, скорость и стабильность работы. За счёт разбиения шагов можно достигать высокой точности позиционирования. Постоянные магниты в составе ротора обеспечивают высокий крутящий момент на низких скоростях, но при определенных частотах возникает резонанс, который приводит к проскакиванию шагов, а соответственно к неточностям в работе. При изучении принципов работы гибридного шагового двигателя необходимо учитывать конструкцию и способы управления. К режимам управления относятся: шаговое(поочередное), с перекрытием фаз, полушаговое, а также с дроблением шага управление. Для различных комбинаций данных составляющих можно получать результаты с разными показателями точности позиционирования. В данной статье будет рассмотрена модель двухфазного гибридного шагового двигателя с поочередным управлением.

Ключевые слова: гибридный шаговый двигатель, SimInTech, система позиционирования, шаговое управление, угол поворота ротора, реактивный момент, дискретность работы, вектор тока, период меандра, переходные процессы.

Принцип работы гибридного шагового двигателя основан на изменении магнитного поля в обмотках статора. При подаче электрического тока на обмотки статора создается магнитное поле, которое вызывает движение ротора.

Работа двигателя происходит в несколько шагов:

1. Когда ток подается на одну из обмоток, магнитное поле притягивает ротор к этой обмотке.

2. После этого меняется направление тока, и магнитное поле перемещается, что заставляет ротор сделать шаг.

3. Этот процесс повторяется, и двигатель может вращаться с заданным числом шагов на оборот.

Позиционирование гибридного шагового двигателя основывается на принципе управления его шагами для достижения точного перемещения в заданное положение.

Основные аспекты системы позиционирования:

1. Угол шага — определяет, на сколько градусов поворачивается вал двигателя за один шаг. Обычно это 1.8° для стандартных шаговых двигателей, что соответствует 200 шагам на полный оборот.

2. Микрошаговое управление — позволяет делить каждый шаг двигателя на более

мелкие подшаги, что увеличивает точность позиционирования и уменьшает резкость движений.

3. Важно учитывать инерцию и нагрузку на двигатель, чтобы избежать пропусков шагов, которые могут привести к неточностям в позиционировании.

Математическое описание гибридного шагового двигателя

Для построения математической модели нужно рассмотреть процессы, протекающие в фазах А и В, а также исходя из электрической мощности, вывести формулу для расчёта момента.

При анализе схемы замещения шагового гибридного двигателя, процессы в фазах описываются выражениями:

$$\begin{cases} U_A + e_A = i_A \cdot R + L \cdot \frac{d(i_A)}{dt} \\ U_B + e_B = i_B \cdot R + L \cdot \frac{d(i_B)}{dt} \end{cases}$$

ЭДС, наводимая в фазах потоком ротором, выражается уравнениями:

$$e_A = -\frac{d\psi_A}{dt} \text{ и } e_B$$

Спроецировав вектор потокосцепления на оси фазных катушек, также учитывая многополюсность ГШД, формула будет иметь вид:

$$= -\psi_R \frac{d(\cos(Z_p \cdot \omega_R \cdot t))}{dt}$$

$$e_B = -\psi_R \frac{d(\sin(Z_p \cdot \omega_R \cdot t))}{dt}$$

Взяв производные данных функций и подставив в изначальную систему, будут получены следующие выражения:

$$\begin{cases} \frac{di_A}{dt} = \frac{1}{L} (U_A + Z_p \cdot \psi_R \cdot \omega_R \cdot \sin(Z_p \cdot \omega_R \cdot t) - i_A \cdot R) \\ \frac{di_B}{dt} = \frac{1}{L} (U_B - Z_p \cdot \psi_R \cdot \omega_R \cdot \cos(Z_p \cdot \omega_R \cdot t) - i_B \cdot R) \end{cases}$$

i_A, i_B - токи фазы А и В;
 U_A, U_B - напряжения фазы А и В;
 Z_p - число пар полюсов;
 ω_R - частота вращения ротора;
 ψ_R - потокосцепление ротора

Уравнения электрической мощности для каждой фазы:

$$\begin{cases} P_A = U_A \cdot i_A = L \cdot i_A \cdot \frac{di_A}{dt} - i_A \cdot e_A + i_A^2 \cdot R \\ P_B = U_B \cdot i_B = L \cdot i_B \cdot \frac{di_B}{dt} - i_B \cdot e_B + i_B^2 \cdot R \end{cases}$$

Электромагнитная мощность, создающая крутящий момент ГШД при пренебрежении потерями:

$$P_e = -i_A \cdot e_A - i_B \cdot e_B$$

Подставив в данное выражение уравнение для ЭДС и поделив все на угловую скорость, можно выделить уравнение суммарного момента, который является разницей моментов между фазами А и В.

$$M_i = i_B \cdot Z_p \cdot \psi_R \cdot \sin(Z_p \cdot \theta_R) - i_A \cdot Z_p \cdot \psi_R \cdot \sin(Z_p \cdot \theta_R)$$

M_p - реактивный (зубцовый) момент, создаваемый зубцами статора и ротора при их перемещении друг относительно друга, аппроксимируют синусоидой.

$$M_p = -k_p \cdot \sin(4 \cdot Z_p \cdot \theta_R)$$

$\theta_R = \omega_R \cdot t$ - угол поворота ротора;
 k_p - коэффициент конструкции выбранного двигателя.

Если зубец статора расположен точно напротив зубца ротора, силовые линии магнитного поля замкнуты по минимальному пути, и реактивный момент равен нулю: $M_p=0$. Максимальное значение момента достигает-

ся, когда зубцы статора и ротора отклонены на четверть шага (или на три четверти).

Зубцовый момент представлен на рисунке 1.

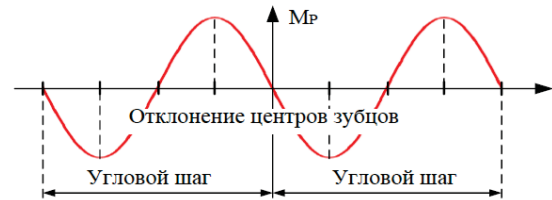


Рисунок 1 - Реактивный (зубцовый) момент

Вычитание двух гармонических сигналов одинаковой амплитуды даёт третий гармонический сигнал, который сдвинут по фазе относительно исходных сигналов и имеет амплитуду, в данном случае большую, чем амплитуда исходных сигналов в $\sqrt{2}$ раз, что представлено на рисунке 2.

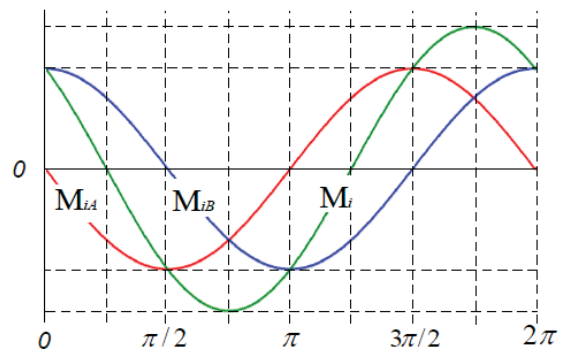


Рисунок 2 - Наложение гармонических сигналов

Система уравнений, включающая в себя электромагнитные процессы в фазах и суммарный момент шагового гибридного двигателя, с учетом реактивного момента:

$$\begin{cases} \frac{di_A}{dt} = \frac{1}{L} (U_A - i_A \cdot R + Z_p \cdot \psi_R \cdot \omega_R \cdot \sin(Z_p \cdot \omega_R \cdot t)) \\ \frac{di_B}{dt} = \frac{1}{L} (U_B - i_B \cdot R - Z_p \cdot \psi_R \cdot \omega_R \cdot \cos(Z_p \cdot \omega_R \cdot t)) \\ M_i = Z_p \cdot \psi_R \cdot (i_B \sin(Z_p \cdot \theta_R) - i_A \sin(Z_p \cdot \theta_R)) - M_p \end{cases}$$

Моделирование гибридного шагового двигателя (ШДГ-86).

Реализация математической модели в системе моделирования SimInTech, представлена на рисунке 3.

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ НА ОСНОВЕ ГИБРИДНОГО ШАГОВОГО ДВИГАТЕЛЯ

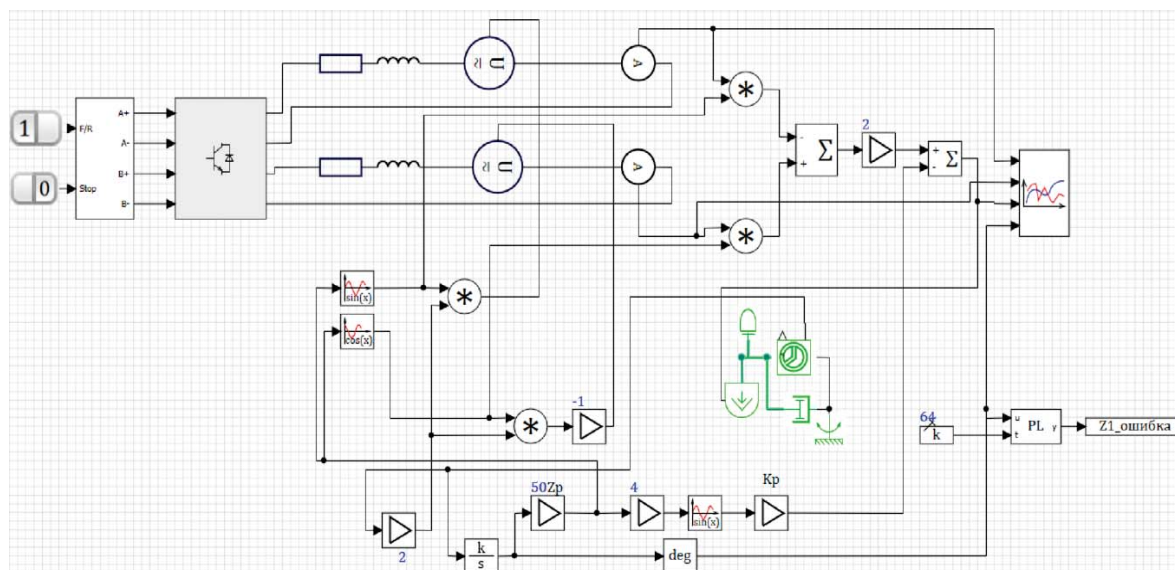


Рисунок 3 - Структурная схема ГШД

Для данной системы было осуществлено шаговое (поочередное) управление, которое подразумевает, что в каждый момент времени ток статора протекает только в одной из фаз двигателя. Полярность подключения фаз к источнику внешнего напряжения может быть различной, а значит и токи фаз могут течь в противоположных направлениях. Соответственно, если подключать фазы к «+» и

«-» источника питания, то вектор тока будет дискретно перемещаться по четырем угловым положениям:

$$0^\circ \Rightarrow 90^\circ \Rightarrow 180^\circ \Rightarrow 270^\circ$$

Данный вид управления, представлен на рисунке 4.

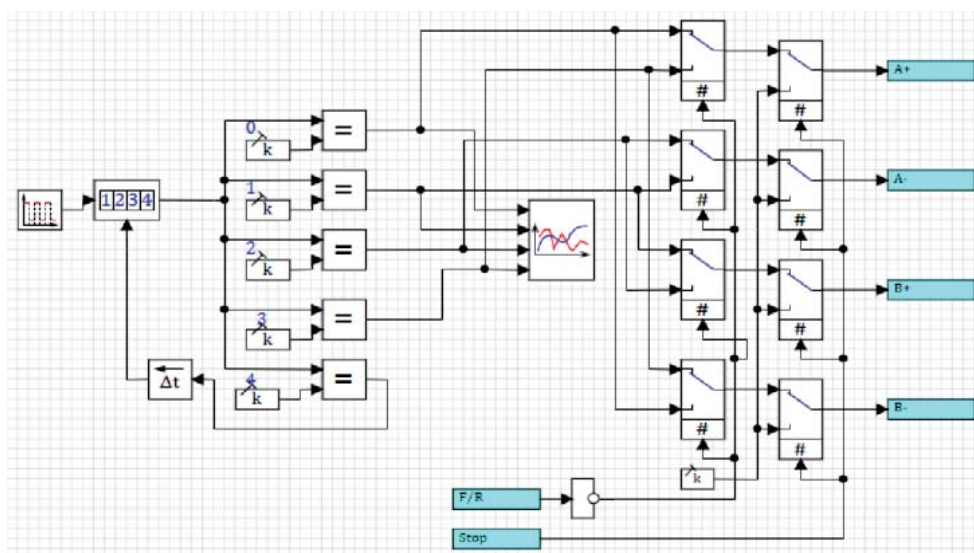


Рисунок 4 - Шаговое управление в SimInTech

Регулирование смоделированной САУ можно осуществить изменением периода меандра, который подает импульсы на счетчик. Для этого задаемся значением угла поворота ротора ($k=64^\circ$), когда θ_R начнет достигать k , в блок меандра запишется новое значение периода, в данном случае оно увеличится, что

заметно отобразится на скорости переходных процессов, а когда $\theta_R=64^\circ$, то произойдет остановка гибридного шагового двигателя.

Переходные процессы ГШД с шаговым управлением представлены на рисунке 5.

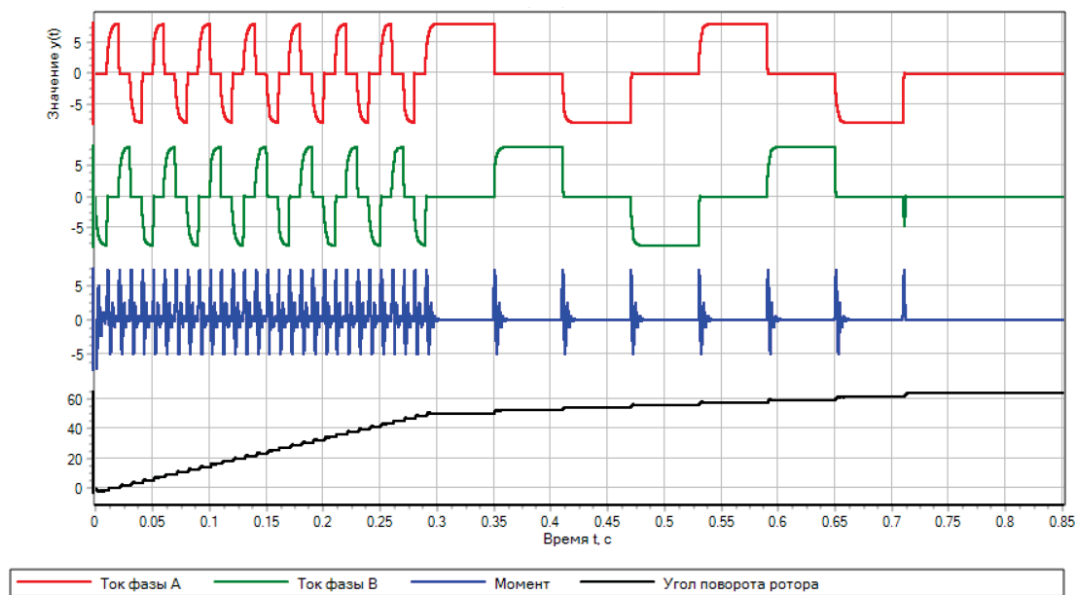


Рисунок 5 - График переходных процессов

Гибридные шаговые двигатели обладают высокой точностью и хорошей реакцией на изменение команд, что делает их востребованными для применения в автоматизированных системах. Синтез регуляторов для шагового двигателя существенно отличается от регуляторов остальных типов двигателей за счет дискретности их работы.

Такие шаговые двигатели широко применяются в медицинском оборудовании, промышленности, робототехнике, в 3D-принтерах, офисной технике и на станках с ЧПУ, где необходима высокая точность позиционирования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Автоматические системы и приборы с шаговыми двигателями/ Исмаилов Ш. Ю.//Издательство: Энергия, 1968г.
2. Шаговые электродвигатели. Карпенко Б. К., Ларченко В. И., Прокофьев Ю. А./Издательство: Техника, 1972г.
3. Автоматическое управление электроприводами: учеб. пособие/В.В. Панкратов. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2013. – Часть 1. Регулирование координат электроприводов постоянного тока. – 200 с.

Сваровский Андрей Геннадьевич – студент ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный технический университет», факультет ФМА, 4-й курс, e-mail: Svarschikandrei@mail.ru, тел. 89137700412.

АЭРОДИНАМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ КОТЛОВ С ИНВЕРСИОННОЙ ТОПКОЙ

Е. М. Пузырев, Д. Е. Сурин

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, г. Барнаул

В процессе работы выполнен анализ типовых схем расположения горелочных устройств в котле. Основные недостатки классических подходов включают неравномерное тепловосприятие, риск шлакования экранов, перекоп факела при частичных нагрузках и сложности трассировки пылепроводов. В качестве альтернативы рассмотрена инверсионная топка с нисходящим факелом, где горелки размещены на потолке. Это обеспечивает равномерное движение газов, исключает прямой контакт факела с экранами и снижает шлакование. Преимуществом этого расположения является появление эффекта плавучести, который создает противоточную циркуляцию, увеличивая время пребывания частиц в зоне горения, а температурная стратификация интенсифицирует турбулентность и гомотенизацию топливовоздушной смеси.

Проанализирован зарубежный опыт применения котлов с потолочным расположением горелок. Одним из таких вариантов являются «плечевые» топки. Ключевые преимущества «плечевых» топок является снижение выбросов NO_x за счет ступенчатой подачи воздуха, повышение КПД котла благодаря полному выгоранию топлива и защита экранов от термических повреждений. Опыт фирм Foster Wheeler и Mitsui Babcock подтверждает эффективность «плечевых» топок для сжигания низкореакционных углей.

На основе проведенного обзора были разработаны технологическая схема и топочное устройство, которое может использоваться в промышленных и энергетических котлах при их реконструкции и разработке нового котельно-топочного оборудования.

Ключевые слова: котел, U – образная компоновка, инверсионная компоновка, топочный процесс, топочное устройство, горелки, горелочные устройства, шлакование, оксиды азота, зола.

ВВЕДЕНИЕ

Интенсификация процесса горения, шлакование топочных экранов, тепло- и массообмен, полнота выгорания топлива в объеме топочной камеры, а как итог надежная эксплуатация котла формируются не только конструктивными особенностями топки и горелочных устройств, и режимом работы котла, но и схемой размещения горелок на стенках топки, а также схемой компоновки топочного устройства в составе котла.

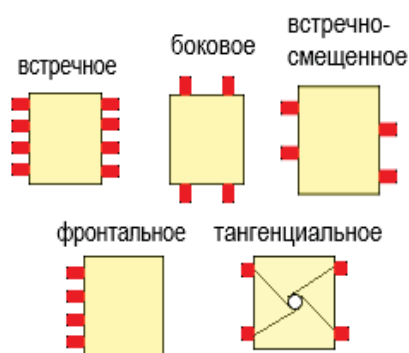


Рисунок 1 – Типичные схемы расположения горелок

Типично горелочные устройства в котлах располагаются на вертикальных стенах топочной камеры и при этом используются устоявшиеся схемы их компоновки (рис.1). Например, удобное для обслуживания котла, фронтальное расположение горелочных устройств, создает неравномерное тепловосприятие топочной камеры по ширине топки из-за более вытянутого факела. Также появляется риск наброса факела на задний экран топки, с повышенным шлакованием экранных труб. При пониженных нагрузках и/или отклонении части мельниц возникает перекоп факела и неравномерность поля температур по сечению топки. Далее, из-за поворота факела в области горелочных устройств пыль выделяется из потока топливовоздушной смеси, ещё больше увеличивая неравномерность топочного процесса.

При осесимметричном тангенциальном расположении горелок температурные и другие поля по сечению топки наиболее равномерны, т.к. горелочные струи формируют вихрь, который интенсифицирует процессы горения, что приводит к более интенсивному перемешиванию воздуха с топливом, а как

итог к более полному выгоранию топлива [1]. Но и у такого расположения горелок есть недостатки: пульсации скорости воздуха при использовании пылепроводов высокой концентрации (ПВКд), отклонение высокотемпературного ядра горения в сторону экранов при неравномерном распределении воздуха и пылевоздушной смеси по горелочным устройствам, что может приводить к их сильному шлакованию. Еще одним недостатком можно считать сложность трассировки пылепроводов и воздухопроводов. Пылепроводы получаются более длинными и имеют больше гибов, что приводит к неравномерному распределению пыли по сечению и повышает износ пылепроводов.

Инверсионная компоновка котла

В рассматриваемой инверсионной компоновке топки горелки могут располагаться не только на стенах, но и на потолке топочной камеры. При U – образной конфигурации топки (рис.2), наиболее эффективным решением является именно размещение горелки 2 на потолке топки 1. Благодаря отсутствию поворотов, факела, обеспечивается равномерное нисходящее движение без взаимодействия с ограждающими поверхностями и соответственно без шлакования экранов топки. При этом возникающий эффект плавучести способствует восходящему движению разогретых газовых масс с пониженной плотностью и создаёт их особое, противоточное взаимодействие с факелом. Данный процесс, увеличивает время пребывания горящих частиц в зоне горения, интенсифицирует теплоотдачу и выравнивает скоростные поля по сечению топки. Подробный анализ, с примерами влияния сил плавучести, дан в монографии [2].

Закрученные горелочные струи индуцируют интенсивное вовлечение топочной среды в прикорневую зону факела [3]. Верхнее расположение горелок усиливает рециркуляционные процессы за счёт сил плавучести: высокотемпературные потоки, направленные из факела в его основание, формируют устойчивую внутритопочную циркуляцию. Это стабилизирует процесс горения, повышает тепловосприятие потолочных экранов и снижает образование оксидов азота (NO_x) без использования внешних систем рециркуляции дымовых газов.

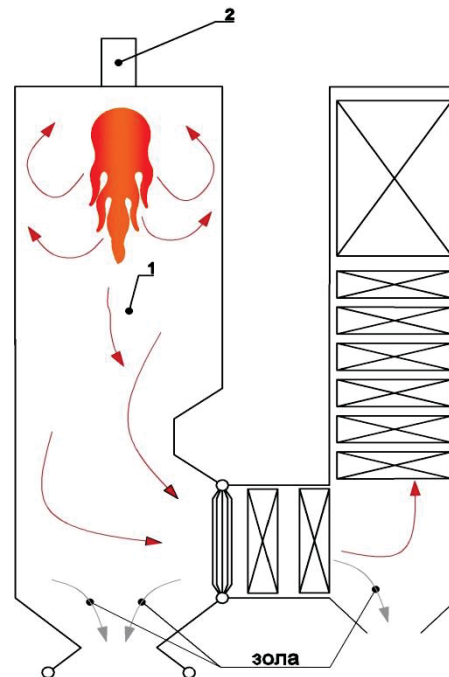


Рисунок 2– Котел с инверсионной компоновкой топки

Дополнительным преимуществом рассматриваемой конфигурации является повышение защиты топочных экранов от прямого термического воздействия факела, что исключает процессы шлакообразования, стабилизирует тепловосприятия экранов топки 1, что обусловлено формированием восходящего рециркуляционного течения в пристеночной зоне, локализованной под горелочным устройством, как описано ранее.

Ключевым аспектом также выступает влияние сил плавучести, которые индуцируются температурной стратификацией газового потока. Неоднородность температурного поля также инициирует развитие интенсивной турбулентности, способствующей гомогенизации топливовоздушной смеси в зоне горения, а это обеспечивает полное окисление горючих компонентов при сниженном коэффициенте избытка воздуха, минимизирует тепловые потери с уходящими дымовыми газами и, как следствие, повышает эффективность котлоагрегата.

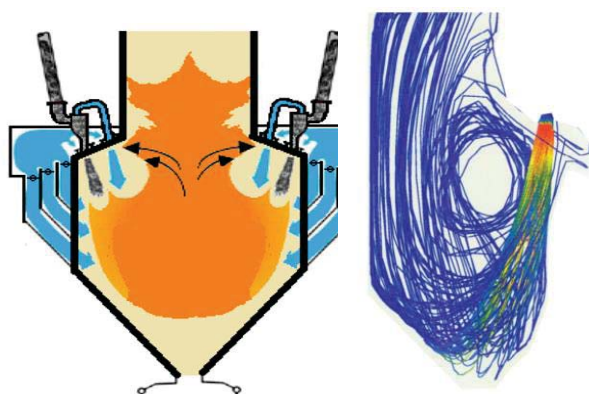


Рисунок 3 – Котел с плечевой топкой FosterWheeler

Следует отметить ведущую роль и опыт фирм FosterWheeler и MitsuiBabcock в организации сжигания низкорекреационных углей и антрацитов с использованием особого типа U – образной конфигурации топки, которые именуются как «плечевые» или «арочные» топки (рис.3) [4]. Их топочная камера характеризуется «потолочным» расположением горелок, вынесенных за геометрические размеры, с организацией нисходящей траектории факела на начальном участке горения и формированием вихря (рис.3, справа). Эта компоновка формирует зоны рециркуляции высокотемпературных газовых потоков, направленных к устью горелки, что способствует улучшению прогрева пыли и её устойчивому воспламенению, которые необходимы для таких углей.

В зоне факела наблюдается интенсификация радиационного теплообмена, обусловленная высокой плотностью потока теплового излучения. Еще одной особенностью является возможность разноплановой подачи окислителя: вторичный и третичный воздух вводятся поэтапно вдоль траектории факела в зоны, оптимальные для подавления образования оксидов азота (NO_x). Такое пространственное распределение окислительных потоков минимизирует локальные пики температур — ключевой фактор термического синтеза NO_x [5].

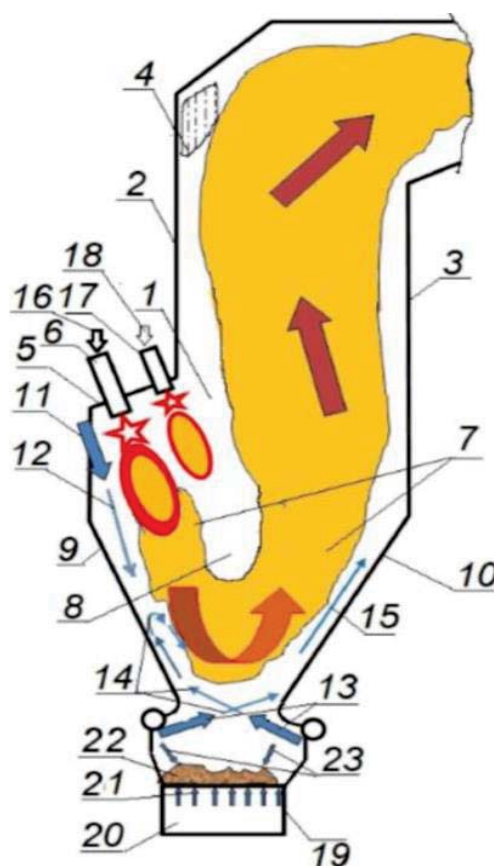


Рисунок 4 – Предлагаемая топка

На основе проведенного обзора для организации пылеугольного сжигания различных топлив были разработаны технологическая схема и топочное устройство, которое может использоваться в промышленных и энергетических котлах при их реконструкции и разработке нового котельно-топочного оборудования (рис.4).

Здесь в топке 1 – 5 с описанной конфигурацией установлены пылеугольные горелки 6, направленные вниз, которые благодаря геометрии схемы имеют характерный факел 7 U-образной формы, опускающийся в холодную воронку (ХВ) 8, которая образована наклонными участками 9 и 10 экранов 2 и 3. Ниже горелок 6 установлены верхние сопла 11 вторичного дутья, направленные как показано стрелками 12. Часть сопел вторичного дутья, нижние сопла 13 вторичного дутья, расположена в нижней части ХВ 8, и установлена в виде двух рядов отдельных сопел, направленных вверх на противоположные наклонные участки 9 и 10 экранов как показано стрелками 14 и 15 соответственно.

Помимо пылеугольных горелок 6, подключённых к тракту 16 подачи топливовоздушной смеси с первичным воздухом, рядом

с ними могут быть установлены, стабилизирующие горение дожигающие горелки 17, подключённые к тракту 18 подачи дожигающей топливовоздушной смеси, например, более высокорекреационной тонкой пыли. Кроме того, под ХВ 8 может быть установлен, дожигающий провал транспортёр 19 пластинчатого типа, на фигуре дано его поперечное сечение, с коробом 20 подачи дутья. Стрелками 21 показано дожигающее дутье под слой 22, а стрелками 23 на слой 22 выгружаемого коксозольного остатка

Применение механизированной слоевой дожигающей колосниковой решётки или дожигающего провала транспортёра пластинчатого типа с коробом подачи дутья под слой и соплами вторичного дутья, направленными на слой, обеспечат дожигание провала и высокую экономичность топki при сильной загрузке топливовоздушных струй крупными частицами, в том числе породы. При этом их выгрузка обеспечит более экономичную работу топki и трактов дымоудаления котла без балластирования, износа и заполнения отложениями оборудования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Стырикович М.А., Катковская К.Я., Серов Е.П. Котельные агрегаты. Москва: Госэнергоиздат., 1959. - 487 с.
2. Тернер Дж. Эффекты плавучести в жидкостях. -М.: Мир, 1977. - 431 с.
3. Сполдинг Д.Б. Горение и массообмен. Перевод с англ. Гизатуллина Р. Н., Ягодкина В. И.; Под ред. Дорошенко В. Е. - Москва: Машиностроение, 1985. - 237 с.
4. Алехнович, А.Н. Свойства и пылеугольное сжигание низкорекреационных топлив. Часть II. Топочно-горелочные устройства / А. Н. Алехнович // Электрические станции. – 2017. – № 12(1037). – С. 10-16. – EDN YMXAEC.
5. Котлер В.Р. Оксиды азота в дымовых газах котлов - Москва: Энергоатомиздат, 1987. - 141 с.

Сури́н Дми́трий Евге́ньевич – аспирант кафедры «КуРС», e-mail: surin-99@bk.ru
Пузы́рев Евге́ний Миха́йлович – д.т.н., e-mail: pem-energo@list.ru

АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ СИСТЕМ КОНТРОЛЯ ТЕМПЕРАТУРЫ КОНТАКТНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ В РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВАХ

Н. Ф. Гречко, А. А. Грибанов

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, г. Барнаул

В статье приведена проблема контроля нагрева контактных соединений в распределительных устройствах трансформаторных подстанций. Отмечены причины нагрева контактных соединений, обуславливаемые как протекающими физическими процессами в точке контакта проводников, так и ввиду работы подстанций. Также отмечено влияние периодичности проведения осмотров оборудования на развитие дефектов соединений как на объектах с присутствием персонала, так и без такового. Для решения проблемы проведён анализ применяемых современных способов контроля температуры контактных соединений, реализованных в соответствующих системах. Рассмотрено строение и функциональные особенности каждой системы, приведены достоинства и недостатки. На основе проведённого анализа сделаны выводы о возможности применения каждой из рассмотренных систем в конкретных условиях работы.

Ключевые слова: контактные соединения, нагрев, контроль температуры, распределительные устройства, переходное сопротивление, тепловизионный контроль, термоиндикаторные наклейки, газоаналитическая система, датчики, поверхностно-активные волны, пирометрическая система.

В настоящее время известно множество способов мониторинга и диагностики состояния элементов распределительных устройств (РУ) подстанций. Для реализации их применения разработано множество устройств, принцип работы которых основан на отслеживании появления и развития негативных процессов (избыточное образование газов в трансформаторном масле, развитие частичных разрядов в баке трансформатора и т.д.). Современная наука уже располагает трудами, связанными с внедрением технологий искусственного интеллекта для прогнозирования развития неисправностей, с опорой на предыдущий опыт. Это позволяет повышать точность проводимых диагностик и надёжность систем электроснабжения (за счёт уменьшения времени обнаружения дефекта и, соответственно, времени на ремонт).

Мониторинг состояния контактных соединений также является важным элементом неразрушающего контроля электроустановок. В распределительных устройствах присутствует внушительное количество контактных соединений проводников (шин или проводов). В процессе эксплуатации соединения подвергаются температурному и механическому воздействию, что приводит к постепенному ослаблению прижатия контактных поверхностей, уменьшению площади контакта, обра-

зованию на поверхности контактов оксидной плёнки или нагара и к росту переходного сопротивления.

Рост переходного сопротивления, в свою очередь, приводит к избыточному нагреву контактного соединения, что ускоряет дальнейший рост сопротивления. Дальнейшее развитие дефекта приводит к деструкции изоляции, оплавлению и разрушению контакта, повреждению элементов электроустановок и в конечном итоге может привести к пожару [1].

Целью данной статьи является обзор ныне разработанных современных способов контроля температуры распределительных устройств, их анализ и оценка возможности их применения в вышеприведённых электроустановках.

Согласно СТО 34.01-24-002-2021, периодичность плановых осмотров оборудования на объектах с постоянным наличием дежурного персонала составляет не реже одного раза в сутки [2]. Развитие дефекта при этом можно уследить лишь визуально, в доступном для обзора месте, либо по исходящему запаху гари. Как правило, в этих случаях уже требуется немедленное устранение проблемы. При этом контактные соединения могут находиться в недоступных для осмотра местах.

В случае с объектами без постоянного наличия дежурного персонала (распределительные пункты, трансформаторные подстанции 10(6)/0,4 кВ), плановый осмотр на которых проводится раз в полгода [2], начало развития дефекта может быть упущено, а осмотр «на глаз» даст ложную оценку состоянию соединения. Периодичность тепловизионного контроля, проводимого для электрооборудования распределительных устройств напряжением 35 кВ и ниже, составляет 1 раз в 3 года [3]. Наибольшее допустимое значение температуры болтового контактного соединения медных или алюминиевых проводников на воздухе составляет 90 °С, с покрытием оловом (лужением) допустимая температура возрастает до 105 °С, превышением температуры, в свою очередь, происходит по достижению отметки 50°С и 65°С соответственно [3]. Наиболее интенсивное окисление проводников происходит при температуре нагрева выше 75 °С, что согласно [3] определяется уже как развившийся дефект.

В сочетании с периодичностью плановых осмотров таких объектов, это также создаёт предпосылку к упущению момента перехода дефектов в аварийную стадию.

С целью мониторинга состояния контактных соединений и оповещения оперативного персонала о необходимости устранения сложившейся неисправности разрабатываются и внедряются в существующие электроустановки системы контроля температуры, функционирующие на основе определения температурных показателей различными способами.

Способ контроля температуры, основанный на применении термоиндикаторных наклеек, известен достаточно давно. Примерный вид простого термоиндикатора приведён на рисунке 1.

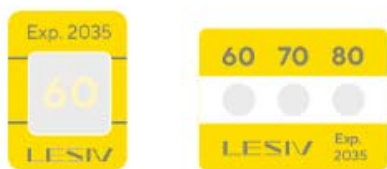


Рисунок 1 – Термоиндикаторные наклейки
(источник: <https://thermoelectrica.com>)

На поверхность наклейки нанесён термочувствительный материал, который плавится при достижении определённой температуры нагрева, ввиду чего становится прозрачным, проявляя рисунок подложки [1, 4]. Наклейка является необратимой – так можно в любой момент времени определить, до ка-

кой температуры был нагрев [1, 4]. Для удобства определения предельной температуры нагрева, наклейка может содержать несколько температурных меток. Таким образом, степень нагрева соединения в районе наклейки можно оценить при проведении планового осмотра, проводимого с периодичностью раз в сутки на объектах с постоянным присутствием обслуживающего персонала или в процессе работ, связанных с выведением электроустановки (например, ячейки КРУ) из работы на плановый ремонт.

Термоиндикаторные наклейки нашли широкое применение в области контроля температуры. Так, в ПАО «Федеральная Сетевая Компания – Россети» был издан стандарт СТО 34.01-12-002-2023 [5], в котором приводятся места установки и необходимые указания по эксплуатации наклеек.

На основе процессов, протекающих при нагреве термоиндикаторных наклеек, не так давно появилась газоаналитическая система контроля температуры. Элементы системы приведены на рисунках 2, 3, 4.



Рисунок 2 – Термоиндикаторные наклейки, выделяющие газ при достижении определённой температуры (для наклеек на рисунке температура равна 80°С)

(источник: <https://thermoelectrica.com>)



Рисунок 3 – Газовый датчик
(источник: <https://thermoelectrica.com>)

АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ СИСТЕМ КОНТРОЛЯ ТЕМПЕРАТУРЫ КОНТАКТНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ В РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВАХ



Рисунок 4 – Контрольно-приёмное устройство
(источник: <https://thermoelectrica.com>)

Главными сигнализирующими элементами системы являются термоактивируемые газовыделяющие наклейки (ТГН) [6], по внешнему виду схожие с предыдущим вариантом исполнения. При достижении некоторой температуры ТГН начинает выделять специальный газ, улавливаемый датчиком [6]. Датчик передаёт информацию на приёмное устройство, а оно, в свою очередь, оповещает оперативный персонал о развитии дефекта и о необходимости принятия мер. Система может быть настроена на передачу данных с контрольно-приёмного устройства в систему управления или же напрямую оперативному персоналу [6], что позволяет сигнализировать развитие дефектов на удалённых объектах без присутствия персонала (например, на комплектных трансформаторных подстанциях или на иных труднодоступных объектах).

Выделяемый газ безвреден для человека и не реагирует на температурные изменения вследствие коротких замыканий, что исключает ложные срабатывания системы.

К достоинствам термоиндикаторных систем стоит отнести простоту применения, возможность охвата всех необходимых для контроля соединений без приложения значительных усилий на монтаж, исключение ложных срабатываний. К недостаткам можно отнести необходимость замены термоиндикаторов после каждого срабатывания.

В настоящее время также существуют системы контроля температуры, в основе которых лежат беспроводные датчики температуры, что обеспечивает удобство при монтаже и дальнейшей эксплуатации электроустановки. Разработана система контроля, основанная на применении датчиков, функционирующих на основе поверхностно-акустических волн (ПАВ).

Система состоит из набора датчиков и считывателя с антеннами [7], составляющие системы приведены на рисунках 5, 6, 7.



Рисунок 5 – Блок считывателя
(источник: <https://avangard.org>)

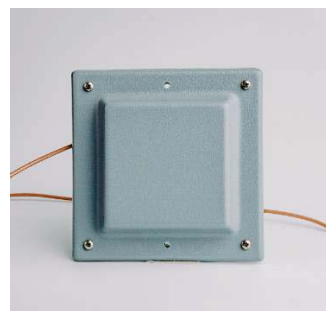


Рисунок 6 – Антенна считывателя
(источник: <https://avangard.org>)



Рисунок 7 – Датчик температуры
(источник: <https://avangard.org>)

Датчик содержит пьезоэлектрическую подложку, на которой расположены его главные элементы – встречно-штыревой преобразователь (ВШП) и набор рефлекторов [7]. При опросе датчиков считыватель излучает радиосигнал, поступающий на ВШП датчика, в котором, за счёт обратного пьезоэффекта происходит возбуждение поверхностно-акустической волны. Волна отражается от каждого электрода и возвращается обратно к ВШП, преобразуется в радиосигнал и ретранслируется на считыватель. При изменении температуры проводника происходит расширение материала подложки, ввиду чего расстояние между электродами и отражателями изменяется, считыватель оценивает время задержки отражённого сигнала от соответствующего электрода, на основе чего и происходит вычисление значения температуры [7]. По способу монтажа датчики являются

контактными и крепятся непосредственно к контролируемой поверхности. Также датчики могут производиться в болтовом исполнении, предназначенные для монтажа на шинах.

Всего один считыватель может опрашивать до 9 датчиков, размещаемых на максимальном удалении в 6 метров от приёмного устройства [7], что позволяет монтировать датчики в самых необходимых местах. Результаты измерений со считывателя могут передаваться дежурному персоналу на объекте по интерфейсу RS485. Также считыватель имеет релейные выходы для подключения к устройствам РЗА.

ПАВ-датчики являются абсолютно пассивными (не требуют дополнительного источника питания), обладают высокой стойкостью, как к факторам внешней среды, так и к воздействию электромагнитных и даже радиационных помех [7]. Однако по сравнению с рассматриваемыми системами, на данный момент они обладают достаточно высокой стоимостью.

Тепловизионный контроль электрооборудования на объектах, как уже упоминалось выше, проводится эпизодически. Для получения наиболее полных данных о характере развития дефектов контактных соединений необходимо, чтобы рабочая нагрузка была не менее 60% от номинальной. Пирометрические системы контроля температуры основаны на улавливание инфракрасного излучения, исходящего от контролируемой поверхности в зависимости от величины её нагрева. Непрерывное фиксирование излучения осуществляется пирометрическими датчиками.

Пример подобной системы приведён на рисунке 9.



Рисунок 8 – Пирометрическая система непрерывного контроля «Зной»
(источник: <https://testelektro.ru>)

Датчики монтируются напротив контролируемого объекта таким образом, чтобы

пятно визирования полностью размещалось на поверхности проводника, а на пути обзора датчика не было посторонних элементов. Управляющее устройство производит опрос датчиков по интерфейсу RS485, сигнализацию работы системы и энергонезависимое хранение принимаемых данных [9]. Возможность подключения до 30 датчиков [9] делает возможным их размещение в самых необходимых и предпочтительных для контроля местах, недоступных при привычном периодическом контроле с помощью тепловизора.

Пирометрические системы контроля температуры обладают высокой помехозащищённостью, достигаемой за счёт применения интерфейса RS485, возможностью установки большого количества датчиков, а сами датчики не касаются контролируемой поверхности, что исключает их температурное повреждение. К недостаткам стоит отнести зависимость результатов измерений от степени окисления поверхности металла, что устраняется путём нанесения на контролируемую поверхность специальных покрытий, а также зависимость чувствительного органа датчика от загрязнённости.

Каждая из рассмотренных выше систем обладает как своими достоинствами, так и недостатками. Опыт внедрения приведённых систем показывает их жизнеспособность и возможность применения для контроля дефектов контактных соединений в самых разнообразных местах.

Термоиндикаторные наклейки и системы на их основе весьма просты в монтаже и эксплуатации, неприхотливы к условиям окружающей среды, а замена сработавших наклеек в любом случае будет сопряжена с проведением работ со снятием напряжения. Их удобно применять для контроля труднодоступных контактных соединений, до которых при плановом осмотре добраться с прибором контроля (в том числе, без риска касания токоведущих частей) будет весьма затруднительно. ПАВ-датчики также практически не нуждаются в обслуживании, за счёт чего их можно монтировать в любом месте электроустановки.

Для корректной работы пирометрической системы, помимо калибровки по коэффициенту излучения поверхности, необходимо обеспечить отсутствие влияния внешних факторов (повышенная влажность, запылённость) на линзы датчиков. Контроль и устранение влияния данных факторов в труднодоступных для осмотра местах электроустановок может представлять проблему. Поэтому пирометрические датчики предпочтительно

АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ СИСТЕМ КОНТРОЛЯ ТЕМПЕРАТУРЫ КОНТАКТНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ В РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВАХ

размещать в более доступных для обслуживания местах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Львов, М. Ю. Применение термоиндикаторов для контроля состояния контактов и контактных соединений при эксплуатации электрооборудования / М. Ю. Львов, С. Д. Никитина, А. В. Лесив // Электрические станции. – 2023. – № 2(1099). – С. 44-51. – EDN JKJDYI

2. СТО 34.01-24-002-2021. Организация технического обслуживания и ремонта объектов электросетевого хозяйства : стандарт организации : утв. распоряжением ПАО «Россети» от 29.07.2021 №268р. – URL: <https://www.rosseti.ru/upload/iblock/edb/93cjbuzo8pfgjjc3sdv234692ukukigd.pdf> (дата обращения 07.05.2025).

3. СТО 34.01-23.1-001-2017. Объем и нормы испытаний электрооборудования : стандарт организации : утв. распоряжением ПАО «Россети» от 29.05.2017 №280р. – URL: <https://www.rosseti.ru/upload/iblock/b36/dowqrii80ps20qe1m21e1cu204yuckyk1.pdf?ysclid=mb35cul3es908417336> (дата обращения 07.05.2025).

4. Термоиндикаторы. Принцип работы. – Текст : электронный // THERMOELECTRICA. – URL: <https://thermoelectrica.com/how-indikator-works> (дата обращения 07.05.2025).

5. СТО 34.01-12-002-2023. Методические указания по контролю состояния контактов и контактных соединений электрооборудования с использованием термоиндикаторных наклеек : стандарт организации : утв. приказом ПАО «Россети» от 31.10.2023 № 472. – URL: <https://www.rosseti.ru/upload/iblock/af3/hd226j1ec20yud1f5twkikm4zg1xaftu/%D0%A1%D0%A2%D0%9E%>

2034.01-12-002-2023.pdf (дата обращения 07.05.2025).

6 ГАС «Термосенсор». Принцип работы. – Текст : электронный // THERMOELECTRICA. – URL: <https://thermoelectrica.com/printsip-raboty-gas> (дата обращения 07.05.2025).

7. Применение беспроводных систем мониторинга температуры ПАВ-Термо производства ОАО «Авангард» в электрических шкафах / М. К. Ситкин, К. А. Строганов, Б. Н. Люлин [и др.] // Электроника и микроэлектроника СВЧ. – 2023. – Т. 1. – С. 574-578. – EDN LLWARQ.

8. Система мониторинга температуры токоведущих частей электроустановок на базе беспроводных пассивных датчиков на ПАВ (ПАВ-ТЕРМО-В). – Текст: электронный // АВАНГАРД ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО. – URL: <https://www.avangard.org/product/datchiki-i-sistemy/sistema-monitoringa-temperatury-tokovedushchikh-chastey-elektroustanovok/sistema-monitoringa-temperatury-tokovedushchikh-chastey-elektroustanovok-na-baze-besprovodnykh-passiv/> (дата обращения 07.05.2025).

9. НПП «ТестЭлектро»: пирометрическая система контроля «Зной» в действии. – Текст: электронный // Журнал «ИСУП». – URL: <https://isup.ru/articles/34/18007/> (дата обращения 07.05.2025).

Гречко Николай Федорович – студент гр 8Э-41, ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», e-mail: kolyanyeah2013@yandex.ru

Грибанов Алексей Александрович – к.т.н., доцент, ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», e-mail: gribanovaa@altgtu.ru

ВЫБОР АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ ДЛЯ АВТОНОМНЫХ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ МЕТОДА ЛИНЕЙНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ

Д. Ю. Дергунов, Е. В. Титов

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, г. Барнаул

В статье рассматриваются вопросы по применению метода линейной оптимизации для выбора альтернативных источников энергии в сельскохозяйственном производстве. Оценка затрат на оборудование биоустановок и ветрогенераторов для автономных потребителей энергии. Оптимизация энергоснабжения с учетом ограничений по мощности и экономическим затратам. Ключевым результатом исследования являются методические рекомендации по выбору оборудования, обеспечивающие баланс между экономической эффективностью и техническими ограничениями. Показано, что комбинированное использование биоустановок и ветрогенераторов снижает затраты на энергоснабжение, повышая устойчивость автономных систем. Предложенный подход адаптивен и может быть применён в других регионах с аналогичными условиями, что подтверждает его практическую значимость для сельского хозяйства.

Ключевые слова: метод линейной оптимизации, альтернативные источники энергии, биоустановки, ветрогенераторы, энергоснабжение, автономные потребители, оптимизация, энергосистемы.

В условиях необходимости перехода на альтернативные источники энергии особенно актуально использование биоустановок и ветрогенераторов для энергоснабжения автономных потребителей. Основной целью является оптимизация затрат на покупку оборудования, с учётом особенностей автономных хозяйств и доступных ресурсов.

Автономный потребитель — фермерское хозяйство, использующее альтернативные источники энергии, такие как биоустановки и ветрогенераторы. Для расчёта примерных затрат приведено хозяйство, содержащее несколько видов животных (таблица 1), с возможностью выработки электроэнергии на основе биогаза. Общая мощность, производимая биоустановкой, составляет 10,51 кВт.

Таблица 1 — Данные по фермерскому хозяйству

№	Разновидности выращиваемых животных и птиц	Количество животных	Возможная выра- ботка электро- энергии на основе биогаза, кВт·ч	Средний ежеме- сячный расход электроэнергии, кВт·ч	Значение пиковой нагрузки, кВт
1	Коровы	2	5850	1100	15
2	Телята	1	880		
3	Свиньи	2	650		
4	Гуси	5	90		
5	Курицы	5	100		
	Всего	15	7570		

ВЫБОР АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ ДЛЯ АВТОНОМНЫХ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ МЕТОДА ЛИНЕЙНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ

Исходя из данных таблицы, максимальная потребляемая мощность хозяйства составляет 15 кВт, однако биоустановка может вырабатывать лишь 10,51 кВт. Для покрытия оставшейся части (4,49 кВт) предполагается использование ветрогенераторов.

Для оценки затрат совместного использования биоустановок и ветрогенераторов были разработаны модели, которые позволяют вычислить стоимость необходимого оборудования в зависимости от его мощности. На рисунке 1 представлена трёхмерная поверхность зависимости затрат от мощности биоустановок и ветрогенераторов.

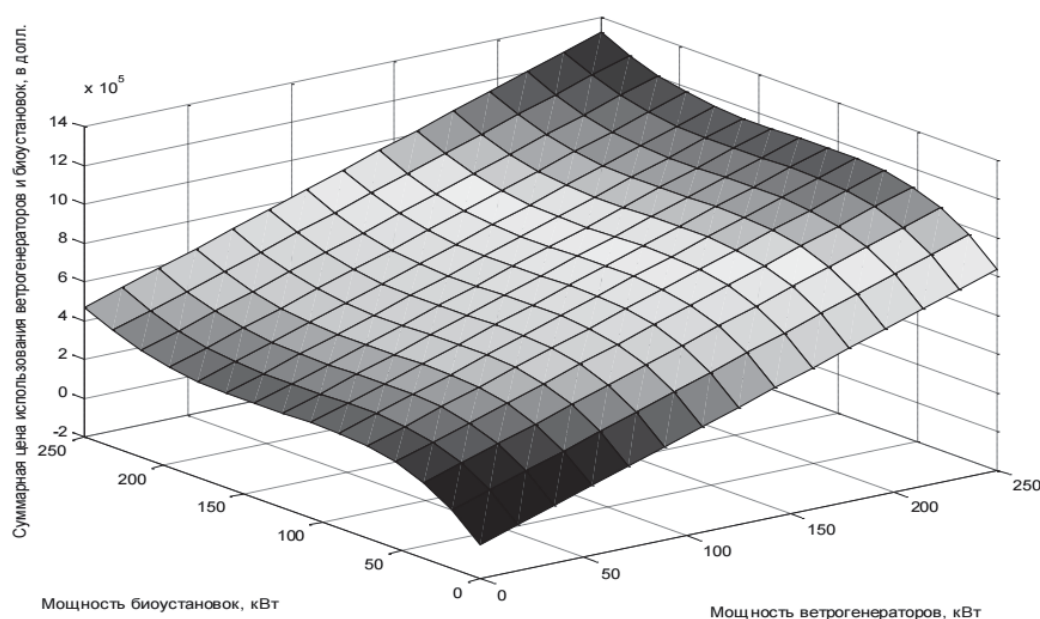


Рисунок 1 — Зависимость стоимости оборудования от мощности

Используя графическую модель, можно определить, что при мощности биоустановки 10,51 кВт и мощности ветрогенераторов 4,49 кВт, суммарные затраты на оборудование составляют 48 827 долларов.

Для принятия оптимального решения по выбору источников энергии применим метод линейной оптимизации [1]. Основная задача — минимизировать затраты на оборудование при соблюдении условия мощности [2]:

$$P_{\text{био}} + P_{\text{ветер}} \geq 15 \text{ кВт},$$

где $P_{\text{био}}$ — мощность биоустановки, $P_{\text{ветер}}$ — мощность ветрогенераторов.

Затраты на оборудование вычисляются по следующей формуле:

$$C_{\text{общ}} = a_1 \cdot P_{\text{био}} + a_2 \cdot P_{\text{ветер}}$$

где a_1 и a_2 — коэффициенты, отражающие стоимость единицы мощности для каждого источника [3]. В нашем случае, стои-

мость для данных установок находится графически.

В результате проведённого анализа были разработаны методические рекомендации для оптимального выбора оборудования при совместном использовании биоустановок и ветрогенераторов. Применение математических моделей и графического анализа позволило эффективно оценить затраты и выбрать наиболее выгодные источники энергии для фермерских хозяйств [4].

Использование биоустановок и ветрогенераторов в комплексе позволяет снизить затраты на энергоснабжение автономных потребителей, что имеет большое практическое значение для сельского хозяйства Алтайского края и других регионов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Певнева А.Г., Калинкина М.Е., Методы оптимизации— СПб: Университет ИТМО, 2020. — 64 с.
2. Борисов А. Н. Обработка нечеткой информации в системах принятия решений. — М.: Радио и связь, 1989.
3. Ногин В. Д. Принятие решений в многокритериальной среде. — М.: Физматлит, 2002.
4. Петровский А. Б. Теория принятия решений. — М.: Академия, 2009.
5. Альтернативные источники энергии : учебник / Ф. И. Сухов, Ю. П. Сидоров, В. Г. Попов [и др.] ; под ред. Ф. И. Сухова. — Москва : Русайнс, 2020. — 344 с.

Дергунов Данил Юрьевич – студент группы 8Э-42, ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет И. И. Ползунова», РФ, Алтайский край, г. Барнаул, тел.: 8(929)-378-79-97, e-mail: danil-d2508@mail.ru

Титов Евгений Владимирович – д.т.н., профессор каф. «Электрификация производства и быта», ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова», РФ, Алтайский край, г. Барнаул, тел.: 8(952)-008-69-76, e-mail: 888tev888@mail.ru

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ВЛИЯНИЯ КРУПНЫХ ПТИЦ НА КАЧЕСТВО И БЕСПЕРЕБОЙНОСТЬ РАБОТЫ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ

И. В. Коваленко, А. А. Грибанов

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова, г. Барнаул

Статья посвящена анализу воздействия крупных птиц на инфраструктуру электроэнергетики и приведены примеры в качестве мер защиты линий электропередач от повреждения птицами.

Ключевые слова: электроэнергетика, крупные птицы, электросеть, гнездование, повреждения оборудования, перебои в электроснабжении, финансовые убытки, защита линий электропередач, устройства отпугивания, миграция птиц, инновационный, искусственный интеллект.

Введение

Электроэнергетика является одной из ключевых отраслей современной экономики, обеспечивая стабильное электроснабжение для промышленности, транспорта и быта. Однако, несмотря на все усилия по её развитию, существуют различные факторы, которые могут негативно повлиять на её функционирование. Одним из таких факторов является воздействие больших птиц на инфраструктуру электроэнергетики. Целью настоящей статьи является анализ негативного воздействия птиц на элементы линий электропередач и открытых распределительных устройств, а также выявление путей минимизации этого воздействия.

Актуальность проблемы нанесения ущерба крупными птицами электроэнергетике.

По мере роста популяций и расширения территорий, занимаемых крупными пернатыми, например, грачами, воронами, сороками, орлами и грифами, повышается риск их столкновений с электросетями, а также их гнездование на определённых частях электроустановок [1].

Данные инциденты чреваты серьезными последствиями, включая повреждение оборудования, перебои в электроснабжении потребителей, а также создают опасность для обслуживающего персонала. Всё это ведёт к значительным финансовым убыткам со стороны сетевых компаний, ведь осуществление ремонта повреждённых частей конструкций стоит недёшево.

Ущерб электроэнергетике приносят крупные птицы, которые осуществляют гнез-

дования на частях опор и линий электропередачи, а также отдельно на изоляторах [1].

Птицы стали «адаптироваться» к индустриализации и теперь предпочитают вить гнезда на более надежных и устойчивых от непогоды поверхностях, нежели на деревьях. Это несёт особую опасность из-за замыкания фаз, которое образуется в результате соприкосновения разных фаз с ветками или проволокой, из которых обычно вяют гнёзда птицы. Данный исход становится особенно критичным в городской черте или на территориях промышленных предприятий, ведь это ведёт к перебоям снабжения потребителей и недоотпуску продукции в случае с некоторыми промышленными предприятиями, что влечёт за собой большие экономические потери. Так же, гнёзда могут стать причиной повреждения изоляции. Кроме того, вес гнёзд может привести к деформации опор и снижению их устойчивости.

Стоит отметить, что птицы могут замыкать фазы своим телом: пернатые с широким охватом крыльев (орлы, грифоны, аисты, грачи) при насесте на одной фазе, взмахивая крыльями задевают соседние фазы, что ведёт к замыканию фаз, смерти птицы, а также возможному повреждению оборудования.

Например, в США и Канаде ежегодно фиксируются тысячи случаев столкновений птиц с линиями электропередач, что создает целый ряд проблем [2]. Помимо гибели птиц, эти столкновения приводят к повреждению проводов и изоляции, вызывают короткие замыкания и, как следствие, приводят к перебоям в электроснабжении.

Американские исследователи выявили существенные финансовые убытки, связан-

ные со столкновениями птиц и линий электропередач. В частности, в одном из штатов подсчитали, что ежегодные расходы, необходимые для ремонта поврежденных птицами электролиний, достигают нескольких миллионов долларов.

Для защиты линий электропередач от повреждений, вызванных гнездованием крупных птиц, например, белохвостых орланов, в Австралии разрабатываются специальные меры [2]. Эти меры направлены на предотвращение строительства птичьих гнезд на опорах ЛЭП и реализуются совместно властями и энергетическими компаниями.

Средства защиты линий электропередачи от птиц:

Для защиты линий электропередач от птиц энергетические компании разрабатывают и внедряют следующие меры:

- установка специальных устройств. На линиях электропередач могут быть установлены устройства, которые помогают предотвратить столкновения птиц с проводами. Например, используются системы, создающие звуковые или визуальные сигналы, отпугивающие птиц [3]. Правда, птицы в большинстве случаев привыкли к этим отпугивающим звуковым сигналам, поэтому этот метод не совсем эффективен;

- изменение маршрутов миграции птиц. Энергетические компании могут сотрудничать с экспертами по поведению птиц для определения и изменения маршрутов миграции пернатых вблизи линий электропередач. Это может помочь снизить вероятность столкновений [5];

- применение технологий для отпугивания птиц. Используются различные методы отпугивания, включая установку пугало, воспроизведение звуков хищных птиц или использование устройств, имитирующих движение и присутствие хищников [4];

- физическая защита оборудования. Для предотвращения гнездования на опорах линий электропередач могут быть установлены специальные защитные конструкции, которые делают опоры менее привлекательными для птиц [3];

- регулярные проверки и обслуживание оборудования. Проведение регулярных проверок состояния линий электропередач и своевременное обслуживание оборудования помогают выявлять и устранять повреждения, вызванные столкновениями с птицами [6];

- оптимизация расположения линий электропередач. В некоторых случаях энер-

гетические компании могут пересмотреть расположение линий электропередач с учетом миграционных путей и мест обитания птиц, чтобы минимизировать риск столкновений [2];

- мониторинг и анализ данных. Сбор и анализ данных о столкновениях птиц с линиями электропередач помогают энергетическим компаниям разрабатывать более эффективные меры защиты.

Конкретные решения для преодоления проблем нарушения целостности и работоспособности линий электропередачи крупными птицами.

Для решения проблемы столкновения птиц с линиями электропередач требуется гибкий подход, учитывающий специфику каждой ситуации. В некоторых случаях, например, при массовых миграциях, оптимальным решением может быть изменение маршрутов перелета птиц с привлечением экспертов. Однако, наиболее часто применяемым и эффективным методом остается использование технологий отпугивания, в частности, современных устройств, адаптирующихся к поведению птиц и имитирующих сигналы опасности.

Наиболее перспективным направлением является разработка инновационной системы, использующей искусственный интеллект для анализа поведения птиц и прогнозирования их действий. Эта система, оснащенная камерами и датчиками, а так же в перспективе и дронами-беспилотниками сможет автоматически активировать отпугивающие устройства, обеспечивая превентивную защиту птиц от столкновений с линиями электропередачи.

В данной работе предлагается интеллектуальная система, сочетающая компьютерное зрение, машинное обучение и автономные дроны для превентивного предотвращения столкновений.

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ВЛИЯНИЯ КРУПНЫХ ПТИЦ НА КАЧЕСТВО И БЕСПЕРЕБОЙНОСТЬ РАБОТЫ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ

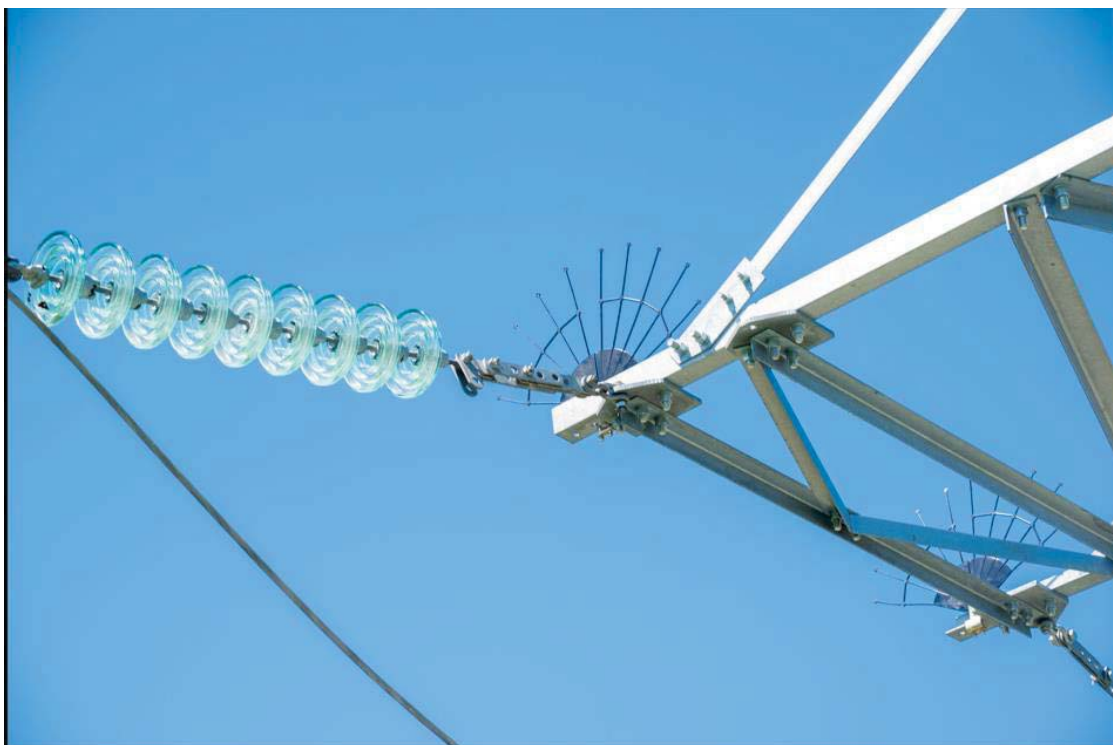


Рисунок 1 – Птицезащитное устройство (ПЗУ) Антиприсадочное барьерного типа

Система включает следующие модули:

а) сенсорная сеть. Сюда следует отнести: камеры высокого разрешения с инфракрасной подсветкой для работы в любое время суток, лидары и радары для обнаружения птиц в условиях плохой видимости, акустические датчики для распознавания видов по голосам, датчики погоды (скорость ветра, осадки), влияющие на поведение птиц;

б) беспилотные дроны-анализаторы, к которым относят: автономные квадрокоптеры с камерами и микрофонами, патрулирующие зону ЛЭП, мобильные ретрансляторы для расширения зоны покрытия сенсоров;

в) ИИ-аналитика, которая включает нейросетевую модель (CNN + LSTM) для классификации видов птиц, оценки их траектории и прогнозирования зоны риска;

г) система активного реагирования включает в свой состав автоматические отпугиватели (динамические лазерные проекторы, направленные акустические излучатели), дроны-репелленты, создающие «буферные зоны» вокруг ЛЭП.

Принцип работы системы состоит в следующем:

1. Обнаружение и трекинг. Камеры и лидары фиксируют приближение птиц в радиусе 200–500 м от ЛЭП. ИИ определяет вид, скорость и направление движения, выделяя по-

тенциально опасные объекты (крупные стаи, редкие виды).

2. Прогнозирование риска. На основе исторических данных и текущих параметров (ветер, время суток) система рассчитывает вероятность столкновения. Используется графовая модель, учитывающая типичные маршруты миграции.

3. Предохранительные меры. При высоком риске активируются дроны, формирующие акустические или визуальные барьеры. Лазерные проекторы создают движущиеся световые паттерны, безопасно отклоняя птиц.

4. Адаптация и обучение. Система непрерывно обновляет базу данных, улучшая точность прогнозов. Реализован механизм обратной связи с орнитологами через облачную платформу.

Можно выделить следующие **преимущества** системы управления взаимодействия энергообъекта с птицами:

- экологичность – бесконтактные методы воздействия;
- эффективность – снижение числа столкновений на 70–90% (по моделированию);
- масштабируемость – применима для любых ЛЭП, включая труднодоступные регионы.

У рассматриваемой системы можно выделить следующие **перспективы** использования:

- интеграция с системами Smart Grid для оптимизации энергопотоков при срабатывании защиты;
- использование квантовых сенсоров для повышения точности детекции.

Предложенная система демонстрирует потенциал искусственного интеллекта и робототехники в решении экологических задач. Дальнейшие исследования должны быть направлены на минимизацию ложных срабатываний и учет региональных птичьих фаун.

Вывод

Столкновения крупных птиц с линиями электропередач представляют серьёзную проблему для электроэнергетики, приводя к повреждениям оборудования, перебоям в электроснабжении и финансовым убыткам. Для минимизации рисков необходимо применять комплексные меры, включая установку специальных устройств для отпугивания птиц, изменение маршрутов миграции, физическую защиту оборудования, регулярные проверки и оптимизацию расположения линий электропередач. Эффективное решение проблемы требует гибкого подхода и сотрудничества энергетических компаний и экологов с экспертами по поведению птиц. Предложенная система управления взаимодействием крупных птиц с элементами линий электропередач и открытых распределительных устройств электросетевых объектов позволяет решить при внедрении задачи, с одной стороны, защиты пернатых от воздействия электрического тока, а с другой стороны – защиты электросетевых объектов от выходов из строя в результате взаимодействия их элементов как с продуктами жизнедеятельности птиц, так и с непосредственной реализацией пернатыми своих жизненных задач.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пустовая О. А. Влияние птиц на состояние и режимы работы ЛЭП / О. А. Пустовая // ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЯ. Передача и распределение – 2023. – № 5(80). – С. 36-40. – URL: <https://eepir.ru/article/vliyanie-ptic-na-sostoyanie-i-nbsp-rezhimy-raboty-lep/> (дата обращения: 05.04.2025). – Текст: электронный.
2. Елизаров, В. В. Негативное взаимное влияние электроустановок и синантропных птиц / В. В. Елизаров. // Молодой ученый. – 2016. – № 28 (132). – С. 80-82. – URL: <https://moluch.ru/archive/132/36816/> (дата обращения: 05.04.2025). – Текст : электронный
3. СТО 34.01-2.2-025-2017. Птицезащитные устройства для воздушных линий электропередачи и открытых распределительных устройств подстанций. Методические указания по применению. Стандарт организации ПАО «Россети». Дата введения: 28.07.2017. URL: <http://np-esi.ru/sto-pao-rosseti/> (дата обращения: 05.04.2025). – Текст: электронный.
4. Птицезащитные устройства для ВЛ: комплексные решения ПО «ФОРЭНЕРГО» // Электроэнергия. Передача и распределение. – №5 (50). – 2018. – С. 62-64. – URL: https://elibrary.ru/download/elibrary_35671020_79703805.pdf (дата обращения: 05.04.2025). – Текст : электронный.
5. Салтыков, А. Современные ВЛЗ уничтожают птиц?! / А. Салтыков // Вести в электроэнергетике. – № 3 (107). – 2020. – С. 68-73. – URL: https://elibrary.ru/download/elibrary_54412659_93968179.pdf (дата обращения: 05.04.2025). – Текст : электронный.
6. СТО ПАО «Россети» по птицезащитным устройствам. Опыт применения // Электроэнергия. Передача и распределение. – №53 (48). – 2018. – С. 72-76. – URL: https://elibrary.ru/download/elibrary_35102156_95581796.pdf (дата обращения: 05.04.2025). – Текст : электронный.

Коваленко Иван Викторович – студент гр. Э-11, ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова», e-mail: proghost.pro@mail.ru
Грибанов Алексей Александрович – к.т.н., доцент, e-mail: gribanovaa@altgtu.ru.

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПО ВЫБОРУ МЕСТ УСТАНОВКИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ПРИБОРОВ УЧЕТА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В СБЫТОВЫХ КОМПАНИЯХ

И. В. Белицын, А. А. Лавриненц

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, г. Барнаул

В настоящее время актуальным вопросом как сбытовых организаций, так и гарантирующих поставщиков является создание интеллектуальной системы учета электроэнергии, которая обязана осуществлять бесперебойное функционирование и отвечать ряду требований, которые закреплены законодательно [1]. Такая система включает в себя два или три уровня организации передачи информации о потреблении, трех уровневая состоит из: верхнего уровня, включающего в себя серверное оборудование и каналобразующую аппаратуру, среднего уровня, образуемого сетью контроллеров, базовых станций или устройств сбора и передачи данных, обеспечивающих связь нижнего и верхнего уровней, нижнего уровня, включающего в себя счетчики электрической энергии, устанавливаемые непосредственно у потребителей; двухуровневая система состоит только из верхнего и нижнего уровней, ввиду чего данные передаются напрямую с приборов учета.

С 1 июня 2020 года ответственность за установку, обслуживание и ремонт счётчиков электроэнергии закрепили за сетевыми организациями и гарантирующими поставщиками [2], с 1 января 2021 года многоквартирные дома, вводимые в эксплуатацию после строительства, должны быть оснащены приборами учета с возможностью их присоединения к интеллектуальным системам учёта электроэнергии гарантирующего поставщика [3, 4], с 1 января 2022 все счетчики электроэнергии, вводимые в эксплуатацию, должны соответствовать требованиям к минимальному набору функций, закрепленным Постановлением Правительства №890.

Ключевые слова: интеллектуальные системы учета, приборы учета электроэнергии, системный анализ, система поддержки принятия решений, IDEF0, сбытовая компания, иерархическая структура, декомпозиция целевой функции, микроуровень, макроуровень.

Ввиду сложности и дороговизны организации замены счетчиков у всех потребителей единовременно, наиболее рационально выделить зоны, требующие этого незамедлительно, чтобы обеспечить их в первую очередь интеллектуальными приборами учета. Однако, для осуществления этого требуется создание системы, выполняющей всесторонний анализ ситуации и выборку, согласуемую с рядом требований, заложенных в нее. Реализация этого возможна при применении системного анализа.

Подведя итог всему вышеперечисленному: дальнейшее развитие цифровизации в области электроэнергетики и, следовательно, повышения качества услуг невозможно при сохранении существующих средств учета электроэнергии, поэтому требуются новая методика и технические средства, способные на основе системного анализа объективно выявлять, систематизировать и отражать места их установки, связанные с минимизацией финансовых затрат.

Цель создания такой системы: разработка системы поддержки принятия решений по выбору мест установки интеллектуальных приборов учета электроэнергии в сбытовых компаниях на основе системного анализа в условиях отсутствия в сетевых компаниях эффективных способов борьбы с коммерческими потерями и предупреждения потребления выше установленной нормы, что, в свою очередь, является причиной неточного планирования потребления и убытков, понесенных компаниями.

Изучение проектируемой системы возможно с двух сторон ее рассмотрения: на микро- и макроуровнях, при этом первый способ отражает состав системы: составляющие ее компоненты, элементы и подсистемы, а также связи между ними, второй же определяет связи системы с внешней средой.

Для общего функционального описания системы в данном случае наиболее удобно использование модели IDEF0 [5], которое представляет собой иерархическую структуру проектируемой системы, отражающее управ-

ляющие, исполняющие связи и наиболее четко и подробно отражающее весь процесс реализации основополагающей цели, являясь, таким образом, наглядным представлением последовательности операций, преобразований, подчинения и взаимосвязей.

Построение IDEF0 диаграммы принято начинать с определения главной цели A-0 си-

стемы и влияющих на нее внешних воздействий. Такой функциональный блок представлен на рисунке 1.

Декомпозиция целевой функции A-0 на основные подфункции, более ясно описывающие процессы, содержащиеся в ней, представлена на рисунке 2.



Рисунок 1 – Диаграмма верхнего уровня A-0, отражающая целевую функцию системы

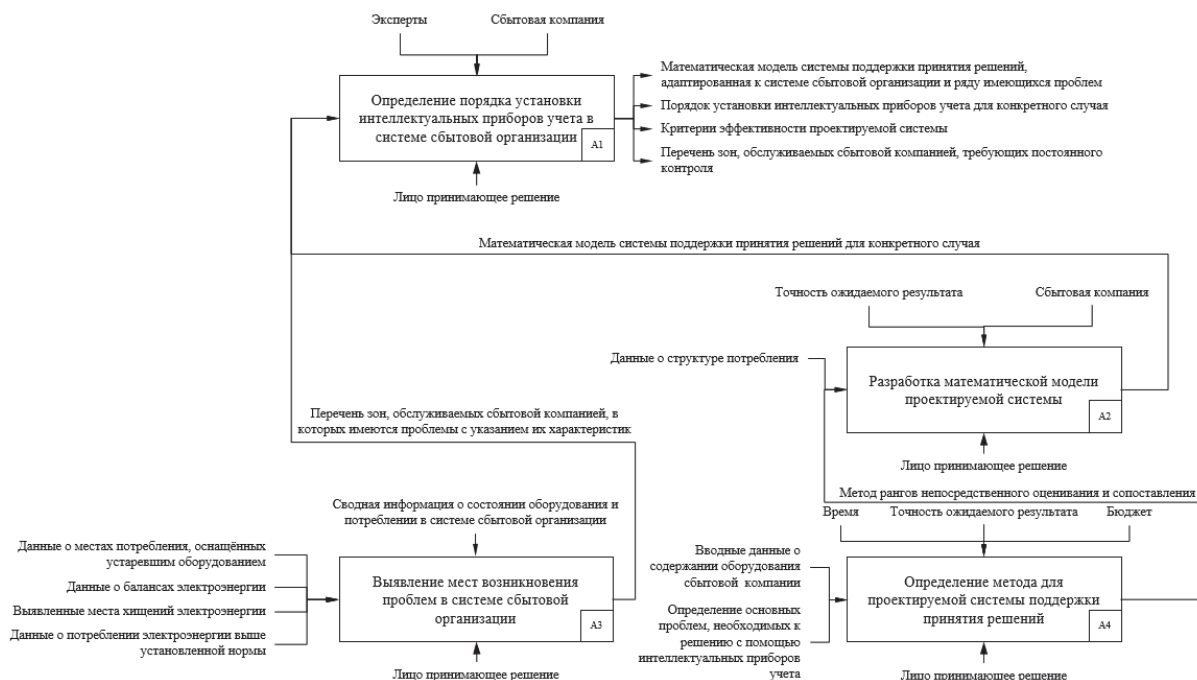


Рисунок 2 – Диаграмма A-0, отражающая декомпозицию целевой функции на основе функций A1, A2, A3, A4

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПО ВЫБОРУ МЕСТ УСТАНОВКИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ПРИБОРОВ УЧЕТА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В СБЫТОВЫХ КОМПАНИЯХ

При рассмотрении на макроуровне необходимо учитывать влияние таких факторов внешней среды, как, например:

1. зоны покрытия того или иного оператора на рассматриваемой территории (для обеспечения бесперебойной передачи данных с интеллектуальных приборов учета электроэнергии);

2. поправки в нормативных документах или вступление в силу новых (определение состава и содержания интеллектуальной системы учета);

3. изменения, происходящие на рынках производства интеллектуальных приборов учета (обеспечение необходимого числа единиц оборудования определённого типа);

4. финансовые возможности организации (определение располагаемого бюджета для развертывания системы).

Заключение:

Ввиду изменений, происходящих в организации сбора данных о потреблении электроэнергии, а также требований, предъявляемых к таким системам, наиболее важно организовать процесс перехода сбытовых и сетевых компаний к интеллектуальной системе учета электроэнергии в наиболее рациональной последовательности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Постановление Правительства РФ "О порядке предоставления доступа к минимальному набору функций интеллектуальных систем учета электрической энергии (мощности)" (вместе с "Правилами предоставления доступа к минимальному набору функций интеллектуальных систем учета электрической энергии (мощности)") от

19.06.2020 № 890 // КонсультантПлюс. - с изм. И допол. в ред. от 29.03.2024.

2. Федеральный закон "О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации в связи с развитием систем учета электрической энергии (мощности) в Российской Федерации" от 27.12.2018 № 522-ФЗ // КонсультантПлюс

3. Постановление Правительства РФ "О функционировании розничных рынков электрической энергии, полном и (или) частичном ограничении режима потребления электрической энергии" (вместе с "Основными положениями функционирования розничных рынков электрической энергии", "Правилами полного и (или) частичного ограничения режима потребления электрической энергии") от 04.05.2012 № 442 // КонсультантПлюс. — с изм. и допол. в ред. от 27.12.2024.

4. Федеральный закон "О внесении изменений в Федеральный закон "Об электроэнергетике" от 04.08.2023 № 489-ФЗ // КонсультантПлюс. - с изм. и допол. в ред. от 02.11.2023.

5. Родионов, М.Г. Информационно-измерительные системы: теория систем и системный анализ [Текст] : учебное пособие / М. Г. Родионов, А. А. Горшенков ; М-во образования и науки Российской Федерации, Гос. образовательное учреждение высш. проф. образования "Омский гос. технический ун-т". - Омск : Изд-во ОмГТУ, 2011. - 83 с. : ил.; 29 см.; ISBN 978-5-8149-1092-9

Белицын Игорь Владимирович – к.п.н., доцент кафедры «Электроснабжение промышленных предприятий» ФГБОУ ВО АлтГТУ им. И. И. Ползунова, e-mail: b_i_w@mail.ru.

Лавринцев Ангелина Андреевна – студент группы 8Э-41 ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова», e-mail: lavrince02@mail.ru.

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ МОНИТОРИНГ УЛИЧНОГО ОСВЕЩЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕЙРОСЕТИ

И. Д. Парамонов

Алтайский государственный технический университет имени И.И. Ползунова, г. Барнаул

В статье представлены этапы создания системы мониторинга городского освещения в ночное время с использованием нейронной сети. Нейросеть будет анализировать данные с уличных камер, автоматически выявляя неисправные лампы и отправляя уведомления соответствующим службам для их оперативной замены. Был выполнен план мероприятий, подобраны средства для разработки данной нейросети. Выполнен выбор средств разработки нейросети, проведены сбор данных и предварительная обработка данных.

Ключевые слова: нейросеть, база данных, освещенность.

В современном мире освещение города является неотъемлемой частью инфраструктуры, обеспечивая безопасность пешеходов и водителей в ночное время. Однако сбои в освещении, такие как перегоревшие лампочки, могут серьезно повлиять на безопасность, оставляя участки улиц без света. Такие неисправности не всегда выявляются оперативно, что приводит к длительным периодам неосвещённости.

При анализе литературных источников было выявлено, что это направление мало изучено. Есть работы [3] в которых авторы создавали нейросеть для регулирования освещенности уличных фонарей в разное время суток.

Была поставлена цель исследования: создать систему мониторинга городского освещения в ночное время с использованием нейронной сети. Нейросеть будет анализировать данные с уличных камер, автоматически выявляя неисправные лампы и отправляя уведомления соответствующим службам для их оперативной замены.

В соответствии с целью был разработан план создания нейросети, предназначенной для отслеживания состояния дорожных ламп:

1. Выбор средств разработки нейросети.

2. Сбор данных. Собрать набор изображений и видеоматериалов уличных фонарей в различных условиях освещения, погодных условий и сезонов. Эти данные будут использоваться для тренировки модели распознавания и классификации состояний дорожных ламп ("работают исправно", "не работают", "частично неисправны").

3. Предварительная обработка данных.

- Выделение признаков: выделение ключевых особенностей изображений — яркость лампы, положение относительно доро-

ги, угол обзора камеры и другие важные признаки.

- Преобразование формата: приведение всех изображений к единому формату (например, черно-белое изображение или стандартизированная палитра цветов).

- Разметка данных: маркировка каждого изображения с указанием состояния каждой лампы вручную или полуавтоматически.

4. Обучение нейросети. Используя собранные размеченные данные, провести обучение выбранной нейросети. Необходимо следить за метриками точности и потери (loss), регулярно проверяя качество предсказания на тестовых примерах.

5. Тестирование и оптимизация. Провести тестирование нейросети на ранее неизвестных изображениях, проверить точность обнаружения неисправных ламп. Можно также дополнительно ввести механизмы обработки сложных случаев, таких как засветка от солнца или плохих погодных условий.

ВЫБОР СРЕДСТВ РАЗРАБОТКИ НЕЙРОСЕТИ

Для написания нейронной сети был выбран язык программирования Python, так как он является одним из самых распространённых и лёгких языков для написания нейросетей, а также в нём есть такая библиотека как Tensorflow, с помощью которой пишут нейронные сети.

Python — высокоуровневый язык программирования общего назначения с динамической строгой типизацией и автоматическим управлением памятью.

TensorFlow — открытая программная библиотека для машинного обучения, разработанная компанией Google для решения за-

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ МОНИТОРИНГ УЛИЧНОГО ОСВЕЩЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕЙРОСЕТИ

дач построения и тренировки нейронной сети с целью автоматического нахождения и классификации образов, достигая качества человеческого восприятия.

Библиотека Tensorflow была выбрана по нескольким причинам:

1. Мощность и гибкость: TensorFlow поддерживает как обучение, так и вывод (inference) нейронных сетей. Он предоставляет собой мощные инструменты для построения и настройки различных типов моделей, от простых линейных регрессий до сложных глубоких нейронных сетей.

2. Сообщество и экосистема: благодаря активному сообществу разработчиков и исследователей, TensorFlow постоянно развивается и обновляется. Огромное количество примеров, руководств и учебных материалов помогает пользователям быстро начать работу и решать возникающие проблемы.

3. Интеграция с другими инструментами Google: TensorFlow легко интегрируется с другими инструментами и сервисами Google, такими как Google Cloud.

Также для создания были использованы такие инструменты как Anaconda, Google Colab и Jupyter Notebook.

Anaconda — дистрибутив языков программирования Python и R, включающий набор популярных свободных библиотек,

объединённых проблематиками науки о данных и машинного обучения.

Google Colab — сервис, созданный Google, который предоставляет возможность работать с кодом на языке Python через Jupyter Notebook, не устанавливая на свой компьютер дополнительных программ.

Jupyter Notebook — интерактивный блокнот, первоначально являвшийся веб-реализацией и развитием IPython, ставший самостоятельным проектом, ориентированным на работу со множеством сред выполнения — не только Python, но и R, Julia, Scala и ряда других.

Для разметки выборки была использована программа Labellmg.

СБОР ДАННЫХ

Чтобы собрать выборку данных использовались различные сервисы поиска картинок, а также некоторые фотографии были сделаны самостоятельно. В итоге получилась выборка, состоящая из 53 фотографий.

ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ОБРАБОТКА ДАННЫХ

Разметка производилась в программе Labellmg.

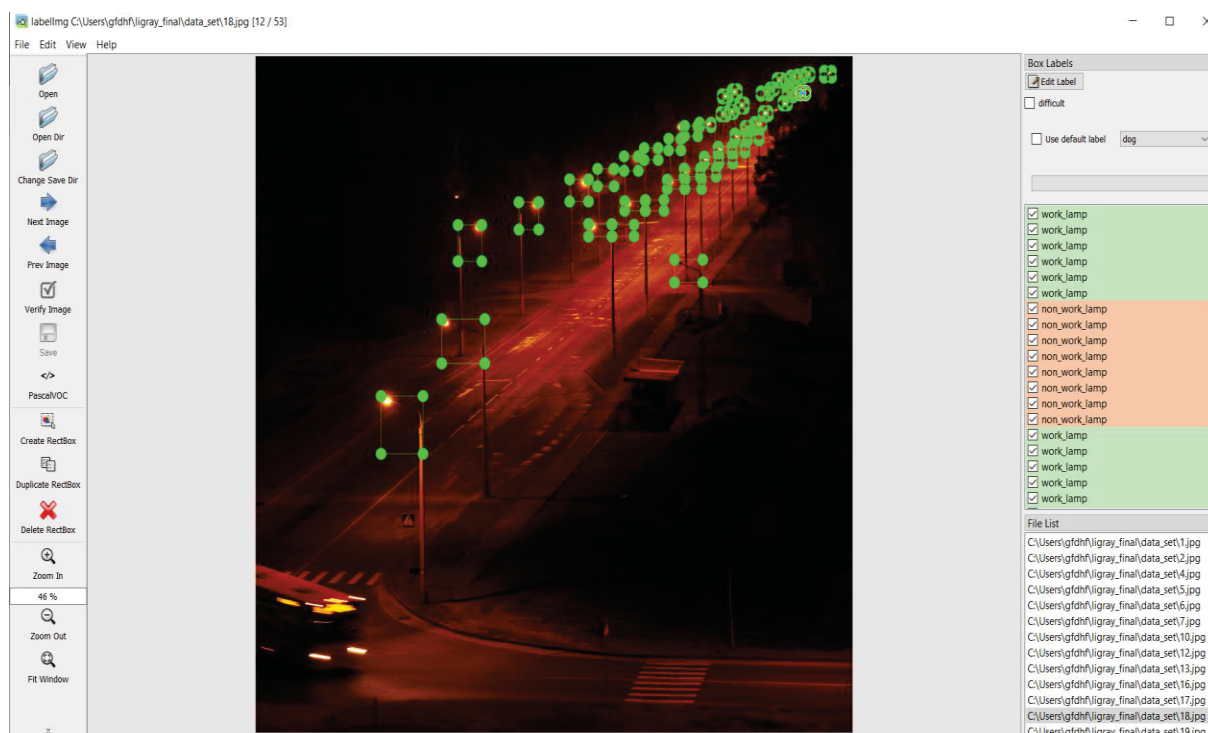


Рисунок 1 – Интерфейс программы Labellmg

На рисунке 1 изображён интерфейс программы Labellmg, в этой программе были размечены рабочие фонари (work_lamp) и нерабочие фонари (non_work_lamp).

После разметки изображения программа сохраняет файл с типом .xml, в нём хранится информация об изображении:

1. Название папки, в которой храниться изображение.
2. Путь к изображению.
3. Размеры изображения.
4. Информация о размеченном объекте.

```
<annotation>
  <folder>data_set</folder>
  <filename>18.jpg</filename>
  <path>C:\Users\gfdhf\ligray_final\data_set\18.jpg</path>
  <source>
    <database>Unknown</database>
  </source>
  <size>
    <width>2048</width>
    <height>2048</height>
    <depth>3</depth>
  </size>
  <segmented>0</segmented>
  <object>
    <name>work_lamp</name>
    <pose>Unspecified</pose>
    <truncated>0</truncated>
    <difficult>0</difficult>
    <bndbox>
      <xmin>430</xmin>
      <ymin>1029</ymin>
      <xmax>574</xmax>
      <ymax>1204</ymax>
    </bndbox>
  </object>
  <object>
    <name>work_lamp</name>
    <pose>Unspecified</pose>
    <truncated>0</truncated>
    <difficult>0</difficult>
    <bndbox>
      <xmin>638</xmin>
      <ymin>796</ymin>
      <xmax>786</xmax>
      <ymax>930</ymax>
    </bndbox>
  </object>
</annotation>
```

Рисунок 2 – XML-файл с разметкой

Таким образом, получается папка с фотографиями и файлами разметки этих фотографий.

Далее необходимо написать программу, которая создаст TFRecord-файл для хранения выборки и последующей её загрузки в нейросеть (рис. 3).

ВЫВОДЫ

В результате проделана работа по выбору средств для разработки нейросети, проведен сбор данных и предварительная

обработка данных. В программе Labellmg были проведены следующие действия:

- Выделение признаков: выделение ключевых особенностей изображений.
- Преобразование формата.
- Разметку данных.

Далее будет проведена работа по обучению, тестированию и оптимизации нейросети.

Таким образом, создание нейросети для отслеживания дорожных ламп позволит повысить эффективность управления городским освещением и сократить затраты на обслуживание дорожной инфраструктуры.

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ МОНИТОРИНГ УЛИЧНОГО ОСВЕЩЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕЙРОСЕТИ

```
goal = 10

fn = "C:/Users/gfdhf/ligray_final/data_set"
#формируем список всех xml файлов в папке
p = [fn + '/' + f for f in listdir(fn) if isfile(join(fn, f)) and f[-1] == '.xml']
print(p[:5])

def load_img(img):
    img = tf.io.read_file(img)
    img = tf.image.decode_jpeg(img, channels=3)
    img = tf.cast(img, tf.float32)/255
    img = tf.image.resize(img, (128,128))
    return img

writer = tf.io.TFRecordWriter('bounding_box_dataset.tfrecord')

for xml in p:
    tree = ET.parse(xml) #адрес файла
    root=tree.getroot() #парсим
    num_objects = len(root)-6
    cords = []
    w = int(root[4][0].text)
    h = int(root[4][1].text)

    positions = []
    p = 0
    while len(positions)<goal:
        positions.append(p)
        p+=1
        if p==num_objects:
            p = 0

    for num in positions:
        object_cords = []

        object_cords.append(int(root[num+6][4][0].text)/w*2-1)
        object_cords.append(int(root[num+6][4][1].text)/h*2-1)
        object_cords.append(int(root[num+6][4][2].text)/w*2-1)
        object_cords.append(int(root[num+6][4][3].text)/h*2-1)
        cords.append(object_cords)

    img = load_img(root[2].text)

    serialized_img = tf.io.serialize_tensor(img).numpy()
    serialized_cords = tf.io.serialize_tensor(cords).numpy()

    example = tf.train.Example(features=tf.train.Features(feature={
        'img': tf.train.Feature(bytes_list=tf.train.BytesList(value=[serialized_img])),
        'cords': tf.train.Feature(bytes_list=tf.train.BytesList(value=[serialized_cords]))
    }))

    writer.write(example.SerializeToString())

writer.close()
```

Рисунок 3 – Код для создания TFRecord-файла

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Библиотека глубокого обучения Tensorflow. [Электронный ресурс]. URL <https://habr.com/ru/companies/ods/articles/324898/> (дата обращения 01.04.2025).

2. Языки программирования. Сайт: Информационные технологии. [Электронный ресурс]. URL: <https://setinet.ru/kak-ustroen-kompjuter/yazyki-programmirovaniya/>. (дата обращения: 03.04.2025).

3. Семенова Н. Г., Валиуллин К. Р. Интеллектуальная система энергоэффективного

управления уличным освещением на основе нейросетевых технологий. Вестник Оренбургского государственного университета. № 4 (179) 2015. С. 183-188.

Парамонов Иван Денисович – студент группы ПС-32, ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет И. И. Ползунова», РФ, Алтайский край, г. Барнаул, тел.: 8(961)-990-9068, e-mail: ivan-paramonovne@mail.ru.

ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ

Р. А. Фролов, А. Н. Попов

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова, г. Барнаул

Статья посвящена использованию возобновляемых источников энергии. Рассмотрены возобновляемые источники энергии, их преимущества использования в сравнении с традиционными, перспективы их использования.

Ключевые слова: возобновляемые источники энергии, солнечная энергия, фотоэлектрические системы, солнечные тепловые электростанции, ветровая энергия, ветровые электростанции, наземные ветровые электростанции, оффшорные ветровые электростанции, гидроэнергетика, геотермальная энергия, биоэнергетика, традиционные источники энергии, уголь, природный газ, атомная энергия.

Введение

Современный мир сталкивается с глобальными проблемами, такие как изменения климата, истощения природных ресурсов, растущий спрос на электроэнергию. В таких условиях ключом к устойчивому развитию становятся возобновляемые источники энергии. В отличие от традиционных источников, возобновляемые источники энергии (ВИЭ) предлагают экологически чистые и практически неисчерпаемые ресурсы.

Традиционные источники энергии

Традиционные источники энергии — это энергия, получаемая из природных ресурсов, которые являются ограниченными и со временем будут истощаться. Несмотря на активное развитие возобновляемых источников энергии традиционные остаются основой мировой энергетики, обеспечивая примерно 70% мирового энергопотребления [1].

Одними из самых популярных традиционных источников энергии являются:

- уголь — наиболее распространённый ресурс, используемый в качестве топлива для получения энергии. Сильными сторонами является угольного топлива является: высокая энергоёмкость и доступность; низкая стоимость добычи и переработки; стабильность поставок и развитая инфраструктура. Слабыми сторонами является: высокий уровень выбросов CO_2 , что способствует глобальному потеплению; загрязнение атмосферы токсичными веществами (например, диоксидом серы и тяжёлыми металлами); разрушение экосистем при добыче открытым способом;

- природный газ — невозобновляемый энергетический ресурс. Широко применяется как топливо, для тепловых электростанций. Сильными сторонами является: относительно низкий уровень выбросов CO_2 по сравнению

с углём; высокая эффективность использования в энергетике и промышленности; гибкость в транспортировке (газопроводы, сжиженный природный газ). Слабыми сторонами является: риск утечек метана, который является мощным парниковым газом; ограниченность запасов и геополитические риски;

- атомная энергия — энергия, выделяемая при ядерной реакции. Активно используется в энергетике, для получения электроэнергии. Сильными сторонами является: высокая энергоёмкость и низкий уровень выбросов CO_2 ; долгосрочная перспектива использования при развитии технологий замкнутого топливного цикла; стабильность и надёжность энергоснабжения. Слабыми сторонами является: риск аварий с катастрофическими последствиями (например, Чернобыль); проблемы утилизации радиоактивных отходов; высокая стоимость строительства и вывода из эксплуатации атомных электростанций.

Традиционные источники энергии остаются важным элементом мировой энергетики, благодаря своей надёжности, доступности. Но при этом их использование приводит к глобальным экологическим проблемам, что требует поиска альтернативных источников энергии [2].

Обзор возобновляемых источников энергии

Возобновляемые источники энергии — это энергия, получаемая из природных ресурсов, скорость восполнения которых превышает скорость потребления (примерами таких ресурсов являются: солнечные лучи, ветер) [3].

Виды возобновляемых источников энергии:

- солнечная энергия является одним из наиболее быстро развивающихся возобнов-

ляемых источников энергии. Основными технологиями использования являются фотоэлектрические системы и солнечные тепловые электростанции. Фотоэлектрические системы используют энергию солнца для преобразования солнечных лучей в электричество с помощью полупроводниковых материалов. Солнечные тепловые электростанции — это инновационные устройства, использующие солнечную энергию для преобразования в электрическую. Они состоят из множества зеркал, которые направляют солнечные лучи на центральный приёмник, в котором нагревается жидкость, следом тепло передаётся в турбину. Таким образом механическая энергия, полученная от солнечной энергии, преобразуется в электрическую;

- ветровая энергия является видом энергии, использующим кинетическую энергию ветра для вращения турбин, вырабатывающих электричество. Ветровые электростанции могут быть наземными и оффшорными. Наземные ветровые электростанции являются наиболее доступными, дешёвыми в обслуживании и установки, в отличие от оффшорных. Оффшорные ветровые электростанции — это ветровые электростанции, расположенные в море. Станции обладают большим потенциалом благодаря более сильным и стабильным ветрам, но их строительство и обслуживание требуют значительных инвестиций;

- гидроэнергетика является одним из старейших и наиболее распространённых источников возобновляемой энергии. Она основана на использовании энергии движущейся воды для вращения турбин, турбины в свою очередь преобразуют механическую энергию в электрическую. Гидроэлектростанции обеспечивают стабильную генерацию энергии, но могут оказывать значительное воздействие на экосистемы;

- геотермальная энергия использует тепло земных недр для генерации электроэнергии и отопления. Этот источник энергии особенно эффективен в регионах с высокой вулканической активностью, таких как Индонезия, Исландия, некоторые регионы России;

- биоэнергетика является одним из перспективных направлений биотехнологии, которое основано на получении энергии с помощью биологических процессов. Основной целью биоэнергетики является переработка отходов в биотопливо, которое в последствии выступает ресурсом для производства электроэнергии [4].

Технологии возобновляемых источников энергии быстро совершенствуются. К приме-

ру, к 2025 году солнечные панели стали на 80% дешевле, чем 15 лет назад. Различные страны мира активно поддерживают переход на возобновляемые источники энергии, при этом отказываясь от традиционных. Доля возобновляемых источников в мировой выработке электроэнергии уже составляет примерно 22,1%, а в России 18%.

Преимущества возобновляемых источников энергии перед традиционными источниками

Так как происходит истощения мировых запасов ископаемых, то возобновляемые источники энергии становятся всё более актуальными, и предлагают альтернативу традиционным, благодаря ряду преимуществ:

- экологические преимущества. Являются одним из главных преимуществ. В отличие от традиционных источников энергии, использование возобновляемых источников энергии практически не сопровождается выбросами вредных веществ в атмосферу, следовательно, снижается риск глобального потепления. Также использования возобновляемых источников энергии не требует масштабного изъятия природных ресурсов, что снижает нагрузку на экосистему планеты;

- экономические преимущества. С развитием технологий, использование возобновляемых источников энергии, может значительно снизить затраты на производство электроэнергии. Также это позволит странам снизить затраты от импорта ископаемого топлива, тем самым обрести энергетическую независимость;

- технологические преимущества. Развитие использования возобновляемых источников энергии может привести к разработке и использованию новых технологий.

Проблемы внедрения возобновляемых источников энергии в России

Несмотря на все плюсы использования возобновляемых источников энергии, существует ряд проблем для расширения их использования, такие как:

- недостаточное финансирование. Является одной из главных проблем расширения внедрения возобновляемых источников в России. В основном все крупные энергетические объекты получают финансирование за счёт государства или крупных энергокомпаний. Поэтому их бюджет довольно ограничен и не позволяет вкладывать большие инвестиции в разработку новых технологий и проектов. На данный момент внедрение возобновляемых источников энергии требует больших инвестиций на начальном этапе. К примеру строительство крупной ветровой

электростанции требует огромных капиталовложений, по оценкам компании «En+ group» расходы могут составлять до 100 млрд рублей. Помимо этого, существует и ряд рисков, таких как изменения погодных условий, возможная низкая окупаемость, внедрения новых законодательных проектов в области энергетики. Это отпугивает большинство инвесторов и сокращает возможность дальнейшего развития;

- климатические и географические особенности. Климатические и географические условия в разных регионах России сильно различны. К примеру, в некоторых регионах нашей страны будет не хватать скорости ветра для выработки определённого количества электроэнергии, поэтому строительство столь дорогостоящих станций нерентабельно;

- отсутствие развитой инфраструктуры. Для использования возобновляемых источников энергии требуется развитая инфраструктура. В большинстве случаев возобновляемые источники энергии генерируют энергию в труднодоступных районах. В таких местах нету возможности подключения к уже существующим сетям передачи и распределения электроэнергии. В таком случае понадобится строительство новых сетей и подстанций, а это дополнительные затраты. Также такие возобновляемые источники энергии, как солнечная и ветровая не могут постоянно вырабатывать энергию, так как зависят от погодных условий. Поэтому требуют строительства систем хранения энергии, а это также является существенными затратами;

- законодательные барьеры. Законы и подзаконные акты, регулирующие использование возобновляемых источников энергии недостаточно сформированы и не учитывают всех аспектов. Также существуют проблемы с получением лицензии на строительство и эксплуатацию электростанций с использованием возобновляемых источников энергии, что замедляет процесс их внедрения;

- высокая конкуренция с традиционными источниками. Традиционные источники энергии до сих пор остаются более дешёвыми и доступными в России. Так как схема их добычи и использования уже очень хорошо налажена [5].

Перспективы развития использования возобновляемых источников энергии

В ближайшие десятилетия ожидается снижение стоимости технологий использования возобновляемых источников энергии и увеличение их доли в мировой выработке электроэнергии. По прогнозам к 2050 году, их доля может достичь 70% [6].

Развитие использования возобновляемых источников энергии обусловлена необходимостью снижения зависимости от ископаемых ресурсов и минимизации негативного воздействия на окружающую среду. Да, на данном этапе развития использовать возобновляемые источники энергии, в целях получения электроэнергии, очень дорого, из-за недостатка технологий в этой области. Но если продолжить развиваться в этом направлении, то в последствии мы получаем практически бесплатную, неисчерпаемую, экологически чистую электроэнергию по нескольким причинам:

Во-первых, потому что не надо будет тратить на добычу, транспортировку традиционных ресурсов, таких как уголь, газ. Тем самым мы уже сокращаем расходы.

Во-вторых, мы не разоряем природные залежи планеты, не загрязняем атмосферу парниковыми газами.

В-третьих, возобновляемые источники просто не могут исчерпываться, так как они быстро пополняются. Скорость их расходования гораздо меньше, скорости их пополнения.

Исходя из этого можно действительно сделать вывод, что в дальнейшем использование возобновляемых источников может полностью заменить традиционные ресурсы [7].

Выводы

Использование возобновляемых источников энергии — это не только экологически чистая альтернатива, но и экономически обоснованное решение для будущего. Несмотря на вызовы, нужно продолжать инвестировать в развитие технологий для их применения, так как преимущества возобновляемых источников энергии над традиционными очевидны. В перспективе возобновляемая энергетика может стать основой глобальной энергетической системы, обеспечивая стабильность и устойчивость энергетике.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алексеенко, С. Не откладывая на завтра. Почему необходимо осваивать возобновляемые источники энергии // Российская газета — Экономика Сибири. — № 162 (7920). — 2019. — Текст : электронный . — URL: <https://rg.ru/2019/07/24/reg-sibfo/pochemu-neobhodimo-osvaivat-vozobnovliaemye-istochniki-energii.html> (дата обращения 17.02.2025).
2. Электроэнергетические системы России. — URL: <https://www.so-ups.ru/functioning/ups/ups2024/>

(дата обращения: 17.02.2025). — Текст: электронный.

3. Сологубова, Г. С. Перспективы развития возобновляемых источников энергии в РФ // Техно-технологические проблемы сервиса. — 2020. — № 2. — С. 55–63.

4. Гедири А. «Возобновляемые источники энергии — новая энергетическая революция» // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Экономика. — 2012. — №1. — С. 98–104.

5. Вагапова Т. А. «Традиционные и альтернативные источники энергии» // StudNet. — 2021. — Т. 4. — № 7. — С. 1455–1463.

6. Махалин, В. Н. «Ресурсосбережение традиционных энергоносителей за счёт возобновляемой

энергетики» // Транспорт и хранение нефтепродуктов и углеводородного сырья. — 2013. — № 2. — С. 40–45.

7. Нехорошев, Д. Д., Ермоленко, Е. А. «Возобновляемые источники энергии» // Журнал «Эпоха науки». — 2021. — № 25.

Фролов Роман Александрович – студент гр. Э-11, ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова», e-mail: Frolov111@mail.ru

Попов Андрей Николаевич – к.т.н., доцент, e-mail: PopovAN@altgtu.ru

CONTENTS, ABSTRACTS AND KEYWORDS OF PAPERS

IMPROVING WORKING CONDITIONS BY ASSESSING OCCUPATIONAL RISKS AT FOR-ALUMINA LLC

M.N. Vishnyak, D.V. Vishnyak, E.S. Zhernakleva, V.S. Vishnyak

Polzunov Altai State Technical University, Barnaul

The article is devoted to the analysis of the methodology for assessing professional risks at the chemical industry enterprise FOR-ALUMINA LLC. The specifics of chemical production and potential environmental threats from the activities of chemical enterprises have determined the relevance of research in the field of occupational risk assessment. Uncontrollable environmental factors are a serious threat to enterprise employees. In this regard, it is necessary to identify and systematize hazard indicators to ensure information certainty of activities.

Keywords: chemical industry enterprise, occupational risk assessment, list of hazards.

MODERN PRINCIPLES AND STANDARDS IN SUSTAINABLE ARCHITECTURE: EUROPEAN EXPERIENCE AND ITS APPLICATION IN RUSSIAN PRACTICE

G. A. Kozin, L. V. Khalturina

Polzunov Altai State Technical University, Barnaul

This article examines the principles of sustainable design for public buildings, using a series of European projects as case studies. The architectural and structural methods and techniques that ensure a high level of environmental friendliness, resource efficiency, and energy savings in these projects are analyzed. A number of conclusions are drawn regarding the application of sustainable development technologies in domestic architectural practice.

Keywords: sustainable design, sustainable architecture, public building architecture, sports center, office building, environmental friendliness, energy efficiency, sustainable development, wooden structures, metal structures.

THE ROLE OF SMALL NATIONS IN THE GREAT PATRIOTIC WAR

S. A. Chepurnov, D. V. Zhilyakov

Polzunov Altai State Technical University, Barnaul

Russia is a multinational country. In recent decades, attention to the rights of small nations has increased. Important steps towards protecting their rights and interests help strengthen the unity of the country, taking into account the interests of all its peoples. Given the diversity of the peoples living on the territory of Russia, it is important to recognize and pay tribute to the contribution of all those who fought at the front or worked in the rear. This contributes to a more complete understanding of the history of the war. With regard to small nations, their participation in the Great Patriotic War is dramatic because of their small numbers. Small nations won not only at the front, but also in the rear. The most notable contribution was made by the peoples engaged in agriculture and light industry. The army's food supply depended on agriculture. Thanks to the small steppe peoples who cultivated the land away from the front, the army's need for food could be at least partially covered. Light industry enterprises from large occupied cities were moved to Central Asia, while the work of existing light industry enterprises, for which the Soviet Republics of Central Asia were famous, did not stop. The relevance of the research is dictated by the fact that the heroism of front-line soldiers, and especially representatives of small indigenous peoples, their desire to defend their native land, their small homeland, will always be a pride for future generations. The main research method was the method of analyzing various information available today on the participation of small nations in the Great Patriotic War. The results obtained indicate that the role of small nations was extremely high in the Great Patriotic War, since their courage, loyalty to their country, and desire to stop the enemy for his aggressive purposes had no boundaries, and their desire to defend their Homeland was worthy of respect.

Keywords: small nations, Great Patriotic War, unity, multiculturalism, memory, heroism, USSR.

AVANT-GARDE POETRY IN THE NEURAL NETWORK: EXPLORING THE POSSIBILITIES

Katrakova Elena Igorevna, Tiskova Olga Vladimirovna

Polzunov Altai State Technical University, Barnaul

The article is devoted to the study of neural network capabilities in the creation of a non-standard direction in literature - avant-garde poetry. Today there is a growing interest in artificial intelligence in various fields, including creativity. There is also a need to analyse its potential for generating texts that go beyond traditional forms. Based on the existing poems of famous Russian avant-garde authors (D. Kharms, V. Khlebnikov, V. Mayakovsky), the study of the possibilities of artificial intelligence in analysing non-standard texts and in creating new variants, preserving the features of this trend: unusual word forms and non-classical format of lines was carried out. In the course of work, neural networks generated answers that were compared with existing works for similarities. The results of this study indicate a high degree of training of neural networks in analysing and writing non-standard poetic texts with imitation of stylistics and techniques. However, the obtained answers contain flaws: semantic and structural inaccuracies, which indicates that it is impossible to fully replace human labour in the field of art, but neural networks can become an auxiliary tool for writing avant-garde poetry.

Keywords: neural networks, poetry, avant-garde, poems, analysis of works, generation of word formations, verse forms, metaphors, avant-garde authors, artificial intelligence.

TRENDS AND REASONS FOR THE DEVELOPMENT OF STRIPPER HEADER

A. S. Kozhanov, I. D. Tarasov, S. F. Sorochenko

Polzunov Altai State Technical University, Barnaul

The technical features and advantages of using combine harvesters in comparison with traditional technologies are presented. The problems of grain losses when using classical combine harvesters in unfavorable conditions are revealed. The analysis of well-known foreign designs of combine harvesters is carried out. One of the directions of development of grain harvesting equipment is the creation of a complex machine that combines the uprooting, threshing and separation of grain crops in one working body. The trends and main directions of development of the comb processing drum are revealed.

Keywords: stripper header, combine drum, grain losses, combine harvester, threshing and separating device, industrial harvesting method, grain, stalks, heap, single-drum header.

PROSPECTS OF USING SEA BUCKTHORN MEAL AND PSYLLIUM IN THE PRODUCTION OF HARD BISCUITS

A. D. Matveeva, S. I. Koneva

Polzunov Altai State Technical University, Barnaul

The aim of the work was to study the possibility of using sea buckthorn meal and psyllium in the production of hard biscuits. It was found that the addition of sea buckthorn meal and psyllium leads to an increase in the water absorption capacity of the mixtures, improves the plastic properties of the dough, which facilitates rolling and molding of dough pieces, improves the organoleptic assessment of finished products.

Keywords: sea buckthorn meal, psyllium, hard biscuits, water absorption capacity, acidity, alkalinity, wettability, organoleptic evaluation.

THE USE OF BLACK CURRANT BERRIES IN TECHNOLOGY SOFT CHEESE

M.S. Urbach, Yu.G. Sturova

Polzunov Altai State Technical University, Barnaul

Nutrition has a decisive influence on maintaining a healthy state, productivity and energy of the population. A balanced diet, which includes essential vitamins, minerals and trace elements, helps strengthen the immune system, prevent various diseases and increase overall well-being. Advanced technological solutions open up new horizons in the improvement of the food industry. This contributes to the creation of food products with increased nutritional value, which have a beneficial effect on human health. This paper presents the potential possibilities of developing soft cheese with the addition of black currant berries. Black currant is a valuable source of vitamins and minerals. The main objective of the presented study is to analyze the potential of using black currant berries in the technological process of soft cheese production. Standard organoleptic and physico-chemical methods were used in the process.

Keywords: soft cheese with berries, black currant berries, cheese with a functional ingredient, soft cheese, berry preparation method, freeze-dried

**INVESTIGATION OF THE POSSIBILITY OF MAKING WINE MATERIALS FOR SPARKLING
SEA BUCKTHORN DRINK**

Zaytsev Nikita Olegovich, Shelkovskaya Natalia Kirillovna

Polzunov Altai State Technical University, Barnaul

In this article, the research is devoted to the prospects of using sea buckthorn berries for the preparation of alcoholic sparkling fruit drink. The beneficial properties of the berries of this culture and the positive effects on the human body are described. The objects of the study were natural juices and freshly prepared wine materials from sea buckthorn berries of the Altai variety, selected by the Lisavenko Siberian Research Institute of Horticulture. The primary fermentation was carried out on active dry yeast of the Franse superstar race at an optimal temperature and by removing the surfaced oil from the wort surface. To increase the alcohol content of the wort, the required amount of sugar was added by calculation. The results of physico-chemical parameters of juice and wine materials in accordance with the requirements of state standards are shown. It was found that the studied sea buckthorn juice has a low content of soluble solids and, accordingly, a small accumulation of sugar. The titrated acidity index is higher than normal, which will require adjustments in the manufacture of the finished wine product. It has been experimentally proven that by the end of fermentation, sugar is practically "dry" fermented. The RSV index has decreased. The alcohol content with the introduction of sucrose was 11.2% by volume, i.e. the required content to obtain a sparkling drink of the required strength. The accumulation of volatile acids is significantly lower than the maximum permissible concentration. Due to oxidative processes, the content of polyphenols has decreased insignificantly. It is shown that the harmonious varietal aroma and taste of sea buckthorn berries have been preserved in the freshly prepared wine. The prototype is placed for long-term exposure in the required conditions. After storage, the sea buckthorn wine material will be stabilized by pasting bentonite and gelatin against protein, colloidal and other turbidities and then used to make alcoholic fruit sparkling drink.

Keywords: sea buckthorn, juice, active dry yeast, fermentation, wine material, physico-chemical parameters, beverage, biologically active substances.

SOME ASPECTS OF PASSPORTIZATION OF ASPIRATION SYSTEMS OF ENTERPRISES STORING AND PROCESSING PLANT MATERIALS

Irina Konstantinovna Nesterenko, David Mikhailovich Kutsenko, Olga Nikolaevna Terekhova

Polzunov Altai State Technical University, Barnaul

According to the generalization of the law enforcement practice of Rostekhnadzor, the absence of passports for aspiration systems is a typical violation of industrial safety rules at enterprises storing and processing plant materials. The purpose of the study was to update and specify the requirements for the development of this type of document. In this regard, the importance of network passportization is emphasized, and the key points that must be specified in the passports are listed. The work presents a brief overview of aspiration systems at enterprises storing and processing plant materials and their design parameters. As part of the experimental part of the work, aerodynamic measurements were performed at several sections of the suction aspiration unit. In conclusion, the results of the processed data which illustrate the development of one section of the passport are presented, as well as the possibility of analyzing the system operation based on them.

Keywords: aspiration, grain dust, aspiration system passport, aerodynamic measurements, industrial safety.

RESEARCH OF MAGNETIC PLATE ON PERMANENT MAGNETS

I.I. Kazanin, N.A. Ikonnikov, A.M. Ikonnikov, A.V. Balashov

Polzunov Altai State Technical University, Barnaul

Magnetic plates are a key element of equipment for grinding, milling and electrical discharge machines, providing quick fixation of ferromagnetic workpieces without mechanical fastening. This article provides a detailed analysis of the design of permanent magnet magnetic plates, including their main components. To solve these problems, a prototype slab has been developed. The practical significance of the work lies in the proposal for an improved design of the magnetic plate, which ensures stable holding of workpieces and a reduction in production defects.

Keywords: magnetic plates, magnets, clamping force, ANSYS Maxwell, finite element method, machine tools.

SELECTION OF THE ROUTE OF THE TECHNOLOGICAL PROCESS OF ASSEMBLY AND WELDING ON THE SUBJECT OF BASE HOLDER OF SUPPORT FOR ELECTRICAL CABLES TRAYS

I.S. Grigoriev, B.I. Mandrov

Polzunov Altai State Technical University, Barnaul

Base holder of support for electrical cables trays is the part of power supply system. On the base enterprise the product assembles according to markings and alignment, what determines low level of assembly accuracy and high level of labour intensity. The connection of parts is made by welding in carbon dioxide, this welding method is characterized by high resource capacity and high level of labour intensity. The article shows that it is possible to achieve better labour intensity and quality indicators, if the assembly of the product is carried out using technological equipment and replace the welding method with a partially mechanized one in a mixture of argon and carbon dioxide.

Keywords: base holder of support for electrical cables trays, assembly according to marking and alignment, assembly and welding equipment, welding in carbon dioxide, resource capacity, labour intensity, welding in a mixture of argon and carbon dioxide.

ABOUT MANUFACTURING CASTING MOLDED PATTERNS BY FDM METHOD

D.I. Razin, V.A. Krasichkov

Polzunov Altai State Technical University, Barnaul

The possibilities of using 3D printing to obtain casting molded patterns are shown, both by multi-jet printing methods and by layer-by-layer fusion technologies. A search for extruders used for printing with plastic materials is conducted.

Keywords: 3D printing, foundry production, molded patterns, LVM, extruder.

RELEVANCE OF DEVELOPING TECHNOLOGY FOR PRODUCING A BEEHIVE WITH MICROCLIMATE AND HONEY COLLECTION SYSTEMS

Rubtsova I.N., Peternikova K.L.

Polzunov Altai State Technical University, Barnaul

The paper considers the relevance of developing a technology for producing a beehive equipped with microclimate and honey collection systems for beekeepers in the Altai Territory. The problem of labor intensity of the manual process of caring for an apiary is revealed. To solve the problem, the development of a beehive with microclimate and honey collection systems, as well as the technology of its production are considered. The desired characteristics and consumer qualities of the product are determined based on the morphological box method, which made it possible to form a technical and technological solution for a beehive in the process of considering many options. The expected social effects from the implementation of an innovative project for the technology of producing a beehive equipped with microclimate and honey collection systems are presented. The structure of possible risks and ways to minimize them are given. The stages of the management system for the innovative project for the technology of producing a beehive equipped with microclimate and honey collection systems are characterized. The conclusion reflects the relevance of developing a technology for producing a beehive with microclimate and honey collection systems to reduce the labor costs of beekeepers in the Altai Territory and preserve the bee population.

Keywords: beekeeping, honey collection, beehive, microclimate system, reduction of labor costs, bee population, bee family, hive microclimate, beekeepers of the Altai Territory, bees, agriculture.

ANALYSIS OF THE POSSIBILITY OF USING WOOD WASTE FOR THE MANUFACTURE OF COATING PLATES

I. V. Kovtun, L.N. Pantyushina, E.V. Verbitskaya

Polzunov Altai State Technical University, Barnaul

The article considers the possibility of using waste from the woodworking industry as insulation for small glued plywood coating plates.

Keywords: construction, enclosing structures, coating plate, wood shavings, tree bark.

APPLICATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE FOR MODELING OF INTERNAL GAS PIPELINES: INNOVATIONS AND PROSPECTS

D.S. Dragalin, D.S. Morozova, I.A. Bakhtina

Polzunov Altai State Technical University, Barnaul

The definition of artificial intelligence in the context of gas pipeline modeling, the advantages of using artificial intelligence and examples of using artificial intelligence in the gas industry are considered.

Keywords: artificial intelligence, gas pipeline, modeling, technology, gas industry.

STUDY OF NATURAL DEFORMATIONS AND COMPRESSIVE STRENGTH OF COMPOSITE MATERIALS INCLUDING CLAY MINERALS AND HIGH-CALCIUM FLY ASH

V. N. Yushchenko, A. O. Khrebto

Polzunov Altai State Technical University, Barnaul

As part of the state program, active research is being carried out on the possibilities of using ash and slag waste generated at thermal power plants in various industries.

Experiments show that in sand pressed composite materials containing 10-40% high-calcium ash (HCA), microcracks appear after 3-7 days of normal aging. However, preliminary studies have established that the presence of clay impurities in sand softens the destruction of pressed materials based on HCA. In this regard, the aim of the work was to measure the proper deformations and reduce them, as well as to determine the compressive strength of pressed composite materials based on high-calcium ash with montmorillonite clay (bentonite) and high-calcium ash with kaolin clay (kaolinite).

Keywords: high-calcium ash (HCA), road base, calcium oxide, magnesium oxide, montmorillonite clay, kaolin clay, pressed composite materials, proper deformations, compressive strength, destruction.

THE USE OF REINFORCING INTERLAYERS TO INCREASE THE CRACK RESISTANCE OF ASPHALT CONCRETE PAVEMENTS DURING THE RECONSTRUCTION OF HIGHWAYS

G.S. Merentsova, A. S. Zybin

Polzunov Altai State Technical University, Barnaul

The causes of cracking of asphalt-concrete road surfaces are given, with the establishment of the presence of layers of pavement bases made of cement concrete and asphaltobeton. To reduce cracking, it is recommended to use a geogrid that reduces the stress concentration in the coating. The options for using a geogrid to eliminate cracking during the reconstruction of highways are given.

Keywords: cracking, geogrid, asphalt concrete pavement, cement concrete, glass mesh, road clothing, reflected crack, cement reinforcement, highway reconstruction, asphalt concrete.

AUTOMATION OF THE PROCESS OF DESIGN AND DEVELOPMENT OF PROJECTS FOR THE PRODUCTION OF WORKS IN CONSTRUCTION

A. E. Shpagina, V. N. Lyutov

Polzunov Altai State Technical University, Barnaul

The article discusses the problems associated with manual preparation of the WPR, such as high complexity, progressiveness of errors, gradual change of changes and maintaining the relevance of the documentation. It is emphasized that automated systems can significantly reduce the time spent on developing the WPR, minimize the risks associated with human support and ensure more accurate compliance with the requirements of regulatory documents. The advantages of using software packages for automation of the WPR are discussed, including the ability to create standard solutions, library elements and templates, minimal restrictions on the necessary calculations and schedules, as well as integration with other information chains used in construction. It is noted that the implementation of automated systems ensures increased transparency and controllability of the implementation process, continuous interaction between project participants and cost reduction. At the same time, the article indicates some disadvantages associated with the implementation of automated systems, such as the need to invest in software and equipment, the need for personnel training, as well as the possible difficulty in adapting to the functional requirements of specific projects. It is emphasized that successful implementation of automation of PPR requires careful planning, selection of suitable software and provision of qualified user support. In conclusion, we conclude that automation of design and development of PPR is a promising direction for the development of the construction industry, contributing to the improvement of efficiency, quality and safety of construction work. Further study and implementation of automated systems, as well as the development of standards and methods ensuring their effective use are recommended.

Keywords: construction, organization of construction site, automation, PPR, SPDS Construction site, efficiency, relevance, design, software products, recommendations.

STUDY OF THE POSSIBILITY OF USING INSULATED SWEDISH PLATE IN CLIMATIC CONDITIONS OF THE ALTAI REGION

V.E. Annenkova, B.M. Cherepanov

Polzunov Altai State Technical University, Barnaul

This article describes the use of a foundation of the insulated Swedish slab type in the climatic conditions of the Altai Territory, presents the advantages and disadvantages, the technology of the slab installation and formulates a conclusion about the possibility of its use.

Keywords: insulated Swedish slab, energy-efficient complex, frost heaving, insulated formwork, extruded polystyrene foam, geotextile fabric, frost heaving, heated floor, cold water supply, hot water supply.

THE USE OF NATURAL FLOCCULANTS FOR SEDIMENT DEWATERING

Skorikova D.P., Burlakova E.V., Gorelova O.M.

Polzunov Altai State Technical University, Barnaul

The work carried out studies on the flocculation of bottom sediments in the framework of the rehabilitation of Lake Zavyalovo. GEOTUBE® recovery technology involves the operation of an earthmoving projectile, pumping the hydraulic mixture onto alluvial maps, mixing with a prepared flocculant solution and pumping the geotube. The prospect of using sludge as an organic fertilizer is being considered. The research part of the work is aimed at selecting a natural non-toxic flocculant that is as effective as synthetic analogues.

Keywords: precipitation dewatering, natural flocculants, lake rehabilitation, turbidity measurement, chitosan.

IDENTIFICATION OF POTENTIAL CAUSES OF DEFECTS IN REINFORCED HOSES

I.V. Fedorov, A.P. Lukianenko, D.D. Efryushin

Polzunov Altai State Technical University, Barnaul

The paper presents a study of the chemical composition of reinforced polyvinyl chloride (PVC) hoses to identify the causes of their degradation during storage and operation. The research was conducted on samples provided by the manufacturer. Some of the hoses exhibited defects despite the declared use of identical raw materials and production technology.

The analysis included organoleptic evaluation, solubility testing, elemental composition analysis, density measurement, Shore hardness testing, IR spectrometry, and heat treatment. The results revealed that the hose plasticizer consists of emulsion PVC with dioctyl sebacate as the plasticizer, while the reinforcing spiral is made of suspension PVC with added chalk and an organic dye.

The identified defects, such as gaseous inclusions and longitudinal cracks, were attributed to deviations in the production process, including insufficient degassing during component mixing. Additionally, the low hardness of the plasticizer (68–70 conditional units) and the oval profile of the spiral further contributed to reduced product strength.

The study identified the key causes of defects and provided recommendations for optimizing the production process to enhance the quality and durability of reinforced PVC hoses.

Keywords: PVC hoses, reinforced materials, defects, chemical analysis, dioctyl phthalate, dioctyl sebacate, emulsion PVC, suspension PVC.

INNOVATIVE HEALTH DRINKS BASED ON MEDICINAL HERBS AND HONEY

V.V. Agafonov

Polzunov Altai State Technical University, Barnaul

The modern rhythm of life, stress, loss of strength, decreased immunity, as well as the deterioration of the environmental situation weaken the human body. The urban population is particularly susceptible to the effects of adverse factors: air pollution, an unbalanced diet, and high stress on the nervous system. This leads to an increased demand for natural health products. However, existing products are often inconvenient to use, have complex compositions, or have unnatural flavors. The relevance of the work is to create an affordable, environmentally friendly and effective solution to fill the deficiency of nutrients and prevent diseases. According to the survey, targeted fees have been selected, which are in high demand among the urban population. For their production and sale, the following have been developed: a recipe, a production plan, and a marketing plan for entering the market.

Keywords: innovative drink, honey, useful substances, briquetting, economic efficiency.

ANALYSIS OF THE INDUSTRIAL POTENTIAL OF THE ALTAI TERRITORY

V. U. Varaksina, Z. M. Kozlova

Polzunov Altai State Technical University, Barnaul

The article deals with the problem of using the resources and industrial potential of the Altai Territory. Statistics of changes in industrial production indices in four areas were presented and statistics of the industrial production index for the regions of the Siberian Federal District were analyzed.

Keywords: Altai Krai, region, industrial potential, industrial production index, statistics, analysis, indicators, growth, natural resources, statistical data, sectors of the regional economy.

**THE ROLE OF SPECIAL ECONOMIC ZONES IN THE DEVELOPMENT
OF INTERNATIONAL BUSINESS IN THE UAE**

E.R. Narsulin, E.I. Kazitova

Polzunov Altai State Technical University, Barnaul

The article examines the role of special economic zones (SEZs) in the economy of the United Arab Emirates (UAE) and their impact on key macroeconomic indicators. The main advantages of the SEZ are analyzed, including tax incentives, simplified administrative procedures, 100% foreign ownership and well-developed infrastructure. The data demonstrating the significant contribution of the SEZ to the country's GDP (about 30%), the volume of attracted foreign investments (up to 40% of the total volume of FDI), as well as their role in the development of non-resource sectors of the economy are considered. Special attention is paid to the largest SEZ, such as DMCC, DIFC and JAFZA, and their specialization in trade, finance and logistics. The impact of the FEZ on employment (creation of more than 500,000 jobs) and the diversification of the UAE economy is considered. The article confirms that special economic zones are a key instrument in turning the UAE into a global business and trade center, reducing the country's dependence on the oil sector and contributing to sustainable economic growth.

Keywords: SEZ, UAE, international business, foreign investments, tax benefits, trade relations.

TOURIST TAX AS A TOOL FOR INCREASING FINANCIAL SECURITY OF THE ALTAI TERRITORY

A.A. Lepilov, E.I. Kazitova

Polzunov Altai State Technical University, Barnaul

The article examines the features of the tourist tax and the effects of its introduction in the regions of the Russian Federation and in the Altai Territory, and provides a calculation of fiscal revenues from the introduction of a tourist tax in the Altai Territory.

Keywords: tourist tax, domestic tourism, financial security, region.

**Evaluation of the efficiency of construction of solar power plants on the example of the power system of the
Altai Republic**

K.R. Kagarmanova, A.A. Kuzema, I.A. Polyakov

Polzunov Altai State Technical University, Barnaul

This article considers the issue of introduction of solar power plants in energy regions and their efficiency on the example of the power system of the Altai Republic. An analysis of the factors limiting their widespread introduction, namely climatic factors, is carried out. The study is devoted to the analysis of the power system of the Altai Republic taking into account its current development and introduction of solar power plants (SPP). Using the RastrWin3 program, modeling and evaluation of the system parameters, including power losses and voltage levels, are performed. Two groups of calculations are carried out: the first - with uniform unloading of existing SPPs, the second - with their partial or complete absence. The study emphasizes the importance of taking into account solar generation to improve the efficiency and reliability of the region's power system.

Keywords: power system, solar power plants, sunlight intensity, electrical load, electrical power mode, renewable energy sources, decarbonization, electric power industry, electrical power losses, control range, losses.

**RELATIONSHIP BETWEEN POWER LOSSES AND VOLTAGE
ON THE NETWORK SECTION**

Elizaveta Maksimovna Antonova, Boris Sergeyevich Kompaneet

Polzunov Altai State Technical University, Barnaul

This article considers the practical significance of reducing the level of electrical energy losses, and indicates one of the methods used. The dependence of the level of losses on the voltage level in the section of the electric network containing an overhead power line, transformer and outgoing line is analyzed. The equation of total losses for the specified section of the network is obtained. The expression for the optimum voltage level at point b at a constant level of loads S1 and S2 is obtained. It is noted that the obtained dependence is not sufficient for regulation and implementation of this method. The accepted initial data are specified: wire brand of the supplying overhead line, transformer brand, nominal power and consumed power of the transformer and the outgoing line. The values of power losses and voltage level at the regulation point (a) are calculated. The obtained data are summarized in a general table, on the basis of which the dependence of power losses on the voltage at the point of regulation is revealed. A graphical model of this dependence has been built. Conclusions about the correctness of theoretical calculations are made. The necessity of introduction of additional restrictions in connection with requirements to the quality of electric energy at practical realization of the given method is specified.

Keywords: electric power industry, electric networks, power losses, voltage regulation, reduction of power losses, power supply, power engineering, mathematical modeling, power supply system, energy efficiency.

DEVELOPMENT OF A POSITIONING SYSTEM BASED ON A HYBRID STEPPER MOTOR

Swarovski Andrei Gennadievich

Novosibirsk State Technical University

This work investigates the possibility of positioning a hybrid stepper motor (HSM), its design, and modeling features in the SimInTech development environment. A mathematical description has been conducted, taking into account the dynamics of rotation and its characteristics. A model for the selected HSM has been developed, which allows for the analysis of its behavior in various operating modes. Control options are considered, depending on which the quality indicators of the system, such as positioning accuracy, speed, and operational stability, will change. By splitting steps, high positioning accuracy can be achieved. Permanent magnets in the rotor provide high torque at low speeds; however, resonance occurs at certain frequencies, leading to step loss and, consequently, inaccuracies in operation. When studying the principles of operation of the hybrid stepper motor, it is essential to consider its design and control methods. Control modes include step (sequential), phase overlap, half-step, and micro stepping control. For various combinations of these components, results can be obtained with different positioning accuracy indicators. This article will discuss the model of a two-phase hybrid stepper motor with sequential control.

Keywords: Hybrid stepper motor, SimInTech, positioning system, step control, rotor rotation angle, reactive moment, operational discreteness, current vector, meander period, transient processes.

AERODYNAMIC FEATURES OF BOILERS WITH INVERSION FURNACE

Puzyrev E.M., Surin D.E.

Polzunov Altai State Technical University, Barnaul

In the process of work the analysis of typical schemes of burner devices arrangement in a boiler is carried out. arrangement of burner devices in a boiler. The main disadvantages of classical approaches include non-uniform heat transfer, risk of slagging of screens, flame misalignment at partial loads and difficulties in tracing of dust pipelines. As an alternative, an inversion furnace with a downward flame is considered, where the burners are placed on the ceiling. burners are placed on the ceiling. This ensures a uniform movement of gases, eliminates direct contact of the flame with the screens and reduces slagging. The advantage of this of this arrangement is the buoyancy effect, which creates a countercurrent circulation, increasing the time of stay of particles in the combustion zone, and the temperature stratification intensifies turbulence and homogenisation of the of the fuel-air mixture.

The foreign experience of application of boilers with the ceiling arrangement of burners is analysed. ceiling burner arrangement. One of such variants are 'shoulder' furnaces. furnaces. The key advantages of 'shoulder' furnaces are the reduction of NOx emissions. emissions due to the staggered air supply, increased boiler efficiency due to the complete burnout of the fuel and protection of the screens. fuel burnout and protection of the screens from thermal damage. The experience of Foster Wheeler and Mitsui Babcock confirms the efficiency of 'shoulder' furnaces for low reaction coal combustion of low reaction coals.

On the basis of the conducted review the technological scheme and the furnace were developed device, which can be used in industrial and power boilers at their reconstruction and development of new boiler and furnace equipment.

Keywords: boiler, U - shaped arrangement, inversion arrangement, furnace process, furnace device, burners, burner devices, slagging, nitrogen oxides, ash.

ANALYSIS OF MODERN CONTACT CONNECTION TEMPERATURE MONITORING SYSTEMS FOR USE IN DISTRIBUTION DEVICES

N.F. Grechko, A.A. Gribanov

Polzunov Altai State Technical University, Barnaul

The article presents the problem of contact connection heating monitoring in transformer substation switchgears. The causes of contact connection heating are noted, caused by both physical processes occurring at the point of conductor contact and due to substation operation. The influence of equipment inspection frequency on the development of connection defects both at facilities with and without personnel is also noted. To solve the problem, an analysis of the applied modern methods of contact connection temperature monitoring implemented in the corresponding systems is conducted. The structure and functional features of each system are considered, advantages and disadvantages are given. Based on the analysis, conclusions are made on the possibility of using each of the considered systems in specific operating conditions.

Keywords: contact connections, heating, temperature control, distribution devices, transition resistance, thermal imaging control, temperature indicator stickers, gas analysis system, sensors, surface-active waves, pyrometric system.

SELECTION OF ALTERNATIVE ENERGY SOURCES FOR AUTONOMOUS CONSUMERS USING THE LINEAR OPTIMIZATION METHOD

D. Yu. Dergunov, E. V. Titov

Polzunov Altai State Technical University, Barnaul

The article considers the issues of applying the linear optimization method to select alternative energy sources in agricultural production. Estimation of costs for equipment of bio-installations and wind generators for autonomous energy consumers. Optimization of energy supply taking into account limitations on capacity and economic costs. The key result of the study is methodological recommendations for the selection of equipment, ensuring a balance between economic efficiency and technical limitations. It is shown that the combined use of bio-installations and wind generators

CONTENTS, ABSTRACTS AND KEYWORDS OF PAPERS

reduces energy costs, increasing the stability of autonomous systems. The proposed approach is adaptive and can be applied in other regions with similar conditions, which confirms its practical significance for agriculture.

Keywords: linear optimization method, alternative energy sources, bio-installations, wind generators, energy supply, autonomous consumers, optimization, energy systems.

DEVELOPMENT OF A SYSTEM FOR PREVENTING THE IMPACT OF LARGE BIRDS ON THE QUALITY AND CONTINUITY OF OPERATION OF POWER TRANSMISSION LINES

I.V. Kovalenko, A.A. Gribanov

Polzunov Altai State Technical University, Barnaul

The article is devoted to the analysis of the impact of large birds on the infrastructure of the electric power industry and examples are given as measures to protect power lines from damage by birds.

Keywords: electric power industry, large birds, power grid, nesting, equipment damage, power outages, financial losses, protection of power lines, repelling devices, bird migration, innovative, artificial intelligence.

DEVELOPMENT OF A DECISION SUPPORT SYSTEM FOR SELECTING SMART ELECTRICITY METERS IN SUPPLY COMPANIES

I.V. Belitsyn, A.A. Lavrinets

Polzunov Altai State Technical University, Barnaul

At present, a pressing issue for both sales organizations and guaranteed suppliers is the creation of an intelligent electricity metering system, which must ensure uninterrupted operation and meet a number of requirements that are enshrined in law [1]. Such a system includes two or three levels of organization of transmission of information on consumption, a three-level system consists of: an upper level, including server equipment and channel-forming equipment, a middle level, formed by a network of controllers, base stations or devices for collecting and transmitting data, providing communication between the lower and upper levels, a lower level, including electricity meters installed directly at consumers; a two-level system consists only of an upper and lower level, due to which data is transmitted directly from metering devices. Since June 1, 2020, responsibility for the installation, maintenance and repair of electricity meters has been assigned to grid organizations and guaranteeing suppliers [2], since January 1, 2021, apartment buildings commissioned after construction must be equipped with metering devices with the ability to connect them to the intelligent electricity metering systems of the guaranteeing supplier [3, 4], since January 1, 2022, all electricity meters commissioned must comply with the requirements for the minimum set of functions established by Government Resolution No. 890.

Keywords: intelligent metering systems, electricity meters, systems analysis, decision support system, IDEF0, sales company, hierarchical structure, decomposition of the objective function, micro level, macro level.

INTELLIGENT STREET LIGHTING MONITORING USING A NEURAL NETWORK

I. D. Paramonov

Polzunov Altai State Technical University, Barnaul

The article describes the stages of creating a system for monitoring urban lighting at night using a neural network. The neural network will analyze data from street cameras, automatically detecting faulty lamps and sending notifications to the appropriate services for their prompt replacement. An action plan was implemented, and funds were selected for the development of this neural network. The neural network development tools were selected, data collection and preliminary data processing were carried out.

Keywords: neural network, database, illumination.

PROBLEMS OF DEVELOPMENT OF RENEWABLE ENERGY SOURCES

R. A. Frolov, A. N. Popov

Polzunov Altai State Technical University, Barnaul

The article is devoted to the use of renewable energy sources. Renewable energy sources, their advantages in comparison with traditional ones, and prospects for their use are considered.

Keywords: renewable energy sources, solar energy, photovoltaic systems, solar thermal power plants, wind energy, wind power plants, onshore wind power plants, offshore wind power plants, hydropower, geothermal energy, bioenergy, traditional energy sources, coal, natural gas, nuclear energy.

ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ СТАТЬИ

Статья объёмом от 3 страниц (по согласованию с редакцией, допускаются статьи объёмом от 3 до 10 страниц), имеющая индекс УДК, аннотацию и ключевые слова на русском языке (в начале текста статьи) с приложением в отдельном файле перевода названия, аннотации, ФИО авторов и ключевых слов на английском языке, а также сведений об авторах (учёной степени, звания и места работы, e-mail и/или контактного телефона) должна отвечать следующим требованиям:

Работы принимаются в текстовом редакторе Microsoft Word.

Во вкладке «Разметка страницы»: используется размер бумаги формата A4, ориентация листа книжная. Поля: верхнее – 3,5 см; нижнее – 2,5 см; левое – 2,5 см; правое – 2,5 см; переплет – 0 см. В диалоге «Колонки» – «Другие колонки» выбирается расположение текста «в две колонки», устанавливается ширина колонок – 7,65 см, промежуток между ними – 0,7 см. В диалоге «Расстановка переносов» выбирается «авто».

Во вкладке «Вставка» выбирается «Верхний колонтитул» – «Пустой», далее появляется вкладка «Конструктор», включаются «Особый колонтитул для первой страницы» и «Разные колонтитулы для четных и нечетных страниц». Колонтитулы от края: верхний – 2,0 см; нижний – 2,0 см.

В верхнем колонтитуле указывается: на титульной странице – «особый колонтитул»; на чётных страницах – инициалы и фамилия автора («Arial», 10 пунктов, прописные); на нечётных страницах – название статьи («Arial», 10 пунктов, прописные). Нумерация страниц проставляется шрифтом размером «Arial», 12 пунктов, курсив. Расположение нумерации – внизу страницы в нижнем колонтитуле, для четных страниц выравнивание по левому краю, для нечетных по правому.

Структура статьи в обязательном порядке должна содержать:

- УДК (размещение в левом верхнем углу документа);
- Названия статей набираются прописными буквами (шрифт «Arial», размер шрифта текста – 14 пунктов, полужирный) по центру документа;
- Инициалы и фамилии авторов размещаются под названием статьи (шрифт «Arial», размер шрифта текста – 12 пунктов);
- аннотация (шрифт «Arial», размер шрифта – 10 пунктов, курсив, красная строка – 0,8 см, интервал между строками «одинарный») – текст (объёмом 150 - 200 слов), отражающий актуальность, цель, методы исследования, полученные результаты;
- ключевые слова (не менее 10 слов или словосочетаний) (шрифт «Arial», размер шрифта – 10 пунктов, курсив, красная строка – 0,8 см, интервал между строками «одинарный»);
- основной текст (для основной части текста используется шрифт «Arial», размер шрифта основного текста – 10 пунктов, красная строка (отступ) – 0,8 см, интервал между строками «одинарный»);
- список литературы (шрифт «Arial», размер – 9 пунктов) оформляется в соответствии с ГОСТ Р 7.0.5 – 2008 «Библиографическая ссылка. Общие требования и правила составления»;
- сведения об авторах (фамилия, имя, отчество, учёная степень, звание, место работы, e-mail и/или контактный телефон – обязательно, индикаторы ORCID – по желанию);
- на английском языке перевод названия статьи, ФИО авторов, аннотации и ключевых слов в отдельном файле.

Для создания формул и таблиц используются встроенные возможности Microsoft Word. Рисунки цифрового формата (в электронном виде) создаются средствами Microsoft Word или другими программами и вставляются в нужное место документа.

Размеры рисунков не должны превышать границы полей страницы основного текста документа с учетом подрисовочной подписи. Рисунки издательством не редактируются. Если рисунок по ширине превышает размер колонки, то необходимо ставить перед ним и после него разрыв раздела на текущей странице и располагать рисунок в начале или в конце страницы.

Рисунки, надписи и объекты Microsoft Word должны перемещаться вместе с текстом, т. е. быть не поверх текста!

При приеме работы в печать обязательно наличие твердой копии, 1 внешней рецензии, экспертного заключения и согласия на обработку персональных данных!

К публикации принимаются статьи, ранее нигде не опубликованные и не представленные к печати в других изданиях.

Публикации принимаются на русском и английском языках.

К статье прилагается согласие на обработку персональных данных.

Материалы журнала (постатейно) и сопроводительная документация собираются и передаются в редакцию ответственным за выпуск лицом.

Все статьи будут проверены в системе «Антиплагиат», при оригинальности менее 75 % статьи будут возвращены авторам.

Контактная информация:

Стопорева Татьяна Александровна – тел.: 89039905960, e-mail: orpd_sta@mail.ru

Степанова Анна Александровна – тел. 89967044850, e-mail: editor.altgtu@mail.ru

ПОЛЗУНОВКИЙ АЛЬМАНАХ

Электронное периодическое научное издание

Статьи опубликованы в авторской редакции

Издательство Алтайского государственного
технического университета им. И. И. Ползунова
656038, г. Барнаул, пр-т Ленина, 46



ISSN 2079-1097

Издательство АлтГТУ им. И. И. Ползунова
656038 г. Барнаул, пр. Ленина, 46, каб. 113 главного корпуса
тел./факс +7 (3852) 29-09-46
сайт: <http://ipc.altstu.ru/> e-mail: altgtu@mail.ru
Дизайн обложки: Р.С. Жуковский, доц. каф. ТИАрх

НА ОБЛОЖКЕ:

Главный корпус АлтГТУ, памятник И. И. Ползунову, г. Барнаул